

**El tratamiento informativo  
de la infografía científica de prensa**

Ma. Luisa Montes Rojas

**TESIS DOCTORAL UPF / 2017**

DIRECTOR DE LA TESIS:

Dr. Sergi Cortiñas Rovira

**Departamento de Comunicación**

Grupo de Investigación en Comunicación Científica GRECC

**Universidad Pompeu Fabra**





*A David y Alonso*



## **Agradecimientos**

Debo agradecer al Dr. Sergi Cortiñas Rovira por aceptarme para realizar esta tesis bajo su dirección, su apoyo y confianza en mi trabajo ha tenido un aporte invaluable. Agradezco de igual forma al Grupo de Investigación en Comunicación Científica (GRECC) de la Universidad Pompeu Fabra por ser una fuente esencial en el desarrollo de este trabajo de investigación.

También quiero expresar mi agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) de México, por permitirme formar parte del programa de becas de estudios en el extranjero.

Mi inmensa gratitud para la Universidad Autónoma de Tamaulipas y a sus dirigentes, por todas las gestiones otorgadas para mantener vínculos y relaciones colaborativas en el ámbito académico: el Dr. José Alberto Ramírez de León, el Mtro. Eduardo Arvizu Sánchez, el Mtro. Gildardo Herrera Sánchez y el Dr. Víctor García Izaguirre.

Por otro lado, quiero reconocer y agradecer las colaboraciones de diversos académicos e investigadores que de manera generosa compartieron su tiempo y sus conocimientos en diversos temas relacionados con esta tesis: El Dr. José Luis Valero Sancho, el Dr. Joan Costa, el Dr. Alberto Cairo, el Dr. Juan Carlos Dürsteler y el Dr. Gonzalo Peltzer.

Y, en último lugar, pero no por ello menos importante, agradezco a toda mi familia por su apoyo incondicional.



## Resumen

Esta tesis estudia el tratamiento informativo de la Infografía Científica de Prensa (ICP) como herramienta eficaz y efectiva para emprender procesos de transferencia y divulgación del conocimiento de los hechos relativos a la Ciencia y Tecnología (CyT) dirigidos a un público no especialista. Se ha puesto especial atención al desarrollo histórico de la imagen científica como antecedente de la ICP, así como a las transformaciones tecnológicas que han potenciado las técnicas y los métodos de representación visual para divulgar ciencia. El diseño de la investigación ha tomado como principal técnica el análisis de contenido desde un enfoque cualitativo, pero con inferencias cuantitativas a través de tres ejes de estudio: planteamiento informativo (*¿qué se dice?*), forma comunicativa (*¿cómo se dice?*) y función comunicativa (*¿para qué se dice?*). De lo anterior, ha surgido la propuesta de un modelo conceptual del tratamiento informativo de la ICP, donde se han sistematizado los métodos y las técnicas utilizadas para llevar a cabo una divulgación eficaz.

## Abstract

This thesis studies the informative treatment of the Scientific Infographics of the Press (SIP) as an effective and effective tool to initiate processes of transfer and diffusion of the knowledge of the facts related to Science and Technology (S&T) addressed to a non-specialist public. Special attention has been paid to the historical development of the scientific image as a background for the SIP, as well as the technological transformations that have enhanced the techniques and methods of visual representation to disseminate science. The research design has taken as the main technique the analysis of content from a qualitative approach, but with quantitative inferences through three axes of study: informative approach (what is said?), communicative form (how do you say?) and communicative function (what is said?). From the above, the proposal of a conceptual model of the informative treatment of the SIP has arisen, where the methods and the techniques used to carry out an effective disclosure have been systematized.





## **Presentación de la tesis**

La presente investigación tiene la aspiración de contribuir a la dinámica de producción, divulgación y circulación de los conocimientos científicos a través de la infografía de prensa como herramienta eficaz y efectiva para emprender procesos de transferencia de conocimiento (cognitivos) y de recontextualización de los hechos relativos a la Ciencia y Tecnología (CyT) dirigidos a un público no especialista. Constituye un medio para valorar concretamente la importancia del lenguaje visual en la prensa escrita; para promover la cultura científica a través de la infografía de prensa, sobre todo, en los países de América Latina, donde los principales medios masivos de comunicación son la única vía para llegar a la mayoría de las poblaciones; para reflexionar sobre las prácticas implicadas en el ejercicio profesional y académico en el contexto de la divulgación de la ciencia y el periodismo científico, y el largo camino que hace falta por recorrer en los procesos de divulgación, construcción y recontextualización del discurso científico y tecnológico en los medios de comunicación.

Si bien es cierto que la divulgación ha pasado por diversas etapas entre las que se han configurado algunas tradiciones propias, la rica tradición anglosajona de divulgación sobresale desde el siglo XIX hasta la actualidad, dominada básicamente por Estados Unidos (Cortiñas, 2009). En este contexto favorable, la presente investigación analiza el tratamiento informativo de la Infografía Científica de Prensa (ICP) a través de los procesos de producción de los mensajes de CyT, que desde las redacciones de los periódicos y revistas de prestigio, se construyen a través de una praxis relevante y eficaz en el campo de la divulgación de la ciencia y el periodismo científico, empleando como herramienta y/o producto comunicativo a la infografía periodística. En algunos casos, se han tomado como referencia otros medios (periódicos y revistas) no anglosajones debido al reconocimiento internacional que han recibido en el margen de este contexto.

Se ha puesto especial atención al desarrollo histórico de la imagen científica como antecedente de la ICP, así como las transformaciones tecnológicas que han potenciado y modulado las técnicas y los métodos de

representación visual para comunicar y divulgar ciencia. Asimismo, se han tomado como referencia los periódicos y revistas en medios impresos, debido a que representan los medios que más se han utilizado para divulgar e investigar el estudio de las funciones y disfunciones de la información científica (Moreno, 2010). Además, los contenidos generados en la prensa escrita a través del periodismo especializado, de los que la ciencia ha tomado carta de naturaleza como contenido periodístico, han recobrado de nuevo su posición como autoridad y referencia por parte del destinatario, debido a la omnipresencia de los nuevos sistemas informativos, donde la circulación efímera y falsa de noticias científicas, y de otra índole, se han convertido en una práctica común. Este hecho, ha sido aprovechado por la prensa escrita para fortalecer su solidez y credibilidad, al tiempo que, se consolida como un medio de documentación caracterizado por la permanencia del mensaje en un soporte específico.

La condición sincrética (imagen y palabra) que ha adquirido la infografía de prensa (Souza, 2013), ha generado que en las últimas décadas se estudie, tanto la producción como recepción de los mensajes periodísticos en diversos contextos comunicativos relacionados con la pedagogía, psicología cognitiva, la semiología, la teoría de la imagen, entre otros. En este sentido, se debe aclarar que el contexto de esta investigación se ha abordado desde el margen de la Periodística, empleando como principal técnica de investigación el análisis de contenido desde un enfoque cualitativo a través del diseño de un instrumento de recolección de datos desarrollado y aplicado en diversas etapas de inmersión cualitativa que han dado como resultado el análisis de los mensajes desde tres ejes de estudio: A. Planteamiento informativo (*¿qué se dice?*), B. Forma comunicativa (*¿cómo se dice?*) y C. Función comunicativa (*¿para qué se dice?*).

Por último, al anterior proceso de trabajo, se le ha sumado la propuesta y desarrollo de un modelo conceptual relacionado con el tratamiento informativo de la ICP, donde se han extraído y sistematizado los métodos y técnicas utilizadas para llevar a cabo una comunicación y divulgación eficaz, tomando como referencia los tres ejes de estudio señalados con anterioridad.

En adelante, se proporciona un sumario de cada capítulo:

El capítulo 1 es introductorio y delimita la información necesaria para entender el planteamiento del problema, la importancia del tema de investigación, el objeto de estudio, las hipótesis, los objetivos y la metodología general de investigación.

En el capítulo 2 se desarrolla un contexto histórico de la imagen científica en las publicaciones editoriales y de prensa como antecedente de la ICP en el contexto de la divulgación de la ciencia a través de tres épocas de revoluciones racionalistas: la ciencia de la Italia del Renacimiento, la ciencia de la Francia de la Ilustración y la ciencia anglosajona a partir de la Revolución Industrial hasta llegar al siglo XX. A partir de este contexto, se han distinguido los medios impresos (publicaciones editoriales, periódicas y de prensa, entre otros), así como los científicos y divulgadores que emplearon, promovieron y difundieron el uso de la imagen científica como herramienta y vehículo del pensamiento visual.

En el capítulo 3 se presenta el desarrollo de un marco teórico dividido en dos segmentos: el primero, aborda el contexto actual de la infografía de prensa desde el marco de la Periodística y el segundo, aborda diversos estudios teóricos relacionados al papel que desempeña los medios de comunicación en la promoción de la 'cultura científica'.

En el capítulo 4 se explica el método de investigación y los procedimientos llevados a cabo para cumplir con los objetivos de investigación. Ahí mismo, se exponen los resultados y el análisis realizado desde tres ejes de estudio: A. Planteamiento Informativo (*¿qué se dice?*), B. Forma comunicativa (*¿cómo se dice?*) y C. Función comunicativa (*¿para qué se dice?*).

En el capítulo 5 se propone un modelo conceptual del tratamiento informativo de la ICP como resultado del análisis de contenido realizado en el capítulo 4. Este modelo representa diversos métodos y técnicas utilizadas en la ICP para llevar a cabo una comunicación y divulgación eficaz.

En el capítulo 6 se presentan las conclusiones generales de todo el trabajo de investigación, destacando los principales hallazgos obtenidos, la validación de las hipótesis planteadas, así como las líneas futuras de investigación.



# Índice

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema de investigación .....	1
1.2. Importancia del tema de investigación .....	4
1.3. Objeto de estudio.....	9
1.4. Hipótesis .....	9
1.5. Objetivos de investigación .....	10
1.6. Metodología .....	11
1.6.1. Procedimientos metodológicos previos .....	11
1.6.2. Selección de la muestra y período de estudio.....	12
1.6.3. Técnica de investigación .....	14
CAPÍTULO 2. CONTEXTO HISTÓRICO DE LA IMAGEN CIENTÍFICA EN LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA.....	17
2.1. La imagen científica en la Italia del Renacimiento.....	19
2.1.1. La astronomía.....	21
2.1.2. La anatomía.....	29
2.1.3. La cartografía en la geografía.....	43
2.1.4. Conclusiones .....	53
2.2. La imagen científica en la Francia de la Ilustración.....	54
2.2.1. La ilustración en la historia natural o ciencias naturales .....	58
2.2.2. Los gráficos estadísticos y la cartografía estadística .....	68
2.2.3. Conclusiones .....	77
2.3. La imagen científica en la divulgación de la ciencia anglosajona del siglo XVIII al XX.....	78
2.3.1. Las imágenes científicas microscópicas en las publicaciones editoriales .....	81
2.3.2. La imagen científica en las publicaciones periódicas .....	89

2.3.3. Conclusiones .....	107
CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO .....	109
3.1. Precisiones teóricas de partida.....	109
3.2. La visualización de datos <i>versus</i> infografía .....	111
3.3. La divulgación mediática de la ciencia y tecnología como promotor de la ‘cultura científica’ .....	119
3.3.1. La ‘espiral de la cultura científica’ .....	121
3.3.2. La divulgación mediática de la ciencia y la tecnología .....	123
3.3.3. El lenguaje .....	126
3.3.4. El discurso .....	130
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE CONTENIDO DEL TRATAMIENTO INFORMATIVO DE LA INFOGRAFÍA CIENTÍFICA DE PRENSA .....	137
4.1. Método.....	137
4.1.1. Esquema teórico.....	137
4.1.2. Tipo de muestra.....	139
4.2. Preamánesis (fase exploratoria) .....	141
4.2.1. Sistema de codificación .....	153
4.2.3. Implementación del instrumento de recolección de datos.....	157
4.3. Resultados y análisis de contenido de la infografía científica de prensa (primera fase de análisis) .....	162
4.4. Conclusiones de la primera fase de análisis de contenido.....	179
4.5. Resultados y análisis de contenido de la infografía científica de prensa (segunda fase de análisis) .....	181
4.6. Conclusiones de la segunda fase de análisis de contenido .....	250
CAPÍTULO 5. MODELO CONCEPTUAL DEL TRATAMIENTO INFORMATIVO DE LA INFOGRAFÍA CIENTÍFICA DE PRENSA .....	259
5.1. Introducción .....	259
5.2. Estructura general del modelo.....	260

5.3. Modelo conceptual del tratamiento informativo de la infografía científica de prensa .....	262
5.3.1. Diagrama correspondiente al planteamiento informativo .....	263
5.3.2. Definición y características de los elementos del conjunto A.....	266
5.3.3. Definición y características de los elementos del conjunto B.....	267
5.3.4. Definición y características de los elementos del conjunto C.....	268
5.4. Diagrama correspondiente a la forma comunicativa .....	270
5.4.1. Definición y características de los objetos textuales (k) de los conjuntos A, B y C .....	273
5.5. Diagrama correspondiente a la función comunicativa .....	290
5.5.1. Definición y características de las funciones comunicativas (ñ, o, p y q) de los conjuntos A, B y C .....	292
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES .....	297
BIBLIOGRAFÍA:.....	313
ANEXOS.....	335

## Índice de figuras

Figura 1. Evolución de la inversión en I+D de ALC e Iberoamérica en período 2004-2013.....	4
Figura 2. Intensidad de I+D de ALC. RICYT, 2015.....	5
Figura 3. Instrumento de políticas para el fortalecimiento de la cultura científica en América Latina por país (2015).....	6
Figura 4. Dibujo de las órbitas de la Tierra y los planetas de Nicolás Copérnico, <i>Revolutionibus Orbium Coelestium</i> (1543) .....	23
Figura 5. Gráfico de la representación del modelo platónico del Sistema solar en donde se muestra la disposición de los orbes celestes y los sólidos regulares de Johannes Kepler en <i>Mysterium Cosmographicum</i> (1596) .....	25
Figura 6. Gráfico informativo que representa las estrellas de la constelación de Casiopea de Tycho Brahe en <i>Stella Nova</i> (1573).....	27
Figura 7. Dibujo que representa la observación de la Luna de Galileo Galilei en <i>Sidereus nuncius</i> (1610) .....	29
Figura 8. Estudio del feto y el útero con diagramas ópticos y mecánicos de Leonardo Da Vinci .....	33
Figura 9. Grabado sobre músculos abdominales de Jacopo Berengario da Carpi en <i>Isagogae Breves</i> (1523).....	35
Figura 10. Grabado del cerebro de Jacopo Berengario da Carpi en <i>Isagogae Breves</i> (1523) .....	36
Figura 11. Grabado del cerebro de Charles Estienne en <i>Dissectione Partium Corporis Humani Libri Tres</i> (1545).....	38
Figura 12. Grabado de esqueletos de Andrea Vesalius en <i>De Humani Corporis Fabrica</i> (1543).....	42
Figura 13. Grabado sobre el estudio de los ventrículos laterales y plexos coroideos de Andrés Vesaliu en <i>De Humani Corporis Fabrica</i> (1543) .	43
Figura 14. <i>Rom Weg</i> (El camino a Roma, 1500) de Erhard Etzlaub (1460-1532) .....	46
Figura 15. Planisferio de Cantino (1502) .....	52
Figura 16. Mapamundi hecho por Juan de la Cosa en 1500.....	51
Figura 17. Grabado que instruye a la construcción de un cuarto de círculo, el contrapeso y base que sostiene el telescopio. Planches de <i>l'Encyclopédie</i> de Diderot et d'Alembert.....	56



Figura 18. Grabado sobre el tema de la agricultura que explica la técnica de quemar la tierra. Planches de <i>l'Encyclopédie</i> de Diderot et d'Alembert	57
Figura 19. Grabado que enfatiza la columna vertebral de un orangután de Georges Buffon en <i>L'Histoire naturelle</i> (1749-1788)	59
Figura 20. Grabado que muestra el esqueleto de una paloma cuya ala fue levantada para mostrar cómo el hombro y costillas se unen al esternón. De Georges Cuvier en <i>Regne animal distribué d'après son organisation</i> (1854)	60
Figura 21. Grabado sobre botánica de Joseph Pitton de Tournefort en <i>Éléments de Botanique</i> en París (1694)	62
Figura 22. Grabado sobre los insectos de Noël-Antoine Pluche en <i>Le Spectacle de la Nature</i> (1732 y 1750)	63
Figura 23. Estudio de restos fósiles de Georges Cuvier en <i>Discours sur les révolutions de la surface du globe</i> (1825)	65
Figura 24. Mapa de cortes, rocas y minerales que entran en la composición del suelo de la cuenca de París. De Cuvier y Brongniart (1832)	65
Figura 25. Fragmento de mapa de corte de la cuenca terciaria de París, De Constant Prevost	70
Figura 26. Gráfico sobre las exportaciones e importaciones de Dinamarca a Noruega desde 1700 a 1780. De William Playfair en <i>The Commercial and Political Atlas</i> , 1786	69
Figura 27. Carte Figurative de l'instruction populaire de la France (1826) de Charles Dupin	71
Figura 28. Carte philosophique figurant la population de la France en 1830, De Frère de Montizon	71
Figura 29. Carte figurative des Mouvements et Provenances des Céréales importées en France en 1867. De Charles Joseph Minard (1868)	71
Figura 30. Carte figurative des Mouvements et Provenances des Céréales importées en France en 1867. De Charles Joseph Minard (1868)	75
Figura 31. Células en el corcho de Robert Hooke en <i>Micrographia</i> (1665)	82
Figura 32. Grabado de una pulga reproducido en una placa plegada de casi medio metro de longitud con una gran resolución. De Robert Hooke en <i>Micrographia</i> (1665)	83
Figura 33. Imagen microscópica de la raíz de Jerusalén (alcachofa) cortada transversalmente. De Nehemiah Grew en <i>Anatomy of Plants</i> (1682)	84

Figura 34. Grabado instructivo sobre el funcionamiento del microscopio de Lionel S. Beale en <i>How to Work with the Microscope</i> (segunda edición 1861).....	86
Figura 35. Pleurosigma angulatum (especie marina), fotografía micrográfica realizada por el Dr. R. Zeiss. Publicada en <i>The Microscope and Its Revelations (1856)</i> , de William B. Carpenter's .....	87
Figura 36. Imagen de microscopio electrónico de barrido de color falso que muestra un ejemplo de algas verdes (Chlorophyta) de la microscopista Louisa Howard de Dartmouth College .....	88
Figura 37. Rotíferos observados por Leeuwenhoek en <i>Philosophical Transactions (1705)</i> .....	90
Figura 38. Dibujo sobre el esqueleto de la probóscide (órgano bucal) de la mosca voladora, publicado en la revista <i>Quekett Microscopical Journal, vol.I, enero 1868 a octubre 1869</i> .....	91
Figura 39. Grabado naturalista publicado en la portada de la revista <i>The Penny Magazine, n.º 119, febrero 1834</i> .....	93
Figura 40. Dibujo que describe especies y fósiles marinos, publicado en la revista <i>The Geological Magazine, vol. I, jul-dic de 1864</i> .....	94
Figura 41. Dibujo instructivo sobre el uso de la fotografía aparecido en la revista <i>English Mechanic, vol. ix – n.º 218, mayo 1869</i> .....	95
Figura 42. Imagen sobre la estructura de doble hélice del ADN, publicada en la revista <i>Nature (1953)</i> .....	96
Figura 43. Portada y reportaje del estudio de los órganos vocales a través de rayos X. <i>Popular Science (1930)</i> .....	98
Figura 44. Portada y reportaje de los primeros exploradores que llegaron a la Luna. <i>National Geographic (1969)</i> .....	99
Figura 45. Portadas de la revista <i>Time</i> publicadas en 1883 (energía nuclear, computadoras y SIDA) .....	100
Figura 46. Infográfico premiado por la SND (Malofiej 21) sobre los escombros identificados en la órbita terrestre. Publicado por <i>Scientific American</i> en abril de 2012 .....	101
Figura 47. Infográfico premiado por la SND (Malofiej 21) sobre la mecánica del cuerpo y la física que ayuda a los pingüinos a que se eleven. Publicado por <i>National Geographic</i> en abril de 2012 .....	102
Figura 48. Infográfico sobre los agujeros negros. Publicado por <i>The New York Times</i> el 2 de mayo de 2006.....	106
Figura 49. Resultado de la búsqueda del término “infografía” en Google de 2004 a 2015 .....	114

Figura 50. Resultados de la búsqueda del término “visualización de datos” en Google durante de 2004 a 2015 .....	114
Figura 51. Los ejes de la espiral de la cultura científica de Vogt (2012) .....	122
Figura 52. Documentos primarios almacenados a la UH del programa ATLAS.ti .....	159
Figura 53. Ejemplo de una estructura de códigos y subcódigos .....	160
Figura 54. Ejemplo de asignación de códigos (caja de texto de color) a una unidad de registro (palabras) de un infográfico donde se asignan códigos subordinados (caja de texto en color blanco) que expresa una palabra clave relacionada con el referente semántico.....	162
Figura 55. Ilustración que utiliza la técnica de representación de transparencia. Fragmento del infográfico 2.1 NG 07 .....	204
Figura 56. Ilustración que combina diversas técnicas de representación (transparencia, fragmento y acción Infográfico). Fragmento del infográfico 2.16 NG 12 .....	205
Figura 57. Dibujo esquemático que utiliza la técnica de representación de acción y simultaneidad. Fragmento del infográfico 5.8 SA 15 .....	206
Figura 58. Dibujo esquemático que utiliza la técnica de representación de acción y simultaneidad. Fragmento del infográfico 1.18 DZ 13 .....	206
Figura 59. Imagen sintética que simula eventos o fenómenos científicos. Fragmento del infográfico 5.7 SA 15 .....	207
Figura 60. Imagen sintética generada y calculada por ordenador que simula todas las masas de la Tierra a lo largo de las latitudes y ordenadas por vegetación y uso de suelo. Fragmento del infográfico 1.8 RG 10 .....	208
Figura 61. Mapa vectorial que indica las zonas de color donde se concentran y viven los pájaros paraíso, indicando el rango de elevación que alcanzan. Fragmento del infográfico 2.24 NG 12 .....	209
Figura 62. Fotografía de un ser vivo. Fragmento del infográfico 2.12 LV 13...209	
Figura 63. Fotografía que muestra una región del cerebro a través del uso de instrumentos ópticos o electrónicos (micrografía). Fragmento del infográfico 2.25 NYT 11 .....	210
Figura 64. Diagrama de conexiones de las neuronas de un gusano. Fragmento del infográfico 2.26 NYT 11 .....	211
Figura 65. Mapa raster de la gran barrera de arrecifes de Australia. Fragmento del infográfico 1.11 NG 11 .....	212

Figura 66. Mapa raster que muestra las características topográficas del territorio y uso de suelo de México. Fragmento del infográfico 1.3 NG 07 .....	213
Figura 67. Fragmento del infográfico 5.9 SA 15 que muestra una caricatura de un científico famoso .....	214
Figura 68. Gráfico de datos de frecuencia (KHz) y tiempo (ms). Fragmento del infográfico 2.22 NG 07 .....	215
Figura 69. Gráfico de datos por categorías, donde se compara la capacidad de la memoria del hombre (sinapsis) con el de la Biblioteca del Congreso en su colección impresa (bytes), así como el de la memoria de un ordenador personal (GB). Fragmento del infográfico 2.1 NG 07 .....	217
Figura 70. Infográfico que muestra una estructura híbrida donde se combina la representación de una estructura espacial física y conceptual. Infográfico 2.2 NYT 07 .....	218
Figura 71. Gráfico de serie de tiempo (área) que muestra el período en que empezó la minería de tierras “raras” hasta la actualidad (1956-2008) y su producción en toneladas métricas. Fragmento del infográfico 5.1 NG 11 .....	220
Figura 72. Gráfico de serie de tiempo (líneas) que muestra en promedio los cambios acumulativos ocurridos en el grosor de los glaciares de 16 regiones desde 1977 a 2005. Fragmento del infográfico 1.1 NG 07 ..	221
Figura 73. Gráficos de serie de tiempo (barras) que muestra el historial del número de tormentas ocurridas en Alemania, inundaciones y víctimas por causa de sequías, calor y frío desde 1978 a 2012. Fragmento del infográfico 1.26 DZ 13.....	222
Figura 74. Diagrama de dispersión que señala a los 10 países que más emiten CO2 per cápita. Infográfico 1.31 SA 15 .....	224
Figura 75. Diagrama de dispersión que muestra los 36 países que más emiten CO2 y el porcentaje de tierra que necesitarían para suministrar toda su electricidad a partir de energías renovables. Fragmento del infográfico 1.30 SCMP 15.....	225
Figura 76. Gráfico de barras agrupado que expresa el consumo de energía por tipo de fuente entre Estados Unidos, China y el resto del mundo. Fragmento del infográfico 1.30 SCMP 15.....	226
Figura 77. Gráfico de barras agrupado que muestra el porcentaje de alimentos de origen vegetal y animal que más se consumen en 37 países reunidos por regiones geográficas. Infográfico 2.8 NG 13.....	227
Figura 78. Gráficos de datos estadísticos (de categorías y de serie de tiempo). Fragmento del infográfico 2.15 NG 11 .....	228

Figura 79. Gráfico de datos estadístico de diseño original y de autor. Infográfico 1.23 SCMP 13.....	230
Figura 80. Gráfico de datos estadístico de diseño original y de autor. Infográfico 2.28 SA .....	231
Figura 81. Mapa estadístico que categoriza las regiones geográficas que presentan un mayor índice de riesgo en el mundo. Fragmento del infográfico 1.12 DZ 11.....	233
Figura 82. Mapa estadístico de Hong Kong que muestra el número de la población actual que sería afectada en el supuesto que el agua del planeta aumentará debido al derretimiento de los glaciares. Fragmento del infográfico 1.22 SCMP .....	234
Figura 83. Mapa vectorial que muestra algunas regiones de Sudáfrica que fueron objeto de investigación debido a los altos índices de infectados de Malaria durante 1990 a 2000. Infográfico 2.14 NG 07 .....	235
Figura 84. Imagen sintética relacionada a la estructura interna de una mina que presenta fugas inestables de materia radioactiva. Fragmento del infográfico 1.7 DZ 09.....	236
Figura 85. Infográfico 3.4 NYT 09 que emplea diversos tipos de objetos gráficos con el propósito de profundizar en las diferentes capas informativas del mensaje .....	239
Figura 86. Infográfico 3.4 NYT 09 que emplea diversos tipos de objetos gráficos con el propósito de profundizar en las diferentes capas informativas del mensaje .....	240
Figura 87. Infográfico 1.20 SCMP 13 que emplea diversos tipos de objetos gráficos para profundizar en las diferentes capas informativas del mensaje .....	241
Figura 88. Estructura general del modelo conceptual del tratamiento informativo del ICP .....	261
Figura 89. Diagrama que representa las preguntas periodísticas que más se enfatizan de acuerdo con los diversos planteamientos informativos que presenta la ICP .....	265
Figura 90. Diagrama que representa los objetos textuales y los objetos gráficos de acuerdo con el tipo de correspondencia que expresan los componentes morfosemánticos de la ICP .....	271
Figura 91. Diagrama que representa las funciones comunicativas de los conjuntos A, B y C a través de cuatro dimensiones (ñ, o, p y q) .....	291

## Índice de tablas

Tabla 1. Ejes de análisis del tratamiento informativo de la ICP en el contexto la DMCyT .....	14
Tabla 2. Términos utilizados por países y regiones para referirse a la cultura científica de acuerdo con Godin y Gingras (2000).....	119
Tabla 3. Ejemplo de plantilla de análisis cualitativo del planteamiento informativo de la infografía científica de prensa .....	143
Tabla 4. Ejemplo de plantilla de análisis cualitativo de la forma comunicativa de la infografía científica de prensa .....	144
Tabla 5. Ejemplo de plantilla de análisis cualitativo de la función comunicativa de la infografía científica de prensa .....	150
Tabla 6. Indicadores generados en el planteamiento informativo de la infografía científica de prensa .....	154
Tabla 7. Indicadores generados de la forma comunicativa de la infografía científica de prensa .....	155
Tabla 8. Indicadores generados de la función comunicativa de la infografía científica de prensa .....	156
Tabla 9. Planteamiento informativo y actores.....	163
Tabla 10. Planteamiento informativo y temporalidad.....	165
Tabla 11. Planteamiento informativo y espacio físico.....	167
Tabla 12. Planteamiento informativo y acción comunicativa .....	169
Tabla 13. Planteamiento informativo y fuentes de documentación .....	171
Tabla 14. Forma comunicativa, objetos textuales y objetos gráficos .....	172
Tabla 15. Función comunicativa y funciones que expresan poca relación .....	175
Tabla 16. Función comunicativa y funciones que expresan relación .....	176
Tabla 17. Función comunicativa y funciones que van más allá del texto .....	178
Tabla 18. Planteamiento informativo, actores y recurrencia por grupo .....	182
Tabla 19. Planteamiento informativo, temporalidad y recurrencia por grupo ..	184

Tabla 20. Planteamiento informativo, espacio físico y recurrencia por grupo .	186
Tabla 21. Planteamiento informativo, acción comunicativa y recurrencia por grupo .....	188
Tabla 22. Planteamiento informativo, fuentes de documentación y recurrencia por grupo .....	191
Tabla 23. Forma comunicativa, objetos textuales y recurrencia por grupo .....	195
Tabla 24. Forma comunicativa, objetos gráficos y recurrencia por grupo .....	202
Tabla 25. Función comunicativa, funciones que expresan poca relación con el texto y recurrencia por grupo .....	242
Tabla 26. Función Comunicativa, funciones que expresan relación próxima al texto y recurrencia por grupo .....	244
Tabla 27. Función Comunicativa, funciones que van más allá del texto y recurrencia por grupo .....	247
Tabla 28. Relación de las acciones comunicativas que concurren en cada grupo .....	257
Tabla 29. Dimensiones del modelo conceptual del tratamiento informativo de la ICP .....	259
Tabla 30. Tratamiento de los objetos textuales del conjunto A .....	274
Tabla 31. Tratamiento informativo de los objetos textuales del conjunto B.....	276
Tabla 32. Tratamiento informativo de los objetos textuales del conjunto C ....	279
Tabla 33. Tratamiento informativo de las etiquetas de texto de los conjuntos A, B y C.....	282
Tabla 34. Objetos gráficos de correspondencia literal.....	284
Tabla 35. Objetos gráficos de correspondencia literal y convencional.....	288
Tabla 36. Objetos gráficos de correspondencia convencional .....	289
Tabla 37. Funciones comunicativas de la ICP.....	296





# CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Planteamiento del problema de investigación

La infografía en la prensa escrita ha sido estudiada por algunos autores desde la perspectiva de la Teoría del periodismo en el marco de la Teoría de los géneros periodísticos. A partir de este contexto, se han establecido un conjunto de conocimientos para definir y describir su estructura periodística, así como las propiedades discursivas que la han llevado a ser considerada como un nuevo formato dentro del género informativo.

Estos estudios en términos generales, definen la estructura formal que presenta la infografía periodística dentro del género informativo (narrativo y descriptivo), adquiriendo una equivalencia de funcionamiento equiparable a la de cualquier noticia periodística (dimensión objetiva) al responder a una serie de preguntas que reúnen los datos sustanciales que contiene el mensaje periodístico dirigidos por las 6W: *qué, quién, cuándo, dónde, cómo, por qué y para qué* (Borrás y Caritá, 2000).

No obstante, la estructura formal de la infografía de prensa desde un contexto de especialización periodística, presenta menor recurrencia de estudio (dimensión subjetiva), sobre todo en los discursos de Ciencia y Tecnología (CyT) dirigidos a un público no especialista.

A pesar de que la infografía de prensa ha logrado un desarrollo sustancial para emprender procesos de divulgación y transferencia del conocimiento relativo a la CyT, con propiedades y cualidades específicas (métodos y técnicas) a partir de la configuración de signos de naturaleza icónica (figurativos) con otros de naturaleza abstracta (no figurativos), se le han dedicado recursos de investigación insuficientes, contrario a lo que suele suceder con los discursos verbales de CyT.

En este contexto desfavorable, el estudio de los mecanismos que emplea el periodismo científico y la divulgación de la ciencia, desde un marco de actuación donde intervienen los sistemas verbales y no verbales, como lo es la infografía científica de prensa, parecen pertinentes y necesarios.

La ausencia de estudios que existen en este campo, refleja una creciente necesidad por parte de las empresas periodísticas de ofrecer servicios informativos cada vez menos generalistas de acuerdo con el perfil y las exigencias que enfrentan los usuarios, así como la tendencia de especialización de la comunicación en medios, tanto en contenidos como en profesionales (Camacho, coord. 2010, p.11).

Tal como lo apunta Cairo (2017), la infografía periodística ha experimentado en la última década y media diversas transformaciones e innovaciones tecnológicas vinculadas a la visualización de datos, tanto cuantitativos como cualitativos. Esta tendencia de acuerdo con el autor, ha sido favorecida por la reciente incorporación de perfiles profesionales especializados en ciertas redacciones de prestigio, lo cual ha marcado una ruta de trabajo hacia la creciente especialización de la infografía de prensa desde un enfoque actuación analítica, donde predomina el “uso de bases de datos y herramientas y técnicas heredadas de la visualización y diagramación científicas” (Cairo, 2008, p.29).

En este escenario, la infografía como producto periodístico se ha convertido en uno de los llamados retos profesionales del periodismo contemporáneo, esto se debe en gran parte, a los nuevos formatos que ha adquirido con la evolución de los medios (formatos digitales e interactivos); los cambios que se han gestado en el tratamiento de la información estrechamente relacionados con el periodismo de datos, la visualización científica y tecnológica, así como la innovación de nuevos recursos visuales que han llevado a que muchos profesionales se cuestionen si son los medios adecuados para hacer más comprensible la información, debido a la constante búsqueda y exploración de nuevas formas y estilos para representar datos por parte de los infógrafos.

De acuerdo con Dur (2014), las mejoras tecnológicas en el campo de la visualización de información surgidas en los últimos treinta años, han traído como consecuencia un aumento de volumen de datos y transferencia de información, y a su vez, ha generado la necesidad de que hoy en día se requiera más información diseñada a través de infografía y/o visualización de datos.

Por su parte, el tratamiento de la información tecnocientífica que circula en los sistemas informativos a través de la infografía periodística, no ha sido ajena a estas transformaciones, ya que se observa de igual manera nuevas formas para modular, expresar y abordar la información tecnocientífica en los medios impresos. En este sentido, la infografía científica de prensa, ha adquirido nuevos desafíos vinculados con la legibilidad y la recepción inteligible del mensaje por parte del lector (en formatos estáticos, de movimiento e interactivos), además de afrontar la configuración de un nuevo perfil profesional de la comunicación, al que se le exige una mayor formación y cualificación especializada.

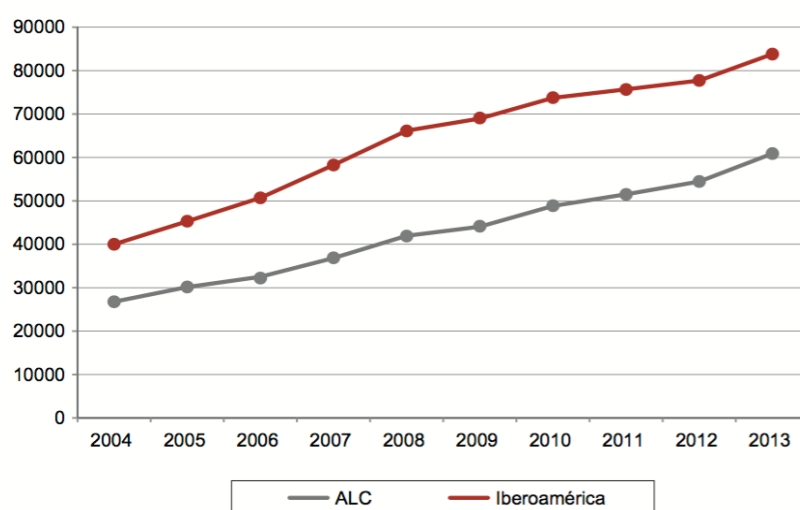
Tal como lo apunta Jen Christiansen, directora de arte de los gráficos informativos de la revista *Scientific American* - en una entrevista realizada por Tsunemoto (2015) en la revista *Storybench* - uno de los mayores retos que desempeña su equipo trabajo (especializado y multidisciplinario en el área de gráficos sobre ciencia) es el convertir, transformar y traducir las cifras de los científicos, gráficos y diagramas en historias visuales con el propósito de que puedan ser entendidas por una comunidad amplia. Christiansen destaca la importancia de los gráficos para reflejar con precisión la ciencia, sobre todo, cuando las fuentes provienen de artículos o datos científicos donde se debe realizar una interpretación de la realidad y mostrarla correctamente. A esto se suma, la preocupación por hacer una revisión exhaustiva del proceso de visualización de la ciencia y datos con el objeto de comunicar con integridad y precisión.

El estudio de los diversos relatos informativos de la infografía científica, sin duda, representan una coyuntura de análisis y caso de estudio necesario para revelar y extraer concretamente cuales son los métodos y las técnicas que actualmente utiliza la prensa para potenciar y emprender procesos de divulgación y transferencia del conocimiento relativo a la CyT producidos en una sociedad.

## 1.2. Importancia del tema de investigación

La cultura científica en la última década se ha convertido en un tema muy discutido en todos los niveles del discurso público en los países de la OCDE. Las políticas científicas y tecnológicas desarrolladas en los últimos años, han incluido a la 'cultura científica' como uno de sus principales objetivos. En este escenario, las naciones iberoamericanas han manifestado una reciente sensibilización institucional por la ciencia y la tecnología como motor de desarrollo económico y social, así como la necesidad de aumentar el nivel de la cultura científica entre los ciudadanos. En consecuencia, se han implantado en diversos países distintas metodologías diseñadas para medir la percepción pública de la ciencia y la cultura científica con el objeto de medir y reflejar la realidad social de la región.

Por su parte, América Latina y el Caribe (ALC) han fortalecido las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) durante los últimos diez años, y a su vez, han incrementado sustancialmente la inversión en Investigación y Desarrollo Experimental (I+D). En este último rubro, se estima que la inversión en I+D de ALC pasó de casi 27 mil millones de dólares (medidos en PPC) en 2004 a más de 60 mil millones en 2013, obteniendo un crecimiento del 126% de acuerdo con el último informe del Estado de la Ciencia en la edición 2015 publicado por la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

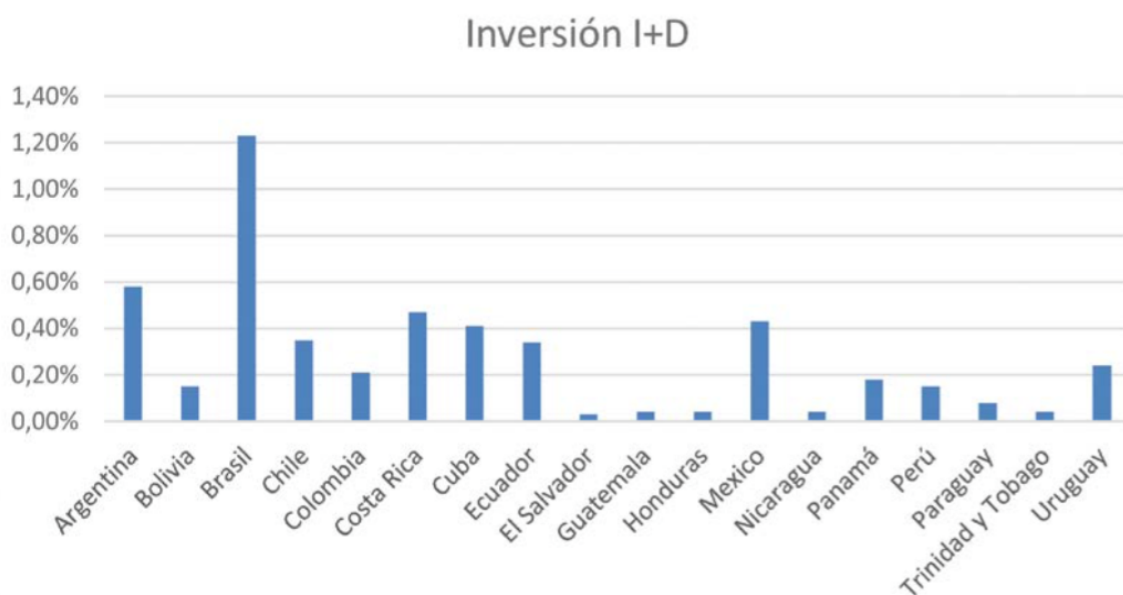


**Figura 1. Evolución de la inversión en I+D de ALC e Iberoamérica en período 2004-2013.**

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), 2015.

Si bien los esfuerzos señalados anteriormente marcan una evolución positiva, existe una gran disparidad con respecto al escenario que se percibe internacionalmente. En este sentido, se estima que América Latina cuenta apenas con 270,8 mil científicos calculados en el 2013, frente a 1726,3 científicos en la Unión Europa y 1433,3 en América del Norte (Unesco, 2015). La cantidad de investigadores es casi seis veces inferior a diferencia de los países desarrollados.

La inversión en I+D de ALC en términos globales únicamente representa el 3,5 % del total mundial. Además, la intensidad de I+D se concentra en unos cuantos países (Brasil, Argentina, Costa Rica y México). Brasil por su parte, es el único país que invierte más del 1 % de su propio Producto Interno Bruto (PBI) en I+D, el resto de los países señalados destinan un porcentaje muy por debajo de este número (RICYT, 2015).

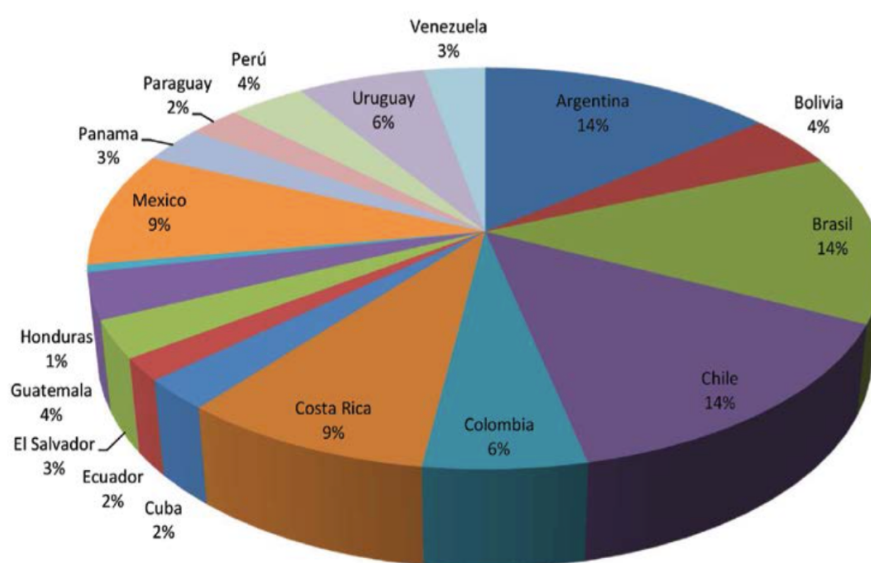


**Figura 2. Intensidad de I+D de ALC. RICYT, 2015**

De acuerdo con la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en ALC (RedPOP) y la Oficina Regional de Ciencias de la UNESCO para ALC a través de su más reciente publicación “Políticas públicas e instrumentos para el desarrollo de la cultura científica en América Latina” (2016), se desprende que: “los países que han puesto en marcha el mayor número de instrumentos de

política para el fortalecimiento de la cultura científica en América Latina, son lo que resultan ser los con la mayor intensidad de I+D y mayor grado de tradición científica y tecnológica en la región” (RedPOP, 2016, p. 26).

Las políticas implantadas a favor del fortalecimiento de la cultura científica en ALC, se gestionan primordialmente a través de los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología (ONCYTs) de cada país, los cuales se han encargado en los últimos años de poner en marcha diversas iniciativas, programas y mecanismos para dar un mayor fortalecimiento a esta labor. En este sentido, se puede reconocer que actualmente los gobiernos latinoamericanos están acrecentando gradualmente los apoyos al fortalecimiento de la cultura científica, y en consecuencia, es un tema que está transitando un momento de apogeo en las agendas y políticas públicas en grados distintos y dependiendo del desarrollo de cada país (Fernández, Bello y Massarani, 2016).



**Figura 3. Instrumento de políticas para el fortalecimiento de la cultura científica en América Latina por país (2015)**

Fuente: Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en ALC (RedPOP) y la Oficina Regional de Ciencias de la UNESCO para ALC. 2016.

Paralelo a estos programas, se han desarrollado iniciativas internacionales y regionales que promueven el periodismo científico. Algunos de estos programas son liderados por organismos internacionales como la UNESCO a través de la RedPOP creada en 1990, la Red Iberoamericana de

Monitoreo y Capacitación en Periodismo Científico creada en 2009 por el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), la Red de Ciencia y Desarrollo (SciDev.Net) creada en el 2001 en Londres con oficinas regionales en América Latina, el Programa Interamericano de Periodismo Científico de la Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Organización de los Estados Americanos (OEA), entre otros.

En un contexto regional, se encuentran las asociaciones dedicadas al fortalecimiento de la comunicación y el periodismo científico en América Latina (AL) como: la Asociación Iberoamericana de Periodismo Científico (AIPC) creada en 1969, la Asociación Latinoamericana de Investigadores de la Comunicación (ALAIIC) creada en 1978 en Caracas Venezuela, la Asociación Chilena de Periodistas Científicos (ACHIPEC) fundada en 1976, la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, A.C. (SOMEDICyT) fundada en 1986, la Asociación Boliviana de Investigadores de la Comunicación Científica (ABOIC) creada en 1999, la Asociación Peruana de Editores Científicos creada en 2005 y la Red Mexicana de Periodistas de Ciencia creada en 2016, entre otros.

Los organismos internacionales promueven primordialmente el periodismo científico a través de iniciativas colaborativas y de vinculación con instituciones, asociaciones y organismos públicos de la región para llevar a cabo prácticas de formación y capacitación en divulgación y periodismo científico. Asimismo, se desarrollan estudios y recopilaciones de datos con metodologías propias para analizar y evaluar la cobertura de la ciencia y el impacto en la opinión pública y en los medios de comunicación de ALC.

Las asociaciones regionales por su parte, funcionan como mecanismos de formación y capacitación de recursos humanos a través de seminarios, talleres, congresos, etc. En ambos tipos de entidades (internacional y regional) se llevan a cabo iniciativas encaminadas a fortalecer las “buenas prácticas” de la promoción de la cultura científica en el campo de la educación, la divulgación y el periodismo científico de la región.

Estas iniciativas en términos generales pretenden subsanar las insuficiencias reflejadas en el ejercicio profesional y académico del periodismo

científico, así como las carencias en la manera en que es generada y difundida la información de CyT. De acuerdo con Duran (2010), el periodismo científico apenas empieza a cobrar relevancia y a aparecer en los programas de formación de algunas facultades, en pregrado y en posgrado, además “son pocos los periódicos en AL que dedican secciones o páginas específicas a notas de CyT y las que son publicadas no son de contribución nacional, esto es debido a que los diarios en la región en gran parte no cuentan con suficientes recursos humanos especializados en periodismo científico” (Duran, 2010, p. 6).

Desde esta perspectiva, se asume que la ‘cultura científica’ en los países de ALC, requiere de un mayor fortalecimiento en la difusión y divulgación del discurso de CyT a través de los principales medios masivos de información, los cuales en la mayoría de los casos, se convierten en la única vía para llegar a la mayoría de las poblaciones.

La prensa escrita por su parte, sigue siendo el medio más utilizado por los investigadores y divulgadores para llevar a cabo procesos de construcción y recontextualización del discurso científico y tecnológico mediático. La formación especializada en este campo, acorde con las tendencias mundiales en materia de la visualización de datos e infografía, pueden ser factores cruciales que contribuyan a mejorar y desarrollar estrategias divulgativas de mayor impacto con el propósito de contribuir a la circulación social del conocimiento científico en la sociedad, situación que permitirá que los individuos participen de alguna manera en las aspiraciones y tareas de una parte de la sociedad que dispone del poder científico y tecnológico (Calvo, 1997).

Frente al riesgo de ver a la ciencia subyugada por el poder, o viceversa, es necesario subordinar el poder a los ciudadanos. Para ello, es necesario "desarrollar una cultura científica y técnica de masas", en la que jugarán un papel esencial los medios de comunicación escritos y audiovisuales (Calvo, 1997, p. 39).



### **1.3. Objeto de estudio**

El objeto de estudio de esta investigación se orienta concretamente en el tratamiento informativo de los mensajes de CyT de la infografía de prensa desde la perspectiva de la Periodística. El estudio de estos mensajes se delimita a través de una infografía de prensa como producto de un trabajo de documentación (y no producto de la inmediatez de la noticia científica) en formatos estáticos y en soportes impresos (periódicos y revistas), ya que son los medios que representan una mayor tradición por parte de los divulgadores y periodistas para llevar a cabo procesos de construcción y recontextualización del discurso científico y tecnológico en los medios de comunicación.

En este sentido, queda fuera de nuestro objeto de estudio la infografía científica en formatos dinámicos o animados (audiovisual) e interactivos. Estos dos últimos formatos representan un caso de estudio con características y propiedades distintas a la de los formatos estáticos, aunque procedan y coincidan en algunas pautas similares de trabajo, son campos que aún se encuentran en proceso de exploración, como es el caso de la infografía interactiva.

### **1.4. Hipótesis**

Esta investigación parte de las siguientes tres hipótesis de trabajo:

- a) HIPÓTESIS I: La ICP presenta diversos planteamientos informativos que reflejan diversas modalidades para tratar los mensajes de CyT.
- b) HIPÓTESIS II: La ICP presenta nuevas formas y recursos de expresión (morfología) vinculadas a las innovaciones tecnológicas ocurridas en las últimas décadas en materia de visualización de científica y de datos.
- c) HIPÓTESIS III: La ICP presenta diversos valores funcionales: a) ser un mecanismo de traducción de los temas relativos a la CyT, b) emprender procesos de visualización de datos relacionados al quehacer de la CyT y c) recontextualizar el saber científico en un público no especialista.

## 1.5. Objetivos de investigación

- a) El primer objetivo es desarrollar un contexto histórico general sobre el papel que ha desempeñado la imagen científica en las publicaciones editoriales y de prensa en la divulgación de la ciencia en Occidente, como antecedente de la Infografía científica de prensa.
  
- b) El segundo objetivo es analizar el tratamiento informativo de la ICP de reconocimiento internacional desde el punto de vista de la Periodística, estudiando los diversos planteamientos informativos que presenta, así como la configuración de sus componentes y las relaciones que se dan entre ellos para emprender procesos de transferencia y divulgación de los hechos relativos a la CyT dirigidos a un público no especialista. Posteriormente, se pretende contrastar los resultados de dicho análisis con diversos estudios especializados en periodismo visual y periodismo científico. Esto permitirá llegar a conclusiones concretas desde dos aproximaciones de estudio: en el primero se ratificará o rectificará las formas y modalidades de expresión de la ICP a partir de los principios de diseño y producción del lenguaje icónico procedentes de los estudios relacionados al periodismo visual y el segundo, se identificará la presencia o ausencia de estrategias discursivas que posibiliten la recepción efectiva de los mensajes de CyT en la ICP procedente de los estudios desarrollados en periodismo científico.
  
- c) Como tercer objetivo se pretende extraer y sistematizar los métodos y técnicas utilizadas en el tratamiento informativo de la ICP para llevar a cabo una divulgación eficaz desde tres ámbitos diferentes: 1) planteamiento informativo (estructura y propiedades discursivas), 2) forma comunicativa (forma y modalidades de expresión) y 3) función comunicativa (recepción efectiva de los mensajes de CyT a través de las relaciones funcionales que desempeñan sus componentes). La finalidad que se pretende de este objetivo es construir un modelo conceptual del tratamiento informativo de la ICP que contribuya y proporcione un

modelo de valor práctico que ayude a mejorar la adecuada dimensión y densidad de los mensajes de CyT (configuración de los componentes morfosemánticos) de acuerdo con el contexto comunicativo en el que se circunscribe.

## **1.6. Metodología**

La metodología general de este proyecto de investigación se enmarca dentro del paradigma cualitativo a través de un enfoque de investigación fundado en un marco interpretativo, donde se busca comprender las interacciones y los significados simbólicos construidos por el hombre a través de la ICP dentro del contexto de la Divulgación Mediática de la Ciencia y Tecnología (DMCyT).

La metodología cualitativa encaja con los objetivos de este proyecto de investigación debido a que en esencia se busca llegar a la comprensión y explicación de una realidad considerada desde sus aspectos particulares como fruto de un proceso histórico de construcción (Pérez, 2001). Esta realidad no está en los elementos, sino en las relaciones que se dan entre ellos.

### **1.6.1. Procedimientos metodológicos previos**

**Entrevistas exploratorias.** Para situar el tema de investigación propuesto desde la visión global y heterogénea de los especialistas se realiza durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2013 una serie de entrevistas a académicos y profesionales con una amplia trayectoria en campo de la infografía: Alberto Cairo, Joan Costa, José Luis Valero Sancho, Juan Carlos Dürsteler y Gonzalo Peltzer. Estas entrevistas no tuvieron como objetivo recolectar o analizar datos precisos, sino más bien, abrir pistas de reflexión, ampliar horizontes de lectura, tomar conciencia de las dimensiones y los aspectos del problema. En todos los casos, los entrevistadores manifestaron un gran interés por el tema, y sobre todo, coincidieron en aclarar la polisemia que presenta el término de infografía y los diversos enfoques que puede adoptar desde diversos campos de estudio. También destacaron la importancia y el

valor de la infografía periodística en los procesos de comunicación y divulgación de la CyT.

**Muestra de tanteo.** Durante esos mismos meses se recogen y respaldan un total de 1,000 infografías científicas de diversos periódicos y revistas de ámbito internacional. La observación y análisis de estos documentos nos lleva a determinar que existen una gran multitud de infografías periodísticas que no cuentan con un proceso de documentación exhaustivo en su producción, y por lo tanto, se observa que son infografías producto de la nota del día que se producen debido a la inmediatez con que se generan las noticias para cumplir con los tiempos en que debe aparecer en la edición que se tiene en marcha. Esta situación nos lleva a establecer criterios de selección de la muestra a estudiar.

### **1.6.2. Selección de la muestra y período de estudio**

La investigación se realizó a partir de un corpus integrado por 100 infografías científicas publicadas en prensa durante la última década transcurrida en el período de 2006 al 2016. Este corpus proviene de periódicos y revistas que han recibido reconocimiento internacional por su destacado trabajo en la producción y diseño de infografías científicas en formato impreso, de acuerdo con los datos publicados en las listas de premiación que cada año publica la SND a través de los premios Malofiej. Se tomaron como referencia los periódicos y revistas que han ejercido una labor relevante y eficaz en el campo de la divulgación de la ciencia y el periodismo científico, empleando como herramienta y/o producto comunicativo a la infografía de prensa:

- National Geographic (Estados Unidos)
- Scientific American (Estados Unidos)
- The New York Times (Estados Unidos)
- South China Morning Post (China)
- La Vanguardia (España)
- Editora Globo, Revista Época (Brasil)
- Diet Zeit (Alemania)
- Geo Cosmos Weltspiel (Alemania)

La selección de las unidades de muestra se basa en un tipo de muestreo de casos críticos (Patton, 2002), donde se considera importante seleccionar un tipo de infográfico fundado en un trabajo de documentación a través de cinco grupos temáticos: 1) la meteorología, el medioambiente y las catástrofes naturales, 2) la biología, la salud y la medicina, 3) la astronomía y los temas espaciales, 4) la tecnología y los artefactos tecnológicos y 5) Otros. En este último apartado se propone incluir trabajos sobre temas relacionados a las matemáticas, química, la física, entre otros. Estos grupos temáticos representan los asuntos de mayor recurrencia en la infografía científica de prensa (Cortiñas, 2010).

La conformación del corpus no ha pretendido hacer una elección que se convirtiera estrictamente representativa del total de las infografías científicas que se publican en los periódicos y revistas seleccionados, debido a que es muy variable el número de infografías científicas que se publican en cada medio y en muchos casos el tema científico que se aborda en el infográfico se encuentra sujeto a los temas científicos que adquieren una mayor relevancia e interés durante un cierto tiempo. Por lo anterior, se ha tomado una temporalidad amplia (2006 al 2016) con el objeto de recopilar una muestra que integrará una riqueza temática de acuerdo con los cinco grupos temáticos señalados con anterioridad. El corpus se ha seleccionado basándose en la capacidad de proporcionar información rica y relevante para el estudio (González y Barrios, 2012).

La totalidad de las unidades de muestreo no se adjuntaron en esta investigación a causa de su volumen. No obstante, en los anexos se puede identificar una ficha informativa, donde se registra el campo temático al que pertenece, el título del infográfico, el nombre del periódico o revista donde se publica, así como el número del volumen (para el caso de las revistas), el idioma, país, fecha de publicación y número de página(s) a la que corresponde.

### 1.6.3. Técnica de investigación

Una vez que se configuró el corpus de infografías en estudio, el análisis del tratamiento informativo de la ICP se realizó mediante la técnica de análisis de contenido -desde un enfoque cualitativo- con el objeto de generar indicadores por medio de procedimientos sistemáticos y objetivos que describieran los contenidos de los mensajes de la ICP desde la perspectiva de la Periodística, permitiendo así, la inferencia de conocimientos relativos a las condiciones de producción de los mensajes (Bardin, 1986). Por cuestiones de alcance y tiempo quedó fuera de nuestro alcance de estudio el análisis y recepción de los mensajes por parte de los lectores.

El análisis de contenido cualitativo de esta investigación se funda en la lógica y combinación de categorías, pero con inferencias cuantitativas a partir de la recurrencia de aparición de indicadores, que en conjunto, ayudaron a conformar y procesar datos relevantes para ser interpretados por inducción analítica. La inducción analítica no es un método en el sentido de una técnica o procedimiento específico, sino más bien una metodología en el sentido de una forma o lógica de razonamiento sobre las afirmaciones generadas a partir de los datos. Los procedimientos lógicos de razonamiento para obtener los resultados de esta investigación implicaron el análisis de los datos en busca de categorías de fenómenos y de relaciones entre ellos. Para tal fin, se desarrollaron hipótesis de trabajo a partir de casos iniciales que derivaron de una submuestra de datos para proceder a probar o cambiar las hipótesis, integrando casos de datos adicionales (Montgomery y Duck, edit. 1991).

La técnica de análisis de contenido se empleó concretamente para estudiar tres ejes de análisis en las unidades de muestra, tomando como punto de partida las siguientes categorías de estudio:

**Tabla 1. Ejes de análisis del tratamiento informativo de la ICP en el contexto la DMCyT**

Categorías de estudio del tratamiento informativo de la ICP		
Planteamiento Informativo	Forma Comunicativa	Función Comunicativa
1. <i>¿Qué se dice?</i>	2. <i>¿Cómo se dice?</i>	3. <i>¿Para qué se dice?</i>

Fuente: Elaboración propia

A partir de la delimitación de estas categorías se inició una fase exploratoria y de apertura mental para comprender la estructura y los componentes informativos utilizados en las unidades de muestra. Esta fase remite a un preanálisis que de acuerdo con Bardin (1986), corresponde a un período de intuiciones que tiene como objeto la operacionalización y sistematización de las ideas de partida para poder llegar a un sistema preciso de desarrollo de las operaciones sucesivas a un plan de análisis (Bardin, 1986, p. 71).

Esta fase permite identificar la señalización de índices (señal de una cosa) utilizando como método el deductivo e inductivo (mixto). Para ello, se realiza una primera inmersión cualitativa durante el mes de julio de 2014 a enero de 2015 a una submuestra integrada por 50 infográficos, donde se utiliza una plantilla de registro con el propósito de recoger información básica de acuerdo con las categorías de estudio señaladas.

En la primera etapa de inmersión cualitativa se generó un listado exhaustivo de palabras, términos y frases clave en las categorías de estudio con el propósito de clasificar estos conceptos en términos concretos, siguiendo un criterio de similitud semántica. Este proceso de trabajo no solo ayudaría a determinar las variables críticas necesarias para identificar indicadores y rasgos particulares del tratamiento de la información de las unidades de muestra, sino también, ayudaría a conformar un instrumento de recolección de datos susceptible de cuantificar y poner a prueba su viabilidad.

Para probar la viabilidad del diseño del instrumento de recolección de datos se aplicó al total de las unidades de muestra (se agregaron 50 unidades más para completar el conjunto total de las unidades de muestra), utilizando como herramienta instrumental el programa informático ATLAS.ti (1.0.41) durante el mes de febrero de 2015 a enero de 2016.

Los resultados obtenidos (datos arrojados) se analizaron desde un enfoque cualitativo por inducción analítica, identificando hallazgos relevantes (grupos de muestra con características y propiedades diferentes). De este proceso de análisis surgió la necesidad de realizar una segunda etapa de estudio para analizar de manera pormenorizada las características y

propiedades específicas de los diferentes grupos de unidades de muestra identificados en la primera inmersión cualitativa. Para ello, se puso de nuevo en funcionamiento el instrumento de recolección de datos con el propósito de obtener resultados específicos. Posteriormente, los resultados obtenidos se contrastaron con otros estudios concretamente dentro del marco del periodismo visual y el periodismo científico para rectificar los tres ejes de estudio analizados.

Como último procedimiento, se desarrolló una propuesta de un modelo conceptual del tratamiento informativo de la ICP a partir de los resultados, inferencias e interpretaciones desarrolladas como resultado final del proceso de investigación. Esta propuesta se obtuvo por medio de inducción analítica.



## **CAPÍTULO 2. CONTEXTO HISTÓRICO DE LA IMAGEN CIENTÍFICA EN LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA**

A partir del siglo XV, la divulgación de la ciencia en Occidente encontró por primera vez los medios intelectuales (científicos divulgadores) y tecnológicos (desarrollo de la imprenta) que facilitaron su diseminación, utilizando como principal fuente a los sistemas verbales (lenguaje escrito). Por el contrario, la implementación de los sistemas no verbales (lenguaje visual) en la divulgación de la ciencia, se enfrentaron con limitaciones técnicas para su reproducción, difusión y propagación; aun a pesar de que las técnicas de reproducción de imágenes fueron mejorando con el tiempo, los procesos de impresión continuaron siendo laboriosos, tardados y costosos, reduciendo considerablemente su presencia en las publicaciones editoriales y de prensa, hasta llegar el siglo XX.

La historia de la divulgación de la ciencia fue transcurriendo por diversas etapas, entre las que se configuraron algunas tradiciones propias (Cortiñas, 2009), donde el desarrollo de la imagen científica desempeñó un papel fundamental y crucial en la construcción social de la ciencia, debido a la función social que desempeña como soporte de la comprensión y vehículo de razonamiento de la ciencia en las sociedades modernas.

Su historia se enfatiza y delimita a partir de tres períodos de revoluciones racionalistas que abarcan diversos movimientos intelectuales y culturales, donde la ciencia y su divulgación despuntaron de manera inigualable: la primera nace de la difusión de las ideas humanistas que transformaron una nueva concepción del hombre y de su mundo a través de la ciencia del Renacimiento (XV-XVI), la segunda surge de las ideas revolucionarias e intelectuales mediante las luces de la razón reflejadas en la ciencia de la Ilustración (XVIII-XIX), y la tercera, toma como referencia la ciencia anglosajona a partir de la Revolución Industrial (XVIII-XIX) hasta llegar al siglo XX (Cortiñas, 2009).

A partir de este contexto, este trabajo se divide en tres partes. La primera parte, pretende esbozar una línea conductora de los principales científicos y

divulgadores de la Italia del Renacimiento que emplearon, promovieron y difundieron el uso de la imagen como herramienta y vehículo de razonamiento de ciencia a través de los medios impresos (publicaciones editoriales, mapas, entre otros). Se destacan las principales disciplinas que promovieron la creación de la imagen científica, en consecuencia, de las primeras observaciones realizadas (método de investigación) y documentadas bajo un ojo crítico y sistemático en la astronomía, la anatomía y la geografía.

La segunda parte, se delinea a partir de los científicos y divulgadores que manifestaron una intensa actividad científica y de divulgación en la Francia de la *Ilustración*, sobre todo, a través de las publicaciones editoriales y de prensa (libros, enciclopedia, revistas científicas y prensa), donde la imagen científica desempeñó un papel fundamental para comprender el mundo por medio de la razón fundamentada en la sistematización y cuantificación de los hechos observados, destacando disciplinas como la estadística (rama de las matemáticas) y las relacionadas a las ciencias naturales o historia natural, tales como: la biología, botánica, la geología, la paleontología, entre otras.

La tercera parte, toma como referencia histórica el auge de la ciencia anglosajona nacida en Gran Bretaña a partir de la Revolución Industrial hasta llegar al siglo XX, un período que inicia con una intensa actividad científica y de divulgación vinculado al desarrollo industrial y tecnológico como motor de crecimiento económico y comercial. Posteriormente, a partir del siglo XX, este modelo de divulgación británica se extrapoló al angloamericano, logrando así por parte de los Estados Unidos, un nuevo modelo de actuación independiente que controlaría todos los campos del saber, entre ellos, el dominio y la circulación de la información en el mundo a través de los medios de comunicación de masas (prensa, cine, radio, televisión e internet) (Cortiñas, 2009).

En este contexto, se destaca el papel que desempeñaron las publicaciones editoriales y de prensa (libros, revistas y periódicos) en la divulgación de la ciencia, distinguiendo los temas científicos más relevantes a partir del siglo XVIII al siglo XX, donde la imagen científica se popularizó por primera vez en una audiencia más amplia (incluida la de niños y mujeres), utilizando diversos canales de comunicación.

Finalmente, en cada apartado se desarrollan conclusiones, distinguiendo los tipos de imágenes científicas más representativas de cada período, así como las funciones comunicativas que desempeñaron de acuerdo con el contexto social de la época.

## **2.1. La imagen científica en la Italia del Renacimiento**

La ciencia de la Italia del Renacimiento refleja un período de transición entre la Edad Media y los inicios de la Edad Moderna. Un período donde se manifiesta una clara intención por recuperar el saber de la antigüedad clásica orientado hacia la búsqueda del conocimiento y la verdad, frente a la doctrina teocéntrica engendrada durante la Edad Media, caracterizada por una mentalidad rígida y dogmática establecida en Europa en el año 476 hasta 1492.

Las condiciones culturales, intelectuales y políticas que se asentaron en este período en la península italiana, dieron origen al desarrollo de la ciencia moderna y las primeras manifestaciones de su divulgación. La tradición clásica fue la base de cultivo de la ciencia durante esta época, sin embargo, con el tiempo algunos de estos planteamientos empezaron a adquirir vigencia y se enfrentaron con aspectos particulares de los mismos, dando origen a diversas disciplinas científicas modernas (Líter, Sanchis y Herrero, 1992).

La ciencia del renacimiento, basó sus fundamentos teóricos bajo los ideales provenientes de una ontología aristotélica donde existía una gran diversidad de cosas imposibles de suceder. A pesar de que la ciencia de este período enriqueció la manera de concebir el mundo, el Renacimiento se encontró sin física, sin mecánica y con una ontología un tanto mágica, donde no existía posibilidad alguna de decidir si algo era posible o no. Por lo tanto, fue un período previo al ideal de la ciencia, y por el contrario, fue el ideal de la retórica (Koyre, 1978).

No obstante, la recuperación de la vieja literatura griega y latina, ya había advertido de la necesidad de seguir un método con un conjunto de reglas o axiomas que debían de conducir a un fin propuesto. Esta premisa, poco a poco afianzó las bases del método científico en este período, el cual llevaría más adelante al filósofo, matemático y físico francés René Descartes (1596-1650) a

definir por primera vez unas reglas para dirigir bien la razón y buscar la verdad en las ciencias en su obra el *Discurso del Método* (1673). Una obra que asentó las primeras luces del umbral de la Revolución Científica (XVI-XVII).

Por otro lado, el perfeccionamiento de la imprenta durante el siglo XV, logró que la ciencia del Renacimiento dispusiera de los medios técnicos para facilitar su diseminación, y aunque no de manera inmediata, consiguió incrementar la alfabetización en las sociedades de Europa Occidental. Eisenstein (2005) argumenta el papel que desempeñó la imprenta como factor determinante y condición necesaria para que existiera lo que hoy se entiende como ciencia moderna, debido a que a través de este invento se conformaron los procesos de uniformación, preservación y acumulación del conocimiento científico.

La impresión del libro incunable durante el siglo XV, fue uno de los primeros intentos que propiciaron la reproducción impresa del texto (lenguaje escrito), mientras que el de la imagen (lenguaje visual), se encontró limitada por la elaboración de dibujos manuales y el uso de la técnica de impresión xilográfica, proceso de impresión laborioso, costoso y poco accesible.

Los científicos que más destacaron en esta época por sus contribuciones al desarrollo de la ciencia y por llevar a cabo una labor de visualización de algunos de sus hallazgos fueron: en el campo de la astronomía y física se encuentra Nicolás Copérnico (1473-1543), Johannes Kepler (1571-1642), Tycho Brahe (1546-1601) y Galileo Galilei (1564-1642); en el campo de la medicina se encuentra Leonardo da Vinci (1452-1519), Jacopo Berengario de Carpi (1457-1530), Andreas Vesalius (1515-1564) y Charles Estienne (1504-1564); en el campo de la geografía, fueron diversos los personajes que conformaron su historia, sin embargo, podemos distinguir tres figuras esenciales: los que se dedicaron a las exploraciones ultramarinas, los que representaron el mundo a través de las técnicas cartográficas y los que desempeñaron ambas prácticas. Más adelante se aborda este contexto con mayor precisión.

### 2.1.1. La astronomía

Los principales problemas que se plantearon en la astronomía del Renacimiento estuvieron relacionados al movimiento de la Tierra, una tarea que requería de una reestructuración del universo conocido hasta entonces, así como el desarrollo de una nueva física del movimiento. Este problema se vería resuelto hasta 1687, con la publicación de los *Principia mathematica* de Isaac Newton (Debus, 2016).

Mientras tanto, las primeras luces de la astronomía del Renacimiento fueron avanzando bajo los principios de las matemáticas, apoyados en los conocimientos astronómicos griegos, aunque en algunos casos particulares, se manifestaron aprendizajes y viejas costumbres adquiridas durante la Edad Media. No obstante, lo anterior condujo a los astrónomos a la construcción de modelos geométricos para generar las posiciones de los astros, sin prestar atención hasta entonces a los materiales que los conformaban y a las fuerzas que los movían (Sellés y Solís, 1994).

Nicolás Copérnico, fue uno de los primeros en mostrar un sistema planetario ordenado, basado en un método donde se calculaban las dimensiones de los orbes planetarios. Más adelante, Johannes Kepler propondría un esquema geométrico subyacente a este orden donde cuestionaría el porqué de la existencia de seis planetas, de sus distancias al centro, que los separaban entre sí y de sus movimientos. Por su parte Tycho Brahe, se dedicó a la observación astronómica a través del diseño y construcción de sus propios instrumentos astronómicos, posición favorable que lo llevó a realizar observaciones de gran precisión. Finalmente, la figura de Galileo Galilei representa la culminación de estos avances científicos al utilizar el catalejo (telescopio) e indagar el firmamento de manera sistemática, posición igualmente favorable que le llevó a descubrir grandes acontecimientos (Sellés y Solís, 1994).

Las aportaciones de cada uno de estos notables hombres de ciencia se manifestaron principalmente a través de la combinación de las matemáticas y la física: “Este fue el mayor impacto del copernicanismo, pues al tiempo que Kepler llevaba la física a las matemáticas (la astronomía), Galileo llevó las

matemáticas a la física del movimiento, siendo ambas jugadas a las que realmente formaron el meollo de la Revolución Científica” (Sellés y Solís, 1994, p.66).

### *El modelo de las órbitas de la Tierra de Nicolás Copérnico*

Nicolás Copérnico, se caracterizó como un astrónomo clásico del Renacimiento por haber reformulado la teoría heliocéntrica del Sistema solar, inspirado en las ideas de Aristarco de Samo de la Tierra y los planetas. Esta teoría se basaba en la idea de una Tierra en movimiento, algo que en ese momento carecía de sentido común, y a su vez, se enfrentaba con las ideas clásicas de los griegos (Debus, 2016).

Ptolomeo había advertido que, si se movía, la Tierra habría dejado atrás a todos los objetos que no hubiesen estado afianzados a su superficie. Un caso especial era el de una piedra dejada caer desde una altura considerable. Si la Tierra se movía, la piedra sería llevada varias millas lejos en los pocos segundos que durara su caída. El hecho de que para el observador la piedra cayera en línea recta parecía ser una prueba concluyente para quienes sostenían que la Tierra estaba en reposo. Copérnico habría de argumentar que la Tierra llevaba consigo el aire que le rodeaba (y, por esta razón, la piedra en cuestión sería arrastrada por éste), pero su argumento pareció deleznable a muchos de sus contemporáneos (Debus, 2016, p. 151).

---

Estas ideas fueron expuestas a partir del siglo XVI a través del libro *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, publicado en 1543 por Nicolás Copérnico. Ahí mismo, apareció un dibujo de las órbitas donde se explica la teoría sobre las revoluciones de las esferas celestes, ubicando a los planetas conocidos en su tiempo alrededor del sol (Mercurio, Venus, la Tierra agrupada con la Luna,

Marte, Júpiter y Saturno). En la última distancia de las esferas, se encuentran las estrellas como objetos inmóviles alrededor de los planetas.

El razonamiento copernicano expresado a través de este dibujo, por imperfecto que sea, desde el punto de vista físico y mecánico, reformuló, sin embargo, la estructura física de la Tierra en relación con la de los astros celestes, otorgándoles un mismo movimiento circular, así como el mundo sublunar y el mundo supralunar (Koyre, 1978). En este sentido, se debe señalar que el valor de esta imagen radica en la construcción de un nuevo universo, el cual indujo al cambio de la antigua concepción que se tenía acerca de la tierra como centro del universo. Esta aportación, trajo consigo consecuencias implícitas un siglo más tarde que le darían el reconocimiento de su trabajo sobre la astronomía moderna, así como el título de revolucionario.

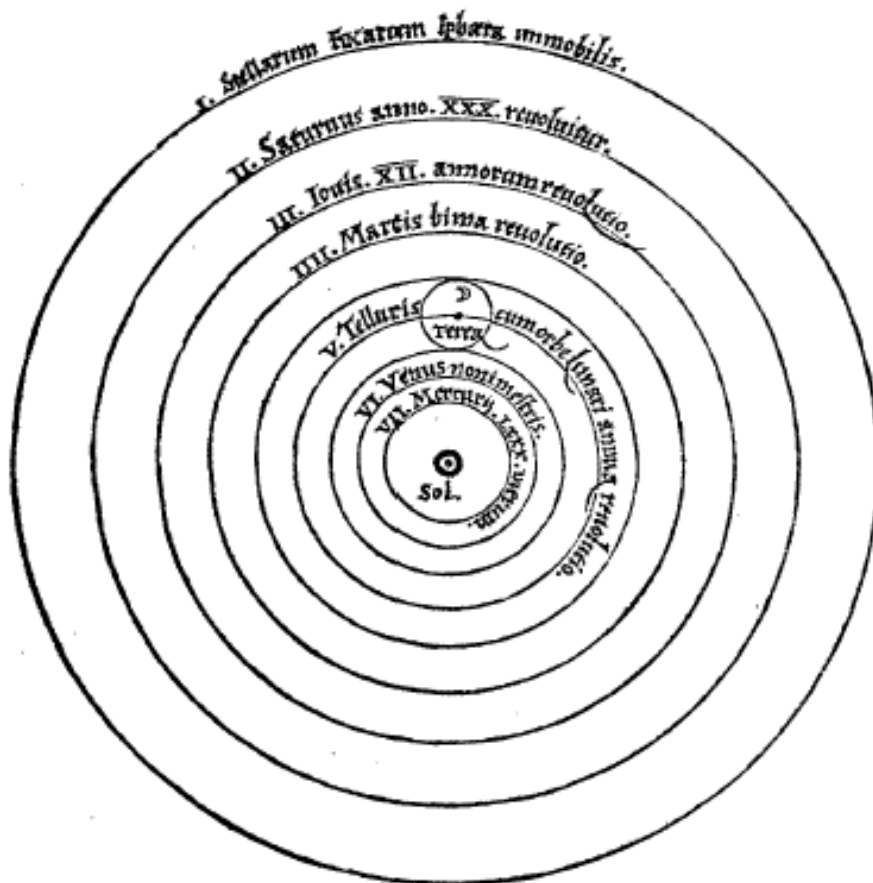


Figura 4. Dibujo de las órbitas de la Tierra y los planetas de Nicolás Copérnico, *Revolutionibus Orbium Coelestium* (1543)

### *El modelo platónico del Sistema solar de Johannes Kepler*

Como se ha señalado anteriormente, el trabajo propuesto por Copérnico tuvo un impacto crucial en los siguientes siglos, influenciando a los astrónomos para que continuarán trabajando en la idea de concebir al universo, ya no bajo un modelo astronómico geocéntrico, sino heliocéntrico. Johannes Kepler, seguidor del sistema copernicano, trabajó sobre este modelo utilizando las matemáticas como herramienta para concebir a los planetas a través de puntos geométricos, percibiéndolos como entidades materiales sometidas a fuerzas físicas.

La idea de constituir el cosmos a través de la armonía y racionalidad proveniente del sistema copernicano, influyó a Kepler para que se obsesionará durante mucho tiempo en proporcionarle un sentido místico a los datos de sus observaciones. Sin embargo, más adelante, el trabajo de Kepler culminará con el descubrimiento de grandes hallazgos que se convertirán en leyes y ayudaran a descifrar los movimientos de los astros (Sellés y Solís, 1994).

Las grandes incógnitas que se cuestionó Kepler (porqué seis planetas, de sus distancias al centro, su separación entre sí y la de sus movimientos) las trató de encontrar a través del número de planetas conocidos y la relación con los cinco sólidos platónicos (tetraedro, cubo, octaedro, dodecaedro e icosaedro) que explicaban el porqué solo podían existir cinco espacios intermedios entre los orbes y por consiguiente seis planetas. A partir de esta teoría, Kepler intentó demostrar que las distancias de los planetas al Sol venían dadas por esferas en el interior de poliedros perfectos alojadas sucesivamente unas en el interior de otras

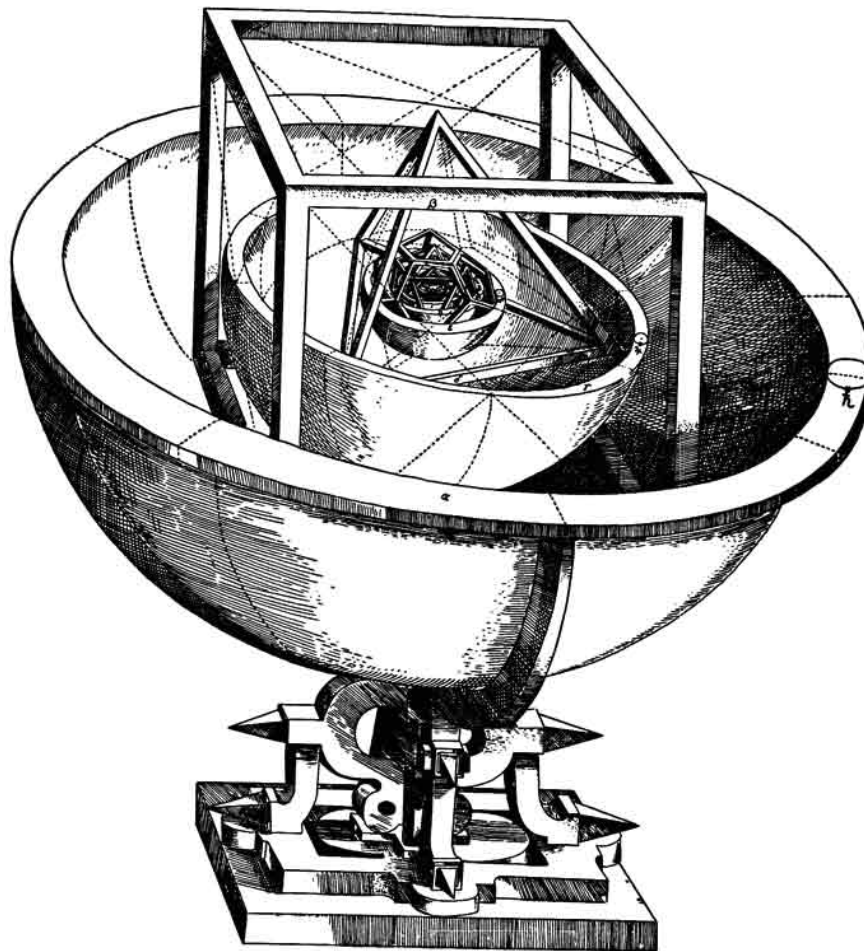
Esta idea la representó en el *Mysterium Cosmographicum* (1596) a través de un esquema gráfico donde se sitúa una esfera inscrita tangente al centro de todos y cada uno de los polígonos que los forman, y una esfera circunscrita concéntrica con la anterior y tangente a sus vértices. Esta imagen representa uno de los trabajos clásicos de las teorías Keplerianas debido a su particular visión inspirada por la doctrina platónica (véase figura 5).

Sellés y Solís (1994) señalan que la manera de concebir las respuestas a los cuestionamientos de Kepler a través de esta imagen, puede parecer



disparatada, sin embargo, no es del todo inadmisibles a los valores predichos en este dibujo para la distancia media de los orbes de los planetas así situados, ya que coincide con los valores de la distancia media de los planetas al centro deducidos por Copérnico.

De acuerdo con Debus (2016, p.169), este resultado refleja el interés que había en esa época por el misticismo numérico neopitagórico. No obstante, con el tiempo estas ideas se fueron desvaneciendo cuando Kepler comenzó a trabajar como ayudante de Tycho, quien disponía de datos mucho más precisos que los tratados por Copérnico.



**Figura 5. Gráfico de la representación del modelo platónico del Sistema solar donde se muestra la disposición de los orbes celestes y los sólidos regulares de Johannes Kepler en *Mysterium Cosmographicum* (1596)**

### *El modelo de las estrellas de la constelación de Casiopea de Tycho*

Tycho Brahe fue un importante teórico de la astronomía y la cosmología. Su gran contribución se desprende de la confrontación al planteamiento antiguo de las esferas cristalinas como cuerpos rígidos en el modelo aristotélico-ptolemaico. Este supuesto, llevó al astrónomo a centrarse en el estudio y observación de los objetos celestes en las proximidades de la constelación de Casiopea, así como el de los cometas entre 1577 y 1596.

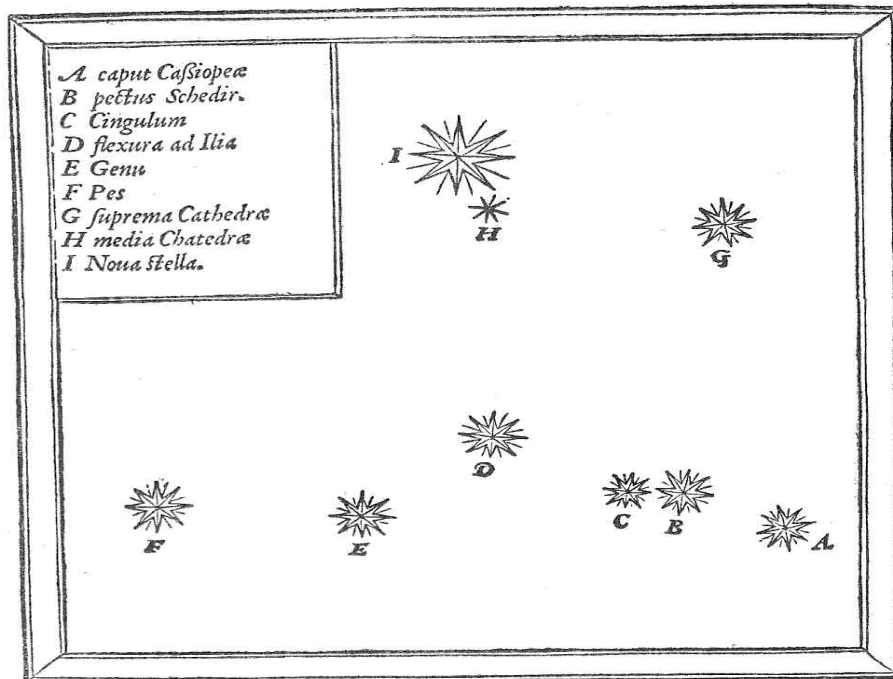
La posición social y económica de Tycho, le permitió montar un gran observatorio con instrumentos astronómicos muy bien calibrados que el mismo diseñó y construyó. Las observaciones detalladas de la aparición de los objetos celestes en las proximidades de la constelación Casiopea fueron publicadas en *De nova stella* (1573), ahí mismo apareció un grabado (dibujo) de la estrella descubierta donde se sugería una apreciación en su distribución, distancia, proporción y nombre asignado con respecto al resto de las ocho estrellas ya conocidas (véase figura 6).

Beltrán (2013) señala que el trabajo que realizó Tycho en este observatorio también le permitió obtener datos importantes para rebatir la concepción del mundo sublunar y el mundo supralunar (universo concebido por Aristóteles a través de dos regiones). Estas observaciones demeritaron las tesis antiguas al revelar que dichos cambios en los cuerpos celestes se generaban en el mundo supralunar (p. 209).

En los siguientes años, Tycho propuso un sistema del universo donde fusionaba la teoría geocéntrica de Ptolomeo y la teoría heliocéntrica de Copérnico. Esta teoría situaba al Sol y a la Luna girando alrededor de la Tierra inmóvil, mientras que Marte, Mercurio, Venus, Júpiter y Saturno giraban alrededor del Sol. Tycho aseguró que la Tierra permanecía estática con relación al Universo. Esta idea se encontraba muy arraigada en el astrónomo debido a que los movimientos tanto estelares como planetarios no podían apreciarse a través de observaciones directas.

Tycho empleó de manera frecuente la representación de imágenes para llevar a cabo explicaciones complejas, sobre todo, las relacionadas al uso de

sus instrumentos astronómicos. No obstante, su última teoría no fue representada visualmente, lo cual le resto impacto mnemotécnico.



*Distantiam verò huius stelle à fixis aliquibus in hac Casiopeiæ constellatione, exquisito instrumento, & omnium minorum capacj, aliquoties observaui. Inueni autem eam distare ab ea, quæ est in pectore, Schedir appellata B, 7. partibus & 55. minutis: à superiori verò*

Figura 6. Gráfico informativo que representa las estrellas de la constelación de Casiopea de Tycho Brahe en *Stella Nova* (1573)

### La Luna de Galileo

Galileo Galilei fue un astrónomo, matemático, físico e ingeniero eminente, que al igual que Kepler, trató de interpretar matemáticamente el universo. Sus contribuciones se basaron, sobre todo, en las observaciones astronómicas a la Luna y posteriormente a la Vía Láctea.

La nueva óptica de la astronomía que consolidó Galileo se basó en mecanismos de pruebas integrados por el *observador* y el *instrumento* para visualizar imágenes que ofrecían una nueva visión del mundo. Estas observaciones fueron perfeccionadas gracias a la construcción de su propio

telescopio, el cual usó de manera sistemática para examinar la faz de la Luna simultáneamente (Sicard, 1997).

Galileo ofreció diversas explicaciones relacionadas a la existencia de regiones de diferente densidad en la Luna, logrando desmitificar como pensaban los defensores del antiguo sistema aristotélico-ptolemaico acerca de la perfección de los orbes celestes, en el que se establecía, que tanto la Luna como los demás planetas eran lisos y esféricos.

Lo anterior, quedó representado a través de *Sidereus nuncius* (1610), primer tratado (escrito en latín) basado en observaciones astronómicas (Luna, las estrellas y las lunas de Júpiter) con un telescopio, donde se relatan los descubrimientos a través de diversos grabados en el que se visualiza la apariencia de las montañas de la Luna en sus diferentes fases y la causa de las sombras y luces cambiantes como resultado de la iluminación solar (véase figura 7).

Estas imágenes, no solo describían la apariencia rugosa de la Luna compuesta por montañas y cráteres, también señalaban la línea que separa el día de la noche (terminador) a través de un camino discontinuo, donde se deduce, que las regiones oscuras son planas y de poca latitud, mientras que las regiones brillantes, estaban cubiertas por irregularidades orográficas. A esto también se suma, la representación de las manchas solares, el aspecto del planeta Saturno, las primeras fases de Venus y las lunas de Júpiter.

De acuerdo con Sicard (1997), las imágenes que presentó Galileo no son estacionarias, si no en constante movimiento, debido a que empleó nuevos métodos pictóricos y un nuevo vocabulario sobre la perspectiva, la luz y la sombra. Además, la labor de visualización que realizó a través de estas imágenes, ayudaron a esclarecer, vislumbrar y explicar sus teorías y descubrimientos.

En este sentido, se debe destacar la voluntad manifiesta que reflejo Galileo al aproximarse al pueblo, abandonando el uso del latín como lengua científica para utilizar la lengua vulgar de la época (italiano antiguo). Su obra el *Diálogo* (1632), representa una obra maestra de la divulgación de la ciencia, ya que por primera vez se emplearon y combinaron las técnicas retóricas con

dibujos, textos en forma de diálogo, experimentos de pensamiento, analogías e ironía, todo en beneficio de la divulgación científica. Lo cual hizo que Galileo se convirtiera en uno de los primeros divulgadores científicos de la época. Un modelo a seguir al que más adelante copiarán otros científicos divulgadores (Cortiñas, 2009).



Figura 7. Dibujo que representa la observación de la Luna de Galileo Galilei en *Sidereus nuncius* (1610)

### 2.1.2. La anatomía

El progreso científico que caracterizó el período del Renacimiento se enfatizó con especial interés en la medicina, gracias a las observaciones críticas y exploratorias que llevaron a cabo los anatomistas de la época. Fue

así, como se logró evidenciar y desmentir algunas antiguas teorías relacionadas con la conformación del cuerpo humano y su funcionamiento.

A medida que las disecciones de cuerpos humanos se hicieron más frecuentes (a pesar de la prohibición de la iglesia), se pudo comprobar y desmentir de manera paulatina algunos tratados sobre anatomía humana basados en las observaciones de Claudio Galeno (129-209 DC), cuyas enseñanzas en muchos casos erróneos, influenciaron a los médicos de todo el mundo hasta el Renacimiento.

De acuerdo con Flor (2004), la aparición de una nueva generación de anatomistas, fue un factor fundamental para el inicio de un conocimiento renovado, engendrado en la enseñanza posterior que se impartiría en las universidades en disciplinas como la medicina. Gracias al humanismo característico de esta época, nació el fervor por el estudio de la individualidad que encontró su expresión en el amor por el cuerpo humano y su belleza. Este interés, trajo un cambio de concepción en la sociedad del Renacimiento donde antiguamente se concebía el equilibrio natural decretado por un ser (Flor, 2004).

La importancia que se le otorgó a la representación anatómica del cuerpo humano, fue a causa del interés de estudio de los médicos y cirujanos, así como el de los artistas. En la primera mitad del siglo XVI apareció una cercanía muy estrecha de colaboración intelectual entre médicos y artistas, logrando un conocimiento perfecto del cuerpo humano (Previdi, 2005). En este contexto favorable, se destacan a cuatro principales científicos que sentaron las bases de la anatomía moderna: Leonardo da Vinci (1452-1519), Jacopo Berengario de Carpi (1457-1530), Andreas Vesalius (1515-1564) y Charles Estienne (1504-1564) (Clarke, Dewhurst y Aminof, 1996)

### *Los estudios anatómicos de Leonardo Da Vinci*

Leonardo Da Vinci trabajó activamente en el campo de la anatomía, realizando una gran diversidad de disecciones de cadáveres que él mismo ilustró. Aprendió sobre anatomía topográfica y estudió las estructuras

subyacentes que moldean la forma humana con un estudio de su función (Antony, 2001). Estos estudios describieron de manera textual y visual los huesos del cuerpo humano, el movimiento de los músculos y el funcionamiento de algunos órganos como el corazón.

A pesar de que la mayoría de estos dibujos se basaron en un método de observación, existen algunos casos concretos donde Da Vinci se muestra bajo una influencia mística y especulativa. Por ejemplo, en un dibujo sobre el feto dentro del útero de una madre, se escribió una nota muy particular sobre la relación del alma de la madre y el feto: "algo deseado por la madre a menudo se encuentra impreso en las extremidades del bebé". De acuerdo con Baigrie (1996), este concepto se basó en la idea del alma como la "forma" del cuerpo y revela no solo el interés por describir las funciones corporales, sino también, un indicio que muestra el asombro de Leonardo ante la procreación humana.

Antony (2001) señala que la comprensión de Da Vinci sobre la embriología humana estuvo sesgada por la disección de animales y de la disección de al menos una mujer embarazada a término, ya que este dibujo evidencia la ausencia de algunos aspectos importantes como la conexión clara del feto al útero y la placenta, aunque existe una nota donde señala la presencia de una vena umbilical que es un tanto incierta de su estructura (véase figura 8).

La mayoría de los estudios de Da Vinci, presentan un carácter explícito en sus anotaciones, así como el uso de imágenes, las cuales revelan y evidencian un conocimiento real ante el material explorado de cuerpos humanos y de animales; este trabajo se extendió al modelado tridimensional de algunos órganos como el corazón. Además, la dificultad que Da Vinci sufrió por aprender latín y griego, hicieron que su trabajo continuará escribiéndose en italiano antiguo (lengua vulgar) (Previdi, 2005).

Antony (2001) describe detalladamente la prematura manera de visualizar ciencia de Da Vinci a través de su trabajo anatómico. Algunas de estas particularidades se resumen a continuación: a) representa de manera realista, retrato revelador y fiel de lo observado; b) demuestra (valor informativo), juega con el ángulo de visión obligando a mostrar más de lo que se puede observar

superficialmente, por ejemplo, varía y gira el ángulo de visión para poder tener acceso a más información; c) uso de la transparencia, representa lo inexistente para el alcance de la visión humana, una técnica utilizada para visualizar capas viscerales de la estructura orgánica similar a los que hoy se puede obtener con los rayos X; d) uso de nomenclatura, designa nombres diferentes para cada representación, ordena y jerarquiza la información gráfica; e) muestra física de lo observado, construye modelos de vidrio en donde se ejemplifica la acción de las válvulas del corazón, similares a los modelos utilizados hoy en día en la enseñanza de la anatomía; f) resuelve incógnitas, visualiza acciones como los huesos ante la movilización; g) completa lo inacabado, se representa por primera vez la doble curvatura de la columna vertebral, así como la representación precisa de la verdadera inclinación de las vértebras; y h) usa códigos que funcionan como ayudas visuales para explicar con mayor precisión, por ejemplo, el uso hebras de cuerda para indicar la dirección, el origen y la fijación de los músculos (pp. 187-190).

El lenguaje didáctico (textual y visual) que empleó Da Vinci, se concretó a través de diversas publicaciones, cuadernos de notas y diarios personales que comprenden 13.000 páginas de texto y dibujos (Arasse, 1997). No obstante, la mayoría de este material no tuvo en su momento difusión y se mantuvo en secreto por mucho tiempo, sin embargo, en el futuro constituyó un punto de partida para el desarrollo de numerosos estudios dentro de diversos campos del conocimiento (anatomía, ingeniería civil, óptica e hidrodinámica) (Antony, 2001).



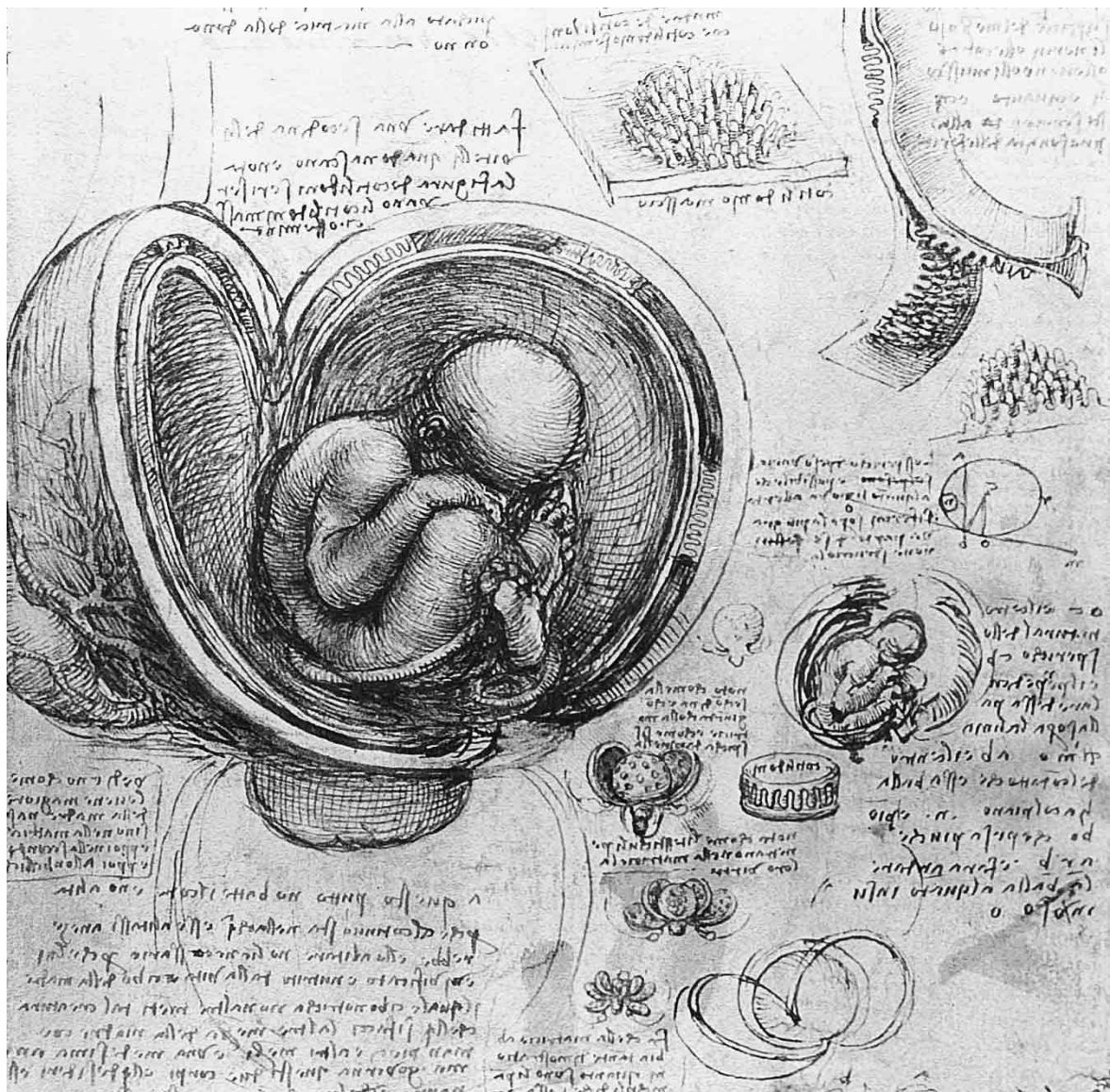


Figura 8. Estudio del feto y el útero con diagramas ópticos y mecánicos de Leonardo Da Vinci

### Los estudios médicos de Jacopo Berengario de Carpi

El italiano Berengario Jacopo da Carpi es considerado como uno de los médicos más destacados del siglo XVI por sus aportaciones en el campo de la neurotraumatología. En su primera obra ilustrada, *Commentaria cum amplissimis additionibus súper anatomiam Mundini* (1521), describe la disposición de los músculos abdominales a través de diversas ilustraciones. A esta publicación le continúa *Anatomía Carpi: Isagoge breves perlucide ac uberime, in Anatomiam humani corporis* publicada en 1535. En esta publicación

se enfatiza la disección de cadáveres humanos, negando algunas ideas de la anatomía galénica basadas en la experiencia personal en la disección de numerosos cuerpos donde se muestran diversos grabados que evidencian dichos fundamentos. Finalmente, Berengario publicó *Tractatus de Fractura Calvae sive Cranei* (1651), su última obra ilustrada sobre cirugía craneoencefálica.

Estas publicaciones en conjunto, reconocieron el valor de la imagen como herramienta para llevar a cabo diversas explicaciones relacionadas a conceptos anatómicos bajo un entorno didáctico. De acuerdo con Previdi (2005), las imágenes que utilizó Berengario se pueden dividir en dos grandes categorías: las relacionadas a la anatomía y la de los instrumentos quirúrgicos.

Las ilustraciones anatómicas se caracterizan por representar de manera vital los cuerpos humanos, mostrando al mismo tiempo los órganos internos a través de posturas clásicas griegas. Estos cuerpos fueron parcialmente disecados en poses realistas y pudieron servir de inspiración para los trabajos posteriores de Vesalius, aunque comparativamente todas las imágenes de Berengario, sobre todo las osteológicas y de disección del cerebro, fueron ejecutados de forma burda (Merlini, Tomba y Viganò, 2003). La autoría de estas ilustraciones es desconocida, aunque algunos investigadores afirman que Berengario fue el que dibujó algunas de estas ilustraciones, mientras que otros sugieren que los grabados en madera fueron realizados por el artista Hugo de Carpi (1455-1523).

El siguiente ejemplo, muestra una composición de un cuerpo masculino entero denominado como 'Hombre de músculo'. Este dibujo exhibe los músculos oblicuos internos y externos, el recto abdominal orientado verticalmente y los músculos orientados horizontalmente a través del abdomen izquierdo. La postura del sujeto sugiere que él está demostrando anatomía interna para el espectador, un método artístico y pedagógico muy común durante el siglo XVI (véase figura 9). Otro ejemplo, es la representación del cerebro visto desde arriba con un ventrículo expuesto y abajo con ambos ventrículos expuestos (véase figura 10). Ahí mismo se indican las estructuras etiquetadas a través del nombre completo que asigna a cada una de las estructuras (Finger, Zaidel, Bogousslavky, 2013).

Diversos autores han apuntado que las técnicas de visualización que utilizó Berengario en las ilustraciones anatómicas y del cerebro, no fueron tan refinadas como las técnicas que empleó Leonardo da Vinci, ya que presentan poca exactitud y detalle sobre lo que se describe en el texto. Además, presentan una carga visual innecesaria que desenfoca la atención sobre el tema primario, tal como: el rastro visual que dejan los pliegues de los órganos, la sobreposición de etiquetas con los nombres completos de los órganos, la representación de gestos faciales y posturas exageradas, la representación de elementos decorativos en el fondo de la imagen (paisajes o muebles alrededor de los modelos), entre otros.

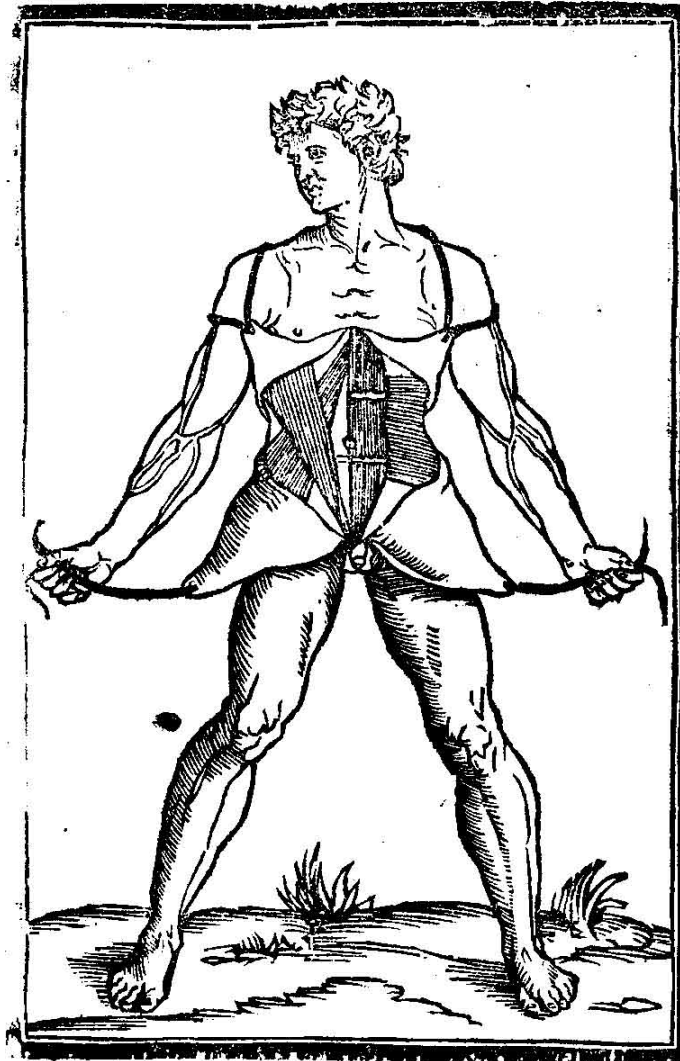
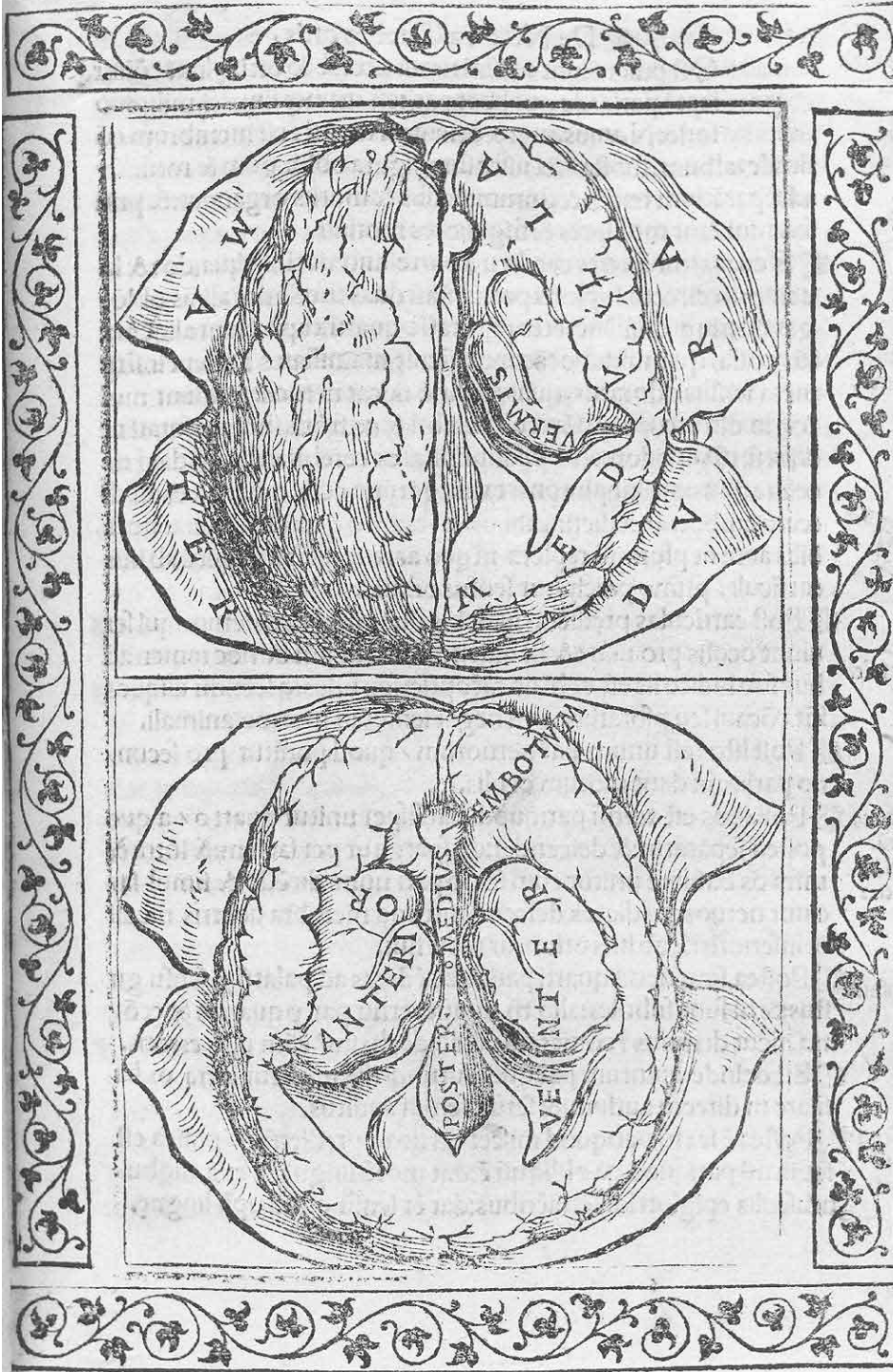


Figura 9. Grabado sobre músculos abdominales de Jacopo Berengario da Carpi en *Isagogae Breves* (1523)



**C**hies in hac  
 prima figura  
 durā matre se  
 patam a cere  
 bro / cuius me  
 dietas aproa  
 ad pupis tegi  
 tur pia matre  
 ut vides / In  
 altera vero pre  
 i cetro medul  
 lae est notabi  
 lis cōcauitas  
 sensu manie  
 sta pzi? remo  
 ta multa cere  
 bri medulla :  
 q̄ habet p ai  
 tera partū vē  
 tris anteriorio  
 ante ducti / in  
 medio cuius  
 ē vermi simi  
 lis substantia  
 rubea / in hac  
 etiā figura est  
 medietas em  
 boti asidici /  
 ⁊ medietas  
 vētriculi me  
 dij ⁊ postero  
 ris.  
**I**n hac secū  
 da figura vñū  
 a dextris aliū  
 a sinistris cē  
 tro medullae  
 cerebri habes  
 duos ipsi? vē  
 tres arterias:  
 ⁊ sui vermes  
 possunt cōpre  
 hēdi ex prima  
 figura ate no  
 tata / ⁊ inter  
 istos inferioris  
 tū est embotū  
 ⁊ venenctus  
 melius ⁊ po  
 sterioz ut mō  
 strāt iste locis  
 suie postae.

Figura 10. Grabado del cerebro de Jacopo Berengario da Carpi en *Isagogae Breves* (1523)

### *Los estudios médicos de Charles Estienne*

El médico francés Charles Estienne fue uno de los primeros exponentes en propagar la ciencia de la anatomía en Francia. A pesar de que Estienne no dejó de coincidir con el conocimiento anatómico de Galeno, tuvo grandes descubrimientos importantes en el campo de la osteología y neurología que contradijeron las enseñanzas anatómicas tradicionales que él mismo había adquirido. En 1539, realizó una de las primeras descripciones anatómicas, pero no fue hasta 1545 cuando publicó su primer libro *De Dissectione Partium Corporis Humani Libri Tres*. Dos años después de la publicación de *Fábrica* de Vesalio seguido en 1546 por una edición en francés. Estienne declaró en su prefacio que su trabajo había sido impreso hasta la mitad del tercer libro ya en 1539, cuatro años antes de la publicación de la *Fabrica* (Rath, 1964).

En esta publicación se ilustran 62 grabados que comparten características en común. Las ilustraciones del cerebro y los ventrículos se presentan dentro de la cabeza de figuras musculares de tamaño completo y en posturas que evocan vida. La figura 11 exhibe el cuerpo de un hombre en vista frontal que muestra la parte superior del cráneo diseccionado horizontalmente. Ahí mismo, se identifican las partes que conforman el cerebro con un detalle anatómico mínimo e inexacto y de estilo manierista. Además, el tamaño del cerebro demérito su utilidad práctica y didáctica. No obstante, el uso de tablas para clasificar las partes que componen el cerebro ayudó a complementar su utilidad (Clarke et al. , 1996).

Las imágenes anatómicas de Estienne y Berengario siguieron los principios de la representación realista que tanto se buscaba en el Renacimiento. No obstante, estas técnicas se aplicaron inadecuadamente, provocando distorsiones y deformaciones en la representación de la figura humana y su perspectiva. Además, el alcance de visualización quedó muy restringido debido al detalle mínimo que presentan a diferencia de lo que describen en sus textos.



Figura 11. Grabado del cerebro de Charles Estienne en *Dissectione Partium Corporis Humani Libri Tres* (1545)

Las aportaciones que se logran discernir en las representaciones anatómicas ilustradas de Estienne, se vinculan a la descripción que realiza del canal central de la médula espinal y la representación del esternón humano a través de tres huesos con la posición correcta que corresponde al estado actual de la anatomía humana (antiguamente graduado en siete huesos) (Rath, 1964).

### *Los estudios médicos de Andrés Vesalio*

Andrés Vesalio fue un anatomista y médico educado en la Universidad de Lovaina. Posteriormente se trasladó a Padua donde completó sus estudios y recibió un doctorado en medicina (1537) en una de las universidades más prestigiosas de Europa, la Universidad de Padua. Años más tarde fue nombrado jefe de cátedra de anatomía y cirugía en esa misma universidad.

La Universidad de Padua, se había convertido en un recinto de gran prestigio y renombre a través de su facultad de medicina por tres principales razones: 1) experimentó una gran apertura e intercambio cultural a través de la acogida de extranjeros, 2) utilizó un sistema de enseñanza innovador al promover las visitas a los enfermos por parte de los estudiantes y 3) fue la primera universidad en Europa que proporcionó la enseñanza clínica. A diferencia de otras universidades, donde la enseñanza de medicina en general se encontraba sesgada por la tradición de los estudios médicos, la Universidad de Padua, empleó un método de enseñanza innovador, estableciendo el primer anfiteatro permanente en 1584 (en un principio solo se permitían las autopsias penales que provenían de la horca) (Sicard, 1998).

Las autopsias y disecciones que se llevaban a cabo tenían una corta exposición debido al deterioro rápido de los cuerpos sin conservantes ni fijadores. Ante este problema, Vesalio dirigió un registro visual (a través de los servicios de diversos artistas) como herramienta de enseñanza y puso un gran empeño en buscar alternativas y soluciones a este problema mnemotécnico para compensar el limitado acceso a los cadáveres (Finger et al. , 2013).

En 1543, Vesalio publicó *De humani corporis fabrica* (1543), su obra más importante. Posteriormente, en 1555 publicó una segunda edición (considerado

como uno de los libros más hermosos del mundo). Esta obra fue considerada como el primer gran libro de anatomía de la medicina Occidental y un referente que duro más de cuatro siglos, ya que fue difundido y traducido en diversos países extranjeros (Sicard, 1998).

El orden y estructura de este libro está dividido en siete libros que forman un tratado completo del cuerpo humano, donde la ilustración desempeñó un papel fundamental para la descripción de las partes anatómicas, contando con un total de 663 páginas y con más de 200 grabados de gran formato. El libro I, abarca los huesos y articulaciones; el libro II, los músculos y un capítulo sobre instrumentos de disección; el libro III, abarca corazón y vasos sanguíneos; el libro IV, el sistema nervioso; el libro V, órganos abdominales; el libro VI, órganos de la región del tórax que incluyen observaciones sobre el corazón; y el libro VII, el cerebro y el órgano del ojo (Baigrie, ed., 1996).

La contribución de esta obra se fundamentó en el estudio directo del cuerpo humano a través de la disección y rompió con la tradición médica de la vieja escuela al desmitificar y clarificar muchos errores acerca del cuerpo humano y su funcionamiento que habían sido heredados con el paso del tiempo dentro de la profesión médica. Vesalio afirmó haber corregido más de 200 errores en su libro respecto a la interpretación Galenista sobre el cuerpo humano, sin embargo, continuó conservando muchos otros errores como las figuras del riñón, el hioides y la placenta que conecta al feto humano, debido a que tomó como modelo la estructura del cuerpo de un perro (Ford, 1993).

De acuerdo con Finger et al. (2013), el impacto de esta obra indujo al desarrollo de una medicina moderna y científica, asentando nuevos paradigmas que perdurarían hasta el siglo XIX. Además, sus obras fueron adquiriendo un valor artístico de gran magnitud debido a la gran capacidad que demostraron para transmitir con precisión las partes anatómicas, convirtiéndose en una herramienta eficaz y un medio clave para revelar casi todos los aspectos referentes al funcionamiento del cuerpo humano.

Algunos de estos grabados hicieron hincapié en los ventrículos cerebrales como estructuras puramente anatómicas, que de acuerdo con la antigua idea griega, eran los reservorios de los espíritus animales responsables de la actividad sensorial y motora del cuerpo. Una idea muy arraigada en los



anatomistas del Renacimiento (véase figura 13). Aunque ninguna de estas ilustraciones (transferidas en madera para el registro impreso en diversas publicaciones) fue firmada por los artistas, Vesalio identificó y nombró en una de sus publicaciones (1539) a Johannes Stephanus (c. 1499 – 1546). (Finger et al. , 2013).

Harcourt (1987) también destaca el carácter didáctico en *Fabrica*, además de los magníficos grabados que reflejan un carácter artificioso, sobre todo, los que corresponden al esqueleto humano, los huesos y sus articulaciones. Estos grabados se encuentran marcados con numerosas letras que corresponden a los detalles anatómicos, los abundantes cuadros sinópticos y los resúmenes marginales que facilitan la búsqueda de los temas, lo cual hizo que este libro se convirtiera en un magnífico libro de texto y de divulgación.

El alcance y prestigio que alcanzó este libro también trascendió en el campo editorial, ya que nunca antes ningún libro había sido planeado y pensado tan meticulosamente, esto incluye tanto los aspectos materiales y técnicos, así como su forma de representación (autor, artista, cortadores de bloques, editor y tipógrafos) (Baigrie, ed. 1996).

A pesar del valor académico, didáctico y artístico de este gran libro de anatomía, su distribución no fue la esperada debido al alto costo del libro. Por el contrario, los compradores prefirieron una nueva versión del libro titulada *Epítome* (1543), publicado el mismo año por Vesalio. Esta versión concisa y popular, fue destinada a aquellos que no estaban versados en la medicina. Para los estudiantes y artistas este último libro facilitó el rápido aprendizaje de la nueva anatomía, ya que incluía textos cortos y una selección de solo nueve grabados de gran formato que lograron un éxito inmediato. Su distribución, costo y popularización funcionó mejor como un libro de divulgación (Sicard, 1998).

Sicard (1998) señala que tanto los textos e ilustraciones de *Epítome* padecieron de plagio por más de 200 años, y junto con las diversas traducciones que se realizaron en diferentes idiomas (en muchos casos no oficiales) generaron que indirectamente se difundieran estos conocimientos en las poblaciones de Europa Occidental.

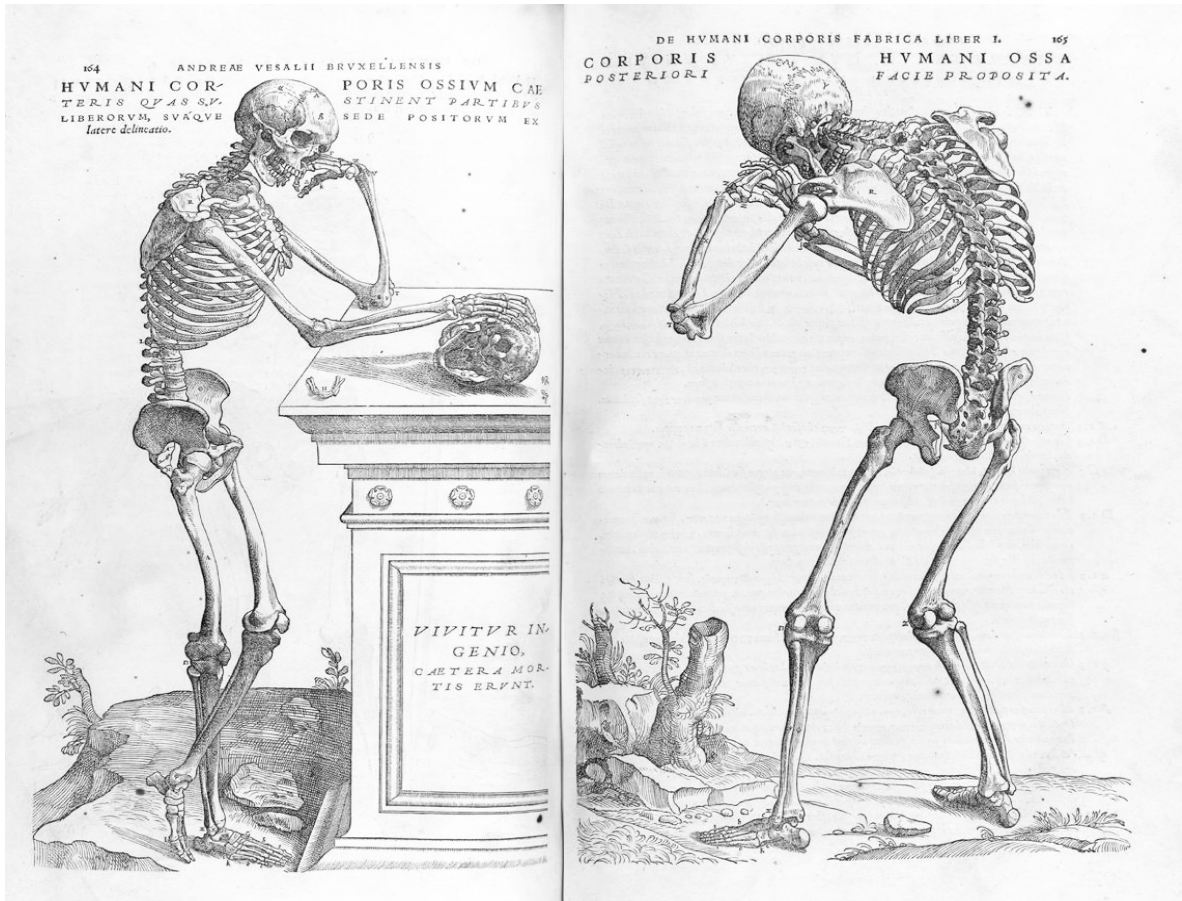


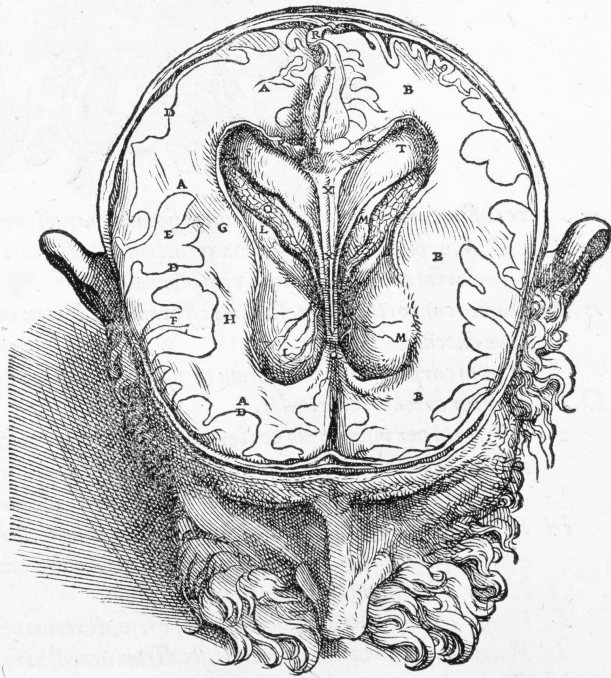
Figura 12. Grabado de esqueletos de Andrea Vesalius en *De Humani Corporis Fabrica* (1543)

QVINTA SEPTIMI LIBRI FIGVRA.

*P R A E S E N S* figura quod ad relictam in caluaria cerebri portionē attinet, nulla ex parte uariat: atq; id solū habet proprium, quod callosum corpus hic anteriori sua sede à cerebro primū liberauimus, ac dein eleuatum in postiora refleximus, septum dextri ac sinistri uentriculorum diuellentes, & corporis instar testudinis extructi superiorem superficiem ob oculos ponētes.

Ab *A, A, A* itaq; & *B, B, B*, ac dein *D, D, D*, & *E* & *F*, & *G* & *H* eadem hic indicant, quae in quarta figura. Sic quoque & *L, L*, & *M, M*, & *O* & *P* & *Q* eadem insinuant.

*R, R, R* Notatur inferior callosi corporis superficies, est enim id à sua sede motum, atque in postiora reflexum.



S, T, V Super-

Figura 13. Grabado sobre el estudio de los ventrículos laterales y plexos coroideos de Andrés Vesaliu en *De Humani Corporis Fabrica* (1543)

### 2.1.3. La cartografía en la geografía

La geografía se convirtió en un campo de conocimiento redescubierto durante el período de transición entre la Edad Media y el Renacimiento, dando inicio a una edad de oro en la cartografía. Esta disciplina recibió una especial atención, tanto de parte de los humanistas y científicos como de parte de los gobernantes. En el último caso, cobró un mayor interés debido a las ambiciones imperiales y de expansión marítima por parte de los países europeos.

El conocimiento de la geografía del Renacimiento, en un principio, se fundamentó a partir del saber clásico antiguo, representado a través de la impresión de nuevas ediciones del atlas de Ptolomeo. Los italianos acaudalados que financiaron estos mapas, los cuales eran elaborados a mano,

se interesaron por estudiar a Ptolomeo a través de nuevas ediciones impresas con el objeto de construir un mapa del mundo basado en los principios matemáticos y astronómicos (Ordoñez, Navarro y Sánchez, 2007).

Posteriormente, los grandes viajes y descubrimientos por parte de los portugueses y los españoles, pusieron en evidencia las grandes limitaciones de los conocimientos geográficos de los antiguos (mapa de Ptolomeo), obligando al desarrollo de una nueva geografía y un cambio de concepción de esta.

El descubrimiento de América (1492), fue el acontecimiento decisivo que marcó un nuevo pensamiento europeo, dando origen a la ruptura de la concepción medieval que se tenía acerca del mundo, la cual se vería reflejada en la siguiente generación de mapas a través de una cartografía más científica y legítima en su representación, tal como: Mercator, Ortelius y otros (Capel, 2016).

Los tipos de mapas que predominaban en esta época eran los que seguían aún las ideas de los mapas tradicionales (pertenecientes a la era cristiana), los que seguían los principios de la geografía de Ptolomeo, los que combinaban ambas cosas y los que vislumbraban nuevos descubrimientos geográficos bajo principios matemáticos y astronómicos (Garfield, 2012).

La mayoría de estos mapas fueron impresos en latín, por lo que contaban con poca accesibilidad para un público no erudito y por el contrario, se percibían como objetos preciosos y de difícil alcance, disponibles solo para la gente adinerada, intelectuales y con poder. No obstante, el perfeccionamiento de la imprenta a partir del siglo XV comenzó a cambiar esta situación, los mapas, los planos y los libros paulatinamente se hicieron más económicos y accesibles, alcanzando a un público nuevo y relativamente más numeroso.

En 1480, se imprimió el mapa del mundo de Hans Rüst (1472–1497), el primer mapa impreso en lengua vernácula (alemán) y relativamente más barato. Posteriormente, en 1500 se imprimió el primer mapa de rutas instruido por los principios de la geografía y la astronomía con fines de uso popular titulado *Rom Weg* (El camino a Roma) de Erhard Etzlaub (1460-1532), un fabricante de brújulas de Nuremberg (véase figura 14) (Harwood, 2008).

Los descubrimientos científicos en esta época (matemáticas, geografía, astronomía, técnicas de navegación, etc.) fueron de la mano con las conquistas y descubrimientos de nuevos territorios, dando origen al desarrollo de las primeras bases teóricas en los siguientes siglos en materia de conceptos modernos de geografía hasta mediados del siglo XVII, ya que se imprimirán los primeros mapas que incluyen nuevos territorios.

En casi toda Europa se manifestó un gran interés por el desarrollo de la geografía y la cartografía, sobre todo, en países como Portugal, España, Alemania, Inglaterra, Francia y Países Bajos. En este contexto favorable, se conformó una generación importante de cartógrafos.

La cartografía alemana contribuyó de manera importante en las proyecciones del mapa del mundo. Son diversos los cartógrafos que destacan, tales como: Martin Behaim (1459-1507) construyó en 1492 el primer globo terráqueo, el *Erdapfel*; el astrónomo Johannes Werner (1468-1522) continuó con el perfeccionamiento y desarrollo de los sistemas de proyección de mapas cordiforme; y el geógrafo y cartógrafo Martin Waldseemüller (1470-1520) elaboró en 1507 el mapa mundi a través de un planisferio publicado en un libro de cincuenta y dos hojas conocido como el *Universalis Cosmographia*. En este libro se escribió por primera vez el nombre de 'América' (recién descubierto) separado de Asia.

La cartografía de los Países Bajos de igual forma mejoró las proyecciones del mapa del mundo. Son diversos los cartógrafos que destacan, tales como: Gemma Frisius (1508-1558) realizó aportaciones al campo de la cartografía haciendo uso de las matemáticas a través de la construcción de dos globos, uno terráqueo y otro celeste; Abraham Ortelius (1527-1598) publicó en 1570 el *Theatrum Orbis Terrarum*, primer atlas moderno del mundo que se convirtió en un éxito comercial traducido al holandés, alemán, francés, español, italiano e inglés; y el geógrafo y cartógrafo Gerardus Mercator (1512-1594), quien presentó en 1569 la proyección cilíndrica del mundo denominada *Mercatur*. Su obra se convirtió en una proyección estándar para fines náuticos debido a su capacidad para representar las líneas de rumbo constante como segmentos rectos que conservan los ángulos con los meridianos (Crane, 2003).



Figura 14. Rom Weg (El camino a Roma, 1500) de Erhard Etzlaub (1460-1532)

Fuente: German National Library

Por su parte, la cartografía portuguesa destacó gracias a las exploraciones marítimas y descubrimientos emprendidos por Portugal entre 1418 y 1543. De acuerdo con Magasich y De Beer (2011), Portugal fue el primer estado europeo que emprendió sistemáticamente la búsqueda de nuevas rutas comerciales para alcanzar sin intermediarios las riquezas de cada lugar. Los avances logrados en esta materia estuvieron controlados bajo la corona portuguesa, en un principio, eran alentados por el príncipe Enrique el Navegante de Portugal (1394-1460), quien organizó y financió numerosos viajes con el fin de abrir nuevas rutas comerciales (Magasich y De Beer , 2011).

En 1428, la corona portuguesa fundó un centro y observatorio en Sagres, empleando a geógrafos-navegantes profesionales que hicieron que Portugal se convirtiera en uno de los países de mayor desarrollo en esta materia. Después de la muerte del príncipe Enrique, la monarquía portuguesa continuó apoyando y fortaleciendo la actividad marítima con grandes descubrimientos comandados por navegantes de origen portugués, tales como: Bartolomé Díaz (1450-1500), quien bautizó cabo de Buena Esperanza (antes llamado el cabo de las Tormentas, África). Este acontecimiento puso fin a la idea Ptolomeica de que el océano Índico era un mar cercado por tierras; Vasco Da Gama (1460-1524), fue el primero en conseguir llegar a la India y abrir una ruta marítima; y Pedro Álvares Cabral (1467-1520), fue el primer Europeo en avistar la costa de Brasil.

Estos descubrimientos geográficos fueron controlados a través de un departamento de gobierno donde se producían cartas de navegación portuguesas (mapas) mantenidas bajo secreto de estado. Estas cartas fueron compiladas en un mapa maestro denominado Padrón Real, donde se registraba oficialmente todos los descubrimientos tan pronto fueran confirmados. En este contexto, destaca el trabajo realizado por el cartógrafo Diego Ribero en su obra el *Padrón Real* de 1527, considerado como el primer mapa del mundo basado en observaciones empíricas de latitud (Harwood, 2008).

Harwood (2008) apunta que en un caso de espionaje llevado a cabo por los italianos, se logró obtener una copia del mapa maestro del Padrón Real. Este mapa, posteriormente fue nombrado como *Planisferio de Cantino*, llamado así por Alberto Cantino, agente del italiano Duque de Ferrara designado para

llevar a Italia la copia del mapa del Padrón Real. El mapa de Cantino (véase figura 15), muestra la línea costera de Brasil y gran parte de la costa atlántica de Sudamérica, así como las costas africanas y las de la India representadas con gran precisión. También se incluye la línea divisoria acordada en 1494 en el Tratado de Tordesillas. Lo anterior proporcionó a los italianos un conocimiento geográfico muy avanzado mucho antes que otras naciones.

Por su parte, la geografía renacentista en España, se vio favorecida en el campo de la navegación por dos extranjeros italianos: el genovés Cristóbal Colón (1451-1506) y el florentino Américo Vesputio (1454-1512). Ambos fueron apoyados por la corona española al dirigir una serie de expediciones por el Atlántico que les llevaría a identificar tierras centrales y del sur del continente americano. Las expediciones de Colón a partir de 1492, dieron como resultado el descubrimiento de tierras desconocidas como las Bahamas, Cuba, Haití, República Dominicana, así como otras partes del Caribe. Finalmente, en su último viaje (1502), logró llegar hasta América Central, específicamente Panamá. Vesputio realizó de manera paralela a Colón viajes por el Atlántico alrededor de 1499, ahí exploró la costa norte de Sudamérica hasta la desembocadura del río Amazonas, posteriormente logró llegar hasta la punta sur de Sudamérica.

Estos descubrimientos no tardaron en incorporarse a los mapas europeos. En 1500 apareció el *mapamundi* más antiguo que integró a América, realizado por el cartógrafo y capitán español Juan de la Cosa. En este mapa se representa la unificación casi total del continente americano en color verde y del otro lado el resto de los continentes en color blanco. También se identifican algunas islas del Caribe como Cuba proyectada como tal. Europa se encuentra junto al Mediterráneo y África aparece correctamente delineado, sin embargo, algunas zonas de Asia se muestran indefinidas. El mapa también presenta algunos elementos ornamentales que señalan la presencia en determinados territorios de reyes, barcos banderas, ciudades e incluso figuras inspiradas en la Biblia y en la mitología antigua (Véase figura 16).

El gobierno de la Península Ibérica empezó a llevar un control y registro de las tierras apropiadas y las rutas comerciales que se establecían. En 1503 fundó la Casa de Contratación en Sevilla para elaborar un mapa general que



sirviera a los navegantes como ruta y guía de los viajes (parecido al *Padrón Real* portugués). Fue así como se designaron cartógrafos oficiales que trabajaron para la monarquía Española.

Inglaterra, Francia y Holanda por su parte, realizaron exploraciones marítimas de menor escala en comparación con las realizadas por Portugal y España. Estas exploraciones se hicieron principalmente en la parte norte de América, logrando llegar hasta lo que hoy se conoce como Canadá. En 1497 se realizó la primera de estas expediciones con el explorador de origen italiano Juan Caboto, mandado por el rey Enrique VII de Inglaterra para navegar a todas las partes del mar del este, oeste y norte, con la intención de descubrir regiones o provincias paganas e infieles que fuesen desconocidos por los cristianos.

Caboto llegó a lo que se conoce hoy como Newfoundland (Terranova, Canadá). Posteriormente, el francés Jacques Cartier exploró la región que se extiende a lo largo del río San Lorenzo bautizado antiguamente como Nueva Francia y después Canadá. En 1603, el cartógrafo y explorador Samuel Champlain también realizó exploraciones y mapas sobre la marcha del río San Lorenzo. A él se le atribuyó la fundación de la ciudad de Quebec en 1608 (Fuster, 1998).

Francia a diferencia de Inglaterra contaba con una escuela de cartografía en Dieppe. Jean Rotz, miembro de esta escuela compiló un libro de hidrografía en 1540. Este libro presenta un mapa parecido a lo que hoy se conoce como atlas, ya que representaba lo conocido hasta ese momento relacionado a los contornos de las costas, puertos embarcaderos, entre otros.

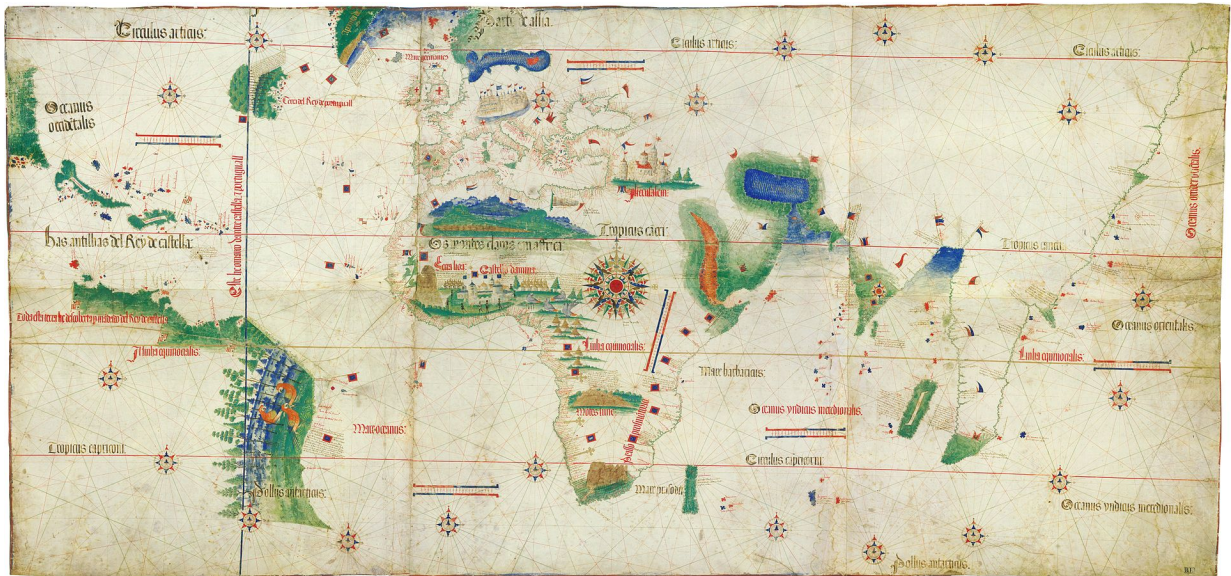


Figura 15. Planisferio de Cantino (1502)

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Planisferio>



Figura 16. Mapamundi hecho por Juan de la Cosa en 1500

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Juan\\_de\\_la\\_Cosa](https://es.wikipedia.org/wiki/Juan_de_la_Cosa)

Los exploradores ingleses, no contaban con una escuela de cartografía por lo que tuvieron que recurrir a las cartas de navegación realizadas en otros países. En este escenario, destacan las exploraciones llevadas a cabo por el inglés Drake en 1577, uno de los primeros en explorar la costa norte de California reclamada para la real corona.

Al llegar al siglo XVI, Amberes (perteneciente a los Países Bajos españoles) fungió como centro de la cartografía europea. Esta ciudad se había convertido en el principal puerto del Imperio español con acceso al mar del Norte, en consecuencia, del dominio y conquista territorial por Alejandro de Farnesio en 1585. El centro económico español también se había trasladado a los Países Bajos del norte, determinando así, que Ámsterdam se convertiría en la principal fuente de la cartografía en el paso de los siglos XVI al XVII.

El valor y prestigio que adquirieron los mapas se debió a que fungieron como fuente de información en una época en que la guerra entre las provincias del Norte y España eran seguidas a través de los mapas, por lo cual, se hicieron de uso normal entre la gente, ocupando un lugar destacado en la decoración de los hogares (Fuster, 1998).

Los mapas durante esta época reflejan el dominio de las tierras y la apropiación de las riquezas por parte de los países europeos, además de la representación de rutas, flora y fauna de un sitio, entre otros. Esta producción de mapas refleja un claro antecedente de lo que hoy conocemos como mapas temáticos.

A partir del siglo XVII, las riquezas obtenidas de los imperios marítimos (español y portugués) se fueron debilitando, debido a los constantes ataques e invasiones por parte de las tres nuevas grandes potencias náuticas: Inglaterra, Holanda y Francia. Después de la derrota naval española de Matanzas (Cuba) en 1628 frente a Holanda, las Pequeñas Antillas y sus grandes plantaciones de cacao, azúcar, tabaco y algodón empezaron a decaer en manos de Inglaterra, Holanda y Francia.

Más adelante, la cartografía francesa durante el siglo XVIII tendrá un despunte importante como instrumento militar impulsado y auspiciada por Luis XIV. Posteriormente, Gran Bretaña frente a las guerras napoleónicas contarán

también con un dominio de conocimiento cartográfico que posteriormente continuará desarrollando Estados Unidos a partir del siglo XIX hasta la actualidad.

#### **2.1.4. Conclusiones**

Las imágenes científicas que se producen a través de las grandes mentes de esta época reflejan tres tipos de corrientes ideológicas: a) las que representaron tal cual el saber de la antigüedad clásica como las nuevas ediciones del atlas de Ptolomeo; b) las que combinaron el saber de la antigüedad clásica con nuevos planteamientos en la forma de concebir el conocimiento científico como la representación gráfica de las órbitas de la Tierra y los planetas de Nicolás Copérnico, o la representación gráfica del Sistema solar de Johannes Kepler; y c) las que representaron nuevos conocimientos científicos utilizando como método de comprobación a la observación, como las representaciones gráficas de la Luna de Galileo Galilei, las ilustraciones médicas sobre anatomía de Andreas Vesalius y la reproducción de mapas en donde se incluyen nuevos territorios descubiertos.

El impacto de estas imágenes refleja diversas funciones comunicativas:

1) estructurar cognitivamente una nueva manera de concebir el mundo (vehículo de razonamiento), 2) evidenciar y desmentir algunas teorías sobre la forma de concebir el mundo y 3) enseñar la ciencia utilizando estrategias mnemotécnicas.

## 2.2. La imagen científica en la Francia de la Ilustración

El desarrollo científico en la Francia de la Ilustración se asentó bajo las ideas revolucionarias e intelectuales de origen burgués a mediados del siglo XVIII al siglo XIX. Este movimiento propugnaba la transformación de las sociedades mediante los principios de la razón, la igualdad y la libertad, combatiendo la ignorancia, los dogmatismos, las supersticiones y las ideas religiosas. La Revolución francesa (1789-1799), fue el momento histórico que determinó este período al acabar con el feudalismo y el absolutismo, dando luz a un nuevo régimen donde la burguesía sería apoyada por las masas populares para convertirla en una fuerza política dominante en ese país.

En este contexto social surgieron las primeras sociedades científicas, las cuales exponían los principales resultados científicos a través de sus propias publicaciones (libros y revistas). *Journal des Savants* fue la primera revista académica de divulgación fundada en 1665. Posteriormente, a partir del siglo XIX surgieron revistas de este tipo, tales como: *La Revue des Deux Mondes*, fundada por Mauroy y P. de Ségur-Dupeyron en 1829; *El Journal des connaissances Utiles*, fundada por Émile de Girardin en 1831; *Le Magasin Pittoresque*, fundada por Édouard Charton en 1833; la revista *Cosmos* (fundada por François Moigno), *El Astronomie* (fundada por Nicolas Camille Flammarion) y *L'Ami des sciences*, (fundada por Victor Meunier), fundadas todas en 1852. Finalmente, en 1873 se fundó la revista *La Nature*, dirigida por el francés Gaston Tissandier (Bacot, 2005).

La prensa generalista francesa por su parte, también empezó a integrar en sus páginas lo que hoy se conoce como folletos científicos (crónicas científicas), un formato utilizado por primera vez en 1825 por *Le Globe*. Posteriormente, los diarios *La Presse*, *Le Siècle*, *Le Moniteur* y *Le Constitutionnel* imitaron este formato, dando origen a la figura del nuevo especialista en periodismo científico en la segunda mitad del siglo XIX (Cortiñas, 2009).

De acuerdo con Cortiñas (2009), este hecho favorable motivo a los científicos a que comenzaran a publicar y colaborar en la prensa diaria o especializada, logrando vencer las barreras que en otros momentos habían mantenido los científicos apartados de la vida pública. Además, estas publicaciones reflejaron a una serie de escritores plenamente conscientes de

estar haciendo divulgación científica, en el sentido moderno del término, un modelo que sería imitado y admirado en toda Europa (Cortiñas, 2009).

Los temas científicos en esta época se desarrollaron y divulgaron en todos los campos del conocimiento acumulados hasta entonces, sobre todo, los relacionados a las ciencias naturales o historia natural, la geografía, la astronomía, las matemáticas y la física, la química y todo lo relacionado a los procedimientos y recursos utilizados en la ciencia técnica.

El auge de las publicaciones de divulgación científica se convirtió en un medio estratégico que transformó la sociedad, acrecentado el desarrollo social, cultural y científico de la época, principalmente dirigido al tejido social urbano de 'clase media', una audiencia por excelencia para un discurso de divulgación científica (Malet, 2002).

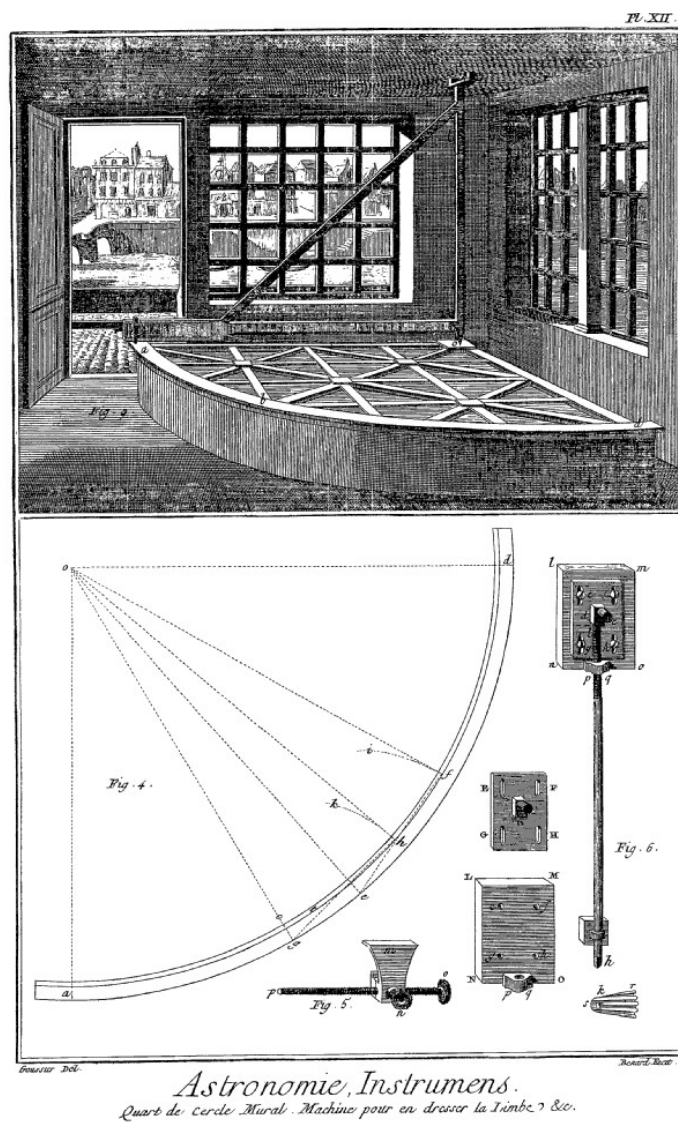
El dinamismo que experimentaron las publicaciones periódicas, así como los libros académicos, junto con la publicación de la más grande obra del siglo XVIII, *L'Encyclopédie o Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, conformaron un vasto cúmulo de imágenes científicas al servicio de la razón y difusión de los conocimientos científicos. No obstante, su producción aun se encontró limitada, sobre todo en la prensa generalista, posiblemente por el costo y el tiempo justo de publicación al que se encontraban sujetos, además que aun resultaba un trabajo laborioso y costoso.

En este sentido, se debe señalar que el valor didáctico y la difusión de la imagen científica en los medios impresos se potenció, sobre todo, a través de las publicaciones editoriales vinculadas a las ciencias naturales o historia natural (biología, botánica, geología, entre otros), la estadística, la ciencia técnica y la tecnología.

Un ejemplo de ello, fueron los 3,129 grabados publicados en *L'Encyclopédie*, relacionados a diversas ramas del conocimiento: cirugía, astronomía, historia natural (peces e insectos), las artes del cuero, metalurgia, acuñación en trabajos de oro, albañilería en mármol, artesanías en madera, relojería, artes militares, artes de la cerámica, artes textiles, arte del cristal, arte de las minas, violín, cerrajería, grabado y escultura, entre otros. Además, la gran mayoría de estas imágenes reflejan una clara intención de inducir al

adiestramiento de diversas actividades y oficios relacionados a la ciencia técnica y tecnología del siglo XVIII.

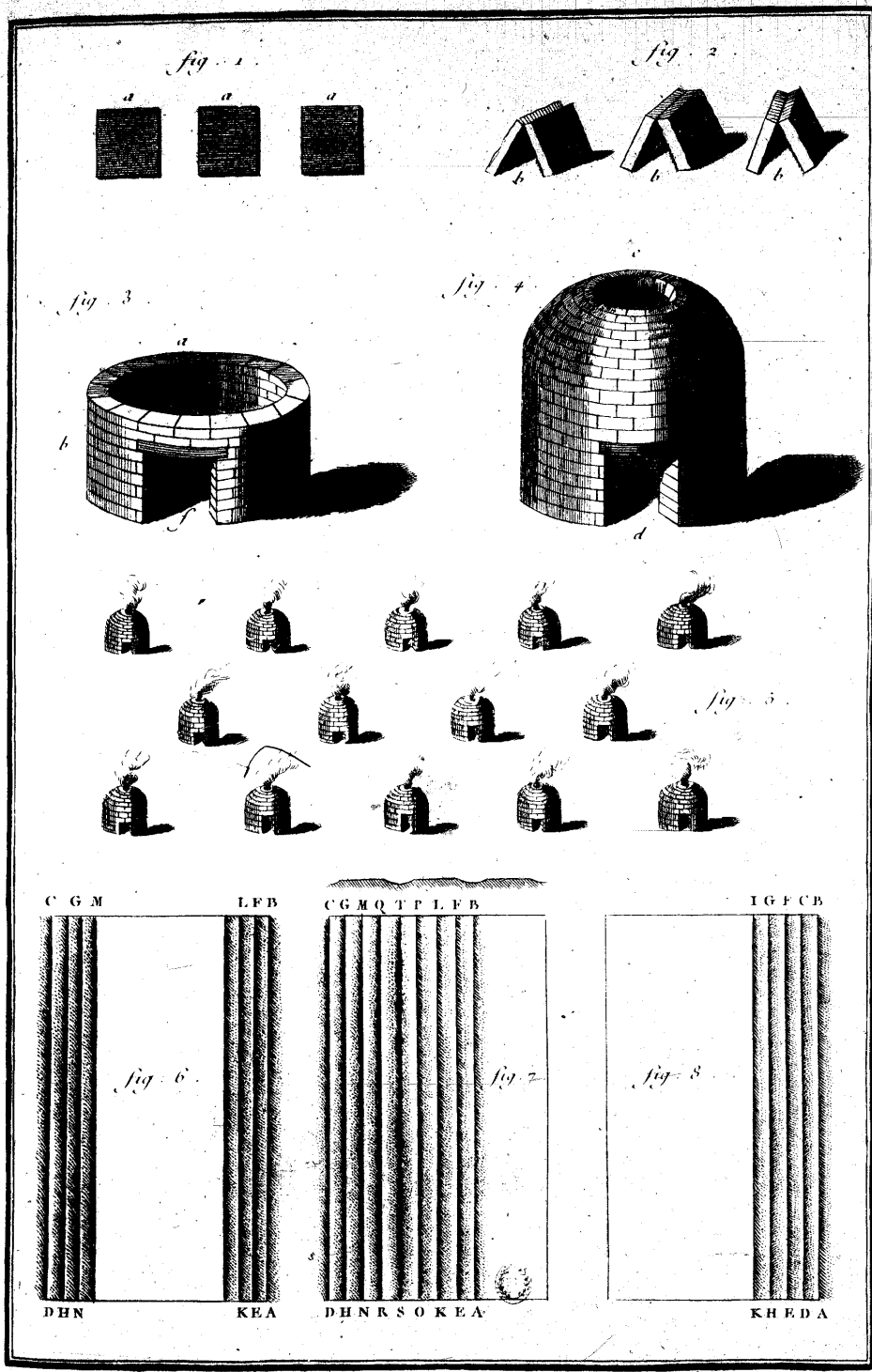
Esta obra había sido editada entre los años 1751 y 1772 bajo la dirección de Denis Diderot y Jean Le Rond d'Alembert. Una obra que reunió 72,000 artículos acompañados de 3,129 grabados en 35 volúmenes, los cuales reunían un conjunto de artículos con una prosa clara y accesible, realizados por diversos especialistas entre los que destacan: Voltaire y Condorcet (filosofía), Rousseau (música), Quesnay y Turgot (economía), Buffon (ciencias naturales). Así como Montesquieu, Condillac, el barón de Holbach, entre otros.



**Figura 17. Grabado que instruye a la construcción de un cuarto de círculo, el contrapeso y base que sostiene el telescopio. Planches de *l'Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert**

Fuente: Bibliothèque Nationale de France





*Agriculture, Manière de brûler les Terres.*

Figura 18. Grabado sobre el tema de la agricultura donde se explica la técnica de quemar la tierra. Planchas de l'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert

Fuente: Bibliothèque Nationale de France

### 2.2.1. La ilustración en la historia natural o ciencias naturales

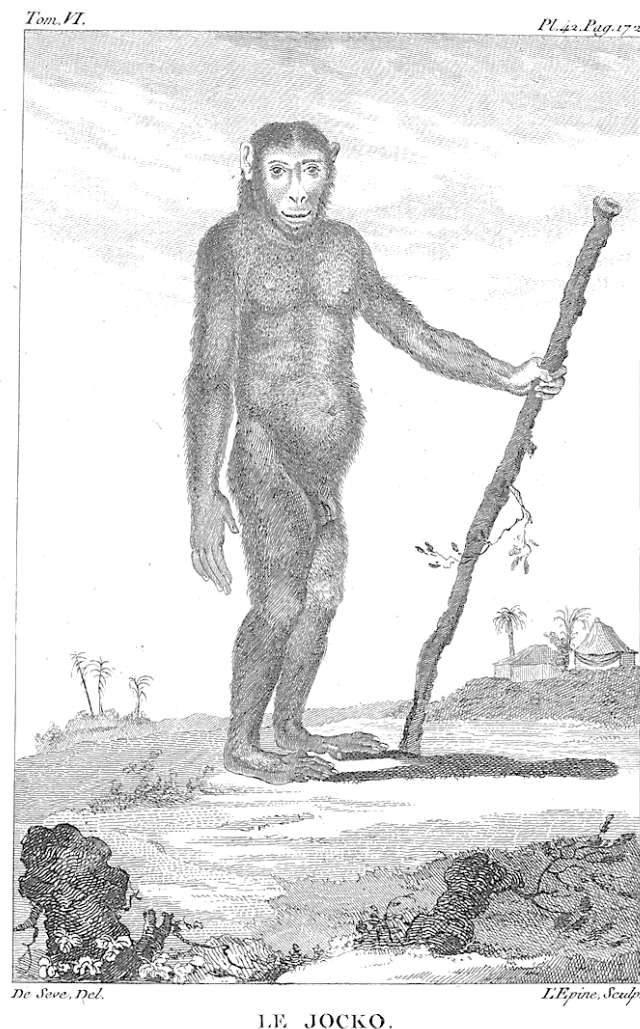
El descubrimiento e interés de la fauna y flora en el siglo XVIII en Francia e Inglaterra, fue el acontecimiento decisivo que consolidó el desarrollo de las ciencias de la vida. Las exploraciones realizadas por los naturalistas a diversas partes del mundo y la conformación de colecciones de historia natural, así como la identificación y clasificación de los organismos, conformaron un conocimiento y comprensión de la diversidad de la vida. Las especialidades que más atención recibieron en el marco de este contexto se relacionan con la biología, la botánica, la geología, la paleontología, entre otros.

La observación constante de ciertas plantas y su aclimatación marcaron los límites de la teoría creacionista de que todas las especies vivas eran inmutables. Las aportaciones y experimentos de hibridación del sueco Carl Linnaeus (1707-1771), cambiaron la noción del origen de las especies, convirtiéndose en un gran problema científico (Pavord, 2008).

A partir de estos planteamientos surgieron grandes naturalistas franceses que estudiaron, desarrollaron y divulgaron un conocimiento exhaustivo sobre la diversidad de la vida: Georges Buffon (1707-1788) introdujo el concepto de la biogeografía y la sincronización de la tierra. En su gran obra *L'Histoire naturelle* abordó el delicado tema de las similitudes entre los humanos y los simios, sugiriendo un ancestro común de los mamíferos. Esta obra contiene una gran diversidad de grabados (imágenes científicas) donde se detallan diversos aspectos relacionados a la morfología de los humanos y los simios; Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) formuló la primera teoría de la evolución biológica en 1802, donde acuñó por primera vez el término de 'biología' para designar la ciencia de los seres vivos. También fue fundador de la paleontología de los invertebrados y realizó diversos estudios en el campo de la geología. A pesar de que la gran mayoría de la obra de Lamarck no incluye imágenes, su trabajo revela grandes aportaciones científicas de la época, dignas de señalar; Georges Cuvier (1769-1832), fundador de la paleontología y anatomía comparada, clasificó por primera vez el reino animal desde el punto de vista estructural y morfológico subordinado a su función, además demostró la existencia de fauna fósil y la extinción de muchas especies. Su obra *Le Règne animal distribué d'après son organisation*, considerada como una de sus

publicaciones más importantes en este campo, apareció en cuatro volúmenes en su primera edición (1817), en las siguientes ediciones se fue ampliando el número de volúmenes. Esta obra contiene una gran diversidad de grabados (imágenes científicas) a color, los cuales detallan diversos aspectos relacionados a la morfología de las especies.

Todo este fermento de ideas mucho antes de la conformación de la teoría de la evolución presentada por Charles Darwin (1809-1882) en 1858, constituyó el marco conceptual y el sello distintivo de las imágenes científicas naturalistas aparecidas en los principales libros de referencia del siglo XVIII al XIX en Europa.



**Figura 19. Grabado que enfatiza la columna vertebral de un orangután de Georges Buffon en *L'Histoire naturelle* (1749-1788)**

Fuente: Bibliothèque nationale de France



Werner del.

Schmelz sc.

ANATOMIE.

N. Remondé imp.

Figura 20. Grabado que muestra el esqueleto de una paloma cuya ala fue levantada para mostrar cómo el hombro y costillas se unen al esternón. De Georges Cuvier en *Regne animal distribué d'après son organisation* (1854)

Fuente: Bibliothèque nationale de France

En el campo de la botánica predominó una gran preocupación por la clasificación de las plantas debido al aumento de plantas conocidas. El Inglés John Ray (1628-1705) ofreció por primera vez un sistema de clasificación de plantas de acuerdo con las características de las frutas, flores y hojas; el francés Pierre Magnol (1638-1715) utilizó por primera vez la palabra 'familia' en *Prodromus historiae generalis plantarum, in quo familiae plantarum per tabulas disponuntur* en 1689, definiendo 76 familias de plantas. Esta publicación no integra imágenes, sin embargo, utilizó diversas estrategias para organizar y clasificar las plantas, proporcionando una estructura coherente y sus múltiples relaciones a través de listas y cuadros sinópticos. En otras publicaciones se puede apreciar la inclusión de grabados para llevar a cabo dichas descripciones; el francés Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708) catalogó 8,846 plantas vasculares en su libro ilustrado por Claude Aubriet (*Éléments de Botanique* en París en 1694) con alrededor de quinientos grabados en planchas de cobre. Este botánico destacó por ser el primero en aclarar la definición del concepto de género para las plantas; el francés Noël-Antoine Pluche (1688-1761) publicó entre 1732 y 1750 en nueve volúmenes *Le Spectacle de la nature, ou Entretiens sur les particularités de l'Histoire Naturelle*, considerada una de las obras fundamentales de la divulgación en el siglo XVIII (Raichvarg & Jacques, 1991; Malet, 2002). Esta obra integra diversos grabados ilustrados que describen diversos tipos de plantas y flores.

Las ilustraciones de esta época reflejan un legado de vívidas imágenes con detalles particulares, obtenidas a través de las exploraciones realizadas por los mismos científicos y artistas, que en algunos casos, contrataban para documentar sus hallazgos a diversas partes del mundo. Era común que los naturalistas volvieran con grandes descubrimientos como especies de plantas y muestras geológicas donde posteriormente se convertirían en colecciones de historia natural (Ford, 1992).



Figura 21. Grabado sobre botánica de Joseph Pitton de Tournefort en *Éléments de Botanique* en París (1694)

Fuente: Bibliothèque nationale de France



**Figura 22. Grabado sobre los insectos de Noël-Antoine Pluche en *Le Spectacle de la Nature* (1732 y 1750)**

Fuente: Bibliothèque nationale de France

Por otro lado, el conocimiento de las ciencias de la Tierra en Francia se enfatizó a través de dos corrientes teóricas: 1) los que seguían las ideas de los catastrofistas suizos Charles Bonnet y Jean André De Luc. Esta teoría recurría a las catástrofes e inundaciones periódicas con el objeto de demostrar la concordancia que en su opinión existía entre el Génesis y la Geología, sistema dominante en la Geología europea a lo largo de la primera mitad del siglo XIX. Bajo esta corriente se encontraba a Dolomieu, Cuvier y Brongniart; y 2) los que seguían las ideas transformistas, las cuales se basaban en hacer intervenir a causas lentas y continuas para explicar la historia de la Tierra. Bajo esta corriente se encontraba a Delamétherie, Lamarck y Prevost (Pelayo, 1992).

De acuerdo con Pelayo (1992), las teorías catastrofistas fueron seguidas por Déodat Gratet de Dolomieu (1750-1801), un reconocido geólogo que enfatizó las circunstancias de la tierra habían sucedido no por causa del tiempo

sino de la fuerza. Por su parte Georges Cuvier (1769-1832), se había pronunciado a favor de estas ideas señalando las 'revoluciones' y los diluvios para explicar el pasado de la Tierra basados en sus observaciones paleontológicas.

Cuvier había colaborado en el estudio de las capas de la Tierra junto con Alexandre Brongniart (1770-1847) y William Smith (1769-1839), concluyendo que las capas habían sido establecidas durante un período prolongado, el cual arrastraba una serie de catástrofes que habían producido la extinción de diversas especies siendo sustituidas por otras. De acuerdo con Cuvier, las nuevas especies procedían de otras regiones del planeta que se habían salvado de las catástrofes, de esta manera, Cuvier explicó el registro fósil encontrado de diversas especies.

Estas teorías fueron expuestas en diversas publicaciones donde se incluyen diversas imágenes como soporte y evidencia científica: *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes* (1812), *Discours sur les révolutions de la surface du globe* (1825), entre otros. Además, estas obras fueron difundidas y traducidas en diversos países.

Dentro de la corriente transformista, el naturalista francés Jean Baptiste Lamarck (1744-1829), fue uno de los primeros en señalar en 1794 en su trabajo *Sur les fossiles*, la importancia de estudiar los restos de los seres vivos para incrementar el conocimiento de la historia de la Tierra, así como las constantes mutaciones por la que este había pasado. Lamarck, a diferencia del afamado profesor alemán Abraham Gottlob Werner (1749-1817), especializado en mineralogía, y del naturalista escocés James Hutton (1726-1797), incidió en la importancia de los fósiles para la explicación de su doctrina geológica, donde enfatizó que el movimiento de los mares había cubierto sucesivamente los continentes. Por tanto, la historia de la Tierra se resume para Lamarck en un lento movimiento de la tierra firme y del océano sobre la superficie del globo donde los fósiles litorales y pelágicos habrían evidenciado estos movimientos (Pelayo, 1992).



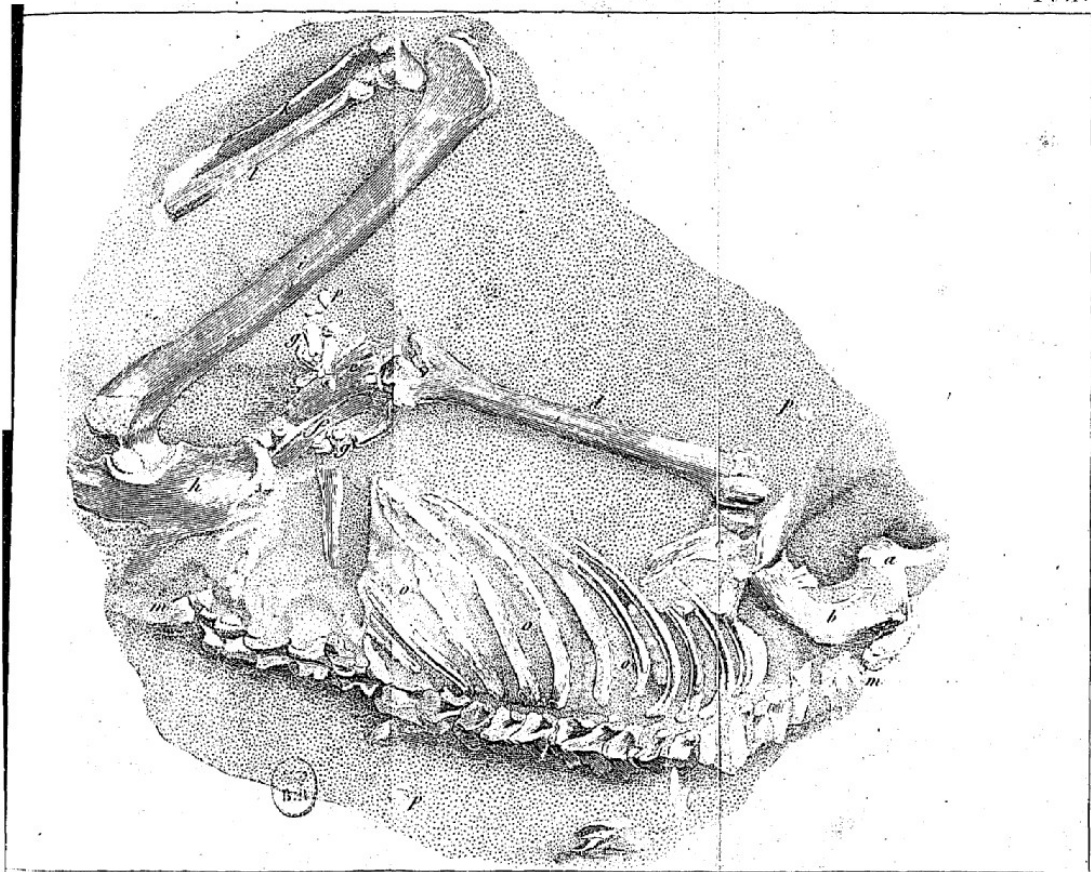


Figura 23. Estudio de restos fósiles de Georges Cuvier en *Discours sur les révolutions de la surface du globe* (1825)

Fuente: Bibliothèque nationale de France

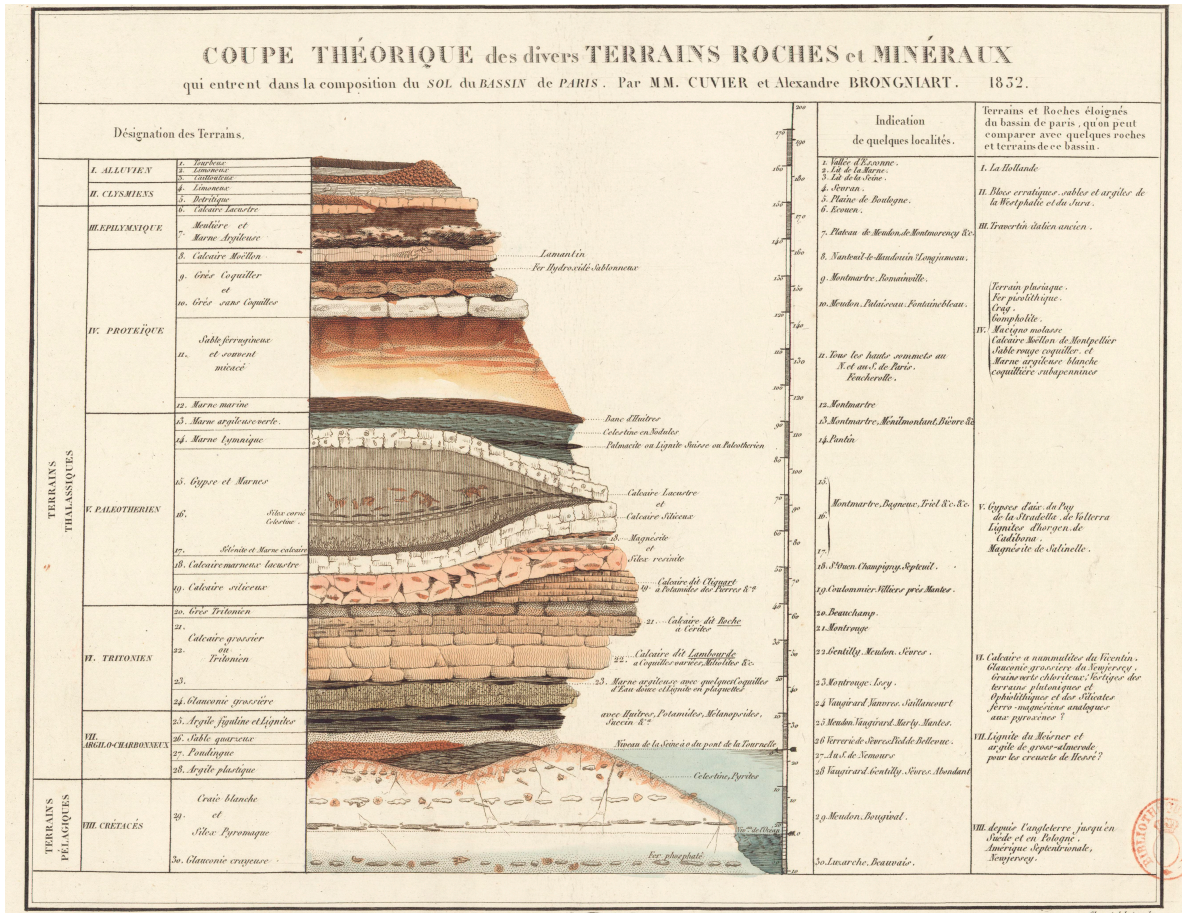
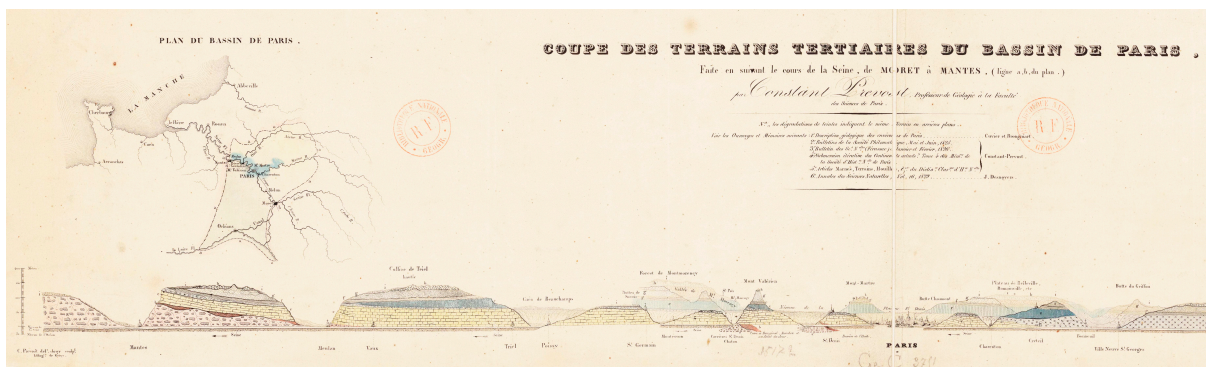


Figura 24. Mapa de cortes, rocas y minerales que entran en la composición del suelo de la cuenca de París. De Cuvier y Brongniart (1832)

Fuente: Bibliothèque nationale de France

Por su parte, Jean Claude Delam  therie (1743-1817), profesor de geología y mineralogía en Collège de France, también propietario de la influyente revista científica *Journal de Physique*, publicó sus teorías en diversos libros y en los discursos introductorios de los volúmenes de su revista. Su teoría se basaba en explicaciones de los cambios producidos en la superficie terrestre mediante operaciones lentas y continuas del mar, donde el océano había perdido volumen, en parte por su desaparición gradual en cavernas interiores debido a la acumulación de sedimentos. De acuerdo con Delam  therie, en algunas cuencas se habrían formado lagos de agua dulce debido a los períodos de tranquilidad interna de los mares y lagos, cuando las corrientes perturbaban esta tranquilidad era cuando aparecían organismos de naturaleza diferente mezclados en los mismos depósitos (Martine, 2002).

El geólogo Constant Pr  vost (1787-1856) comenzó siguiendo las teorías de Cuvier y Brongniard, posteriormente entro en discrepancia con ellos y abogó por un estudio de las fuerzas lentas y constantes para ilustrar el pasado. Una de sus más importantes memorias fue *De la Chronologie des terrains et du synchronisme des formations* (1845). En esta obra se expone el principio de la sincronicidad de las etapas sucesivas de la deposición   nea y sedimentaria a través de amplios terrenos. Sus títulos más generales fueron *Documents pour l'histoire des terrains tertiaires* (1827) y su *Traiti   de géographie physique* co-autor con E. Bassano (1836).



**Figura 25. Fragmento de mapa de corte de la cuenca terciaria de París, De Constant Pr  vost**

Fuente: Bibliothèque nationale de France

### 2.2.2. Los gráficos estadísticos y la cartografía estadística

El desarrollo de la cartografía renacentista (topográfica y temática), dio paso al desarrollo de los gráficos y la cartografía estadística (o cartografía temática de datos) durante el siglo XVIII, sobre todo, en países como Gran Bretaña y Francia. A medida que los gobiernos se fueron interesando por recopilar información y datos sobre el estado, se plasmaron los primeros intentos por llevar a cabo una cartografía temática con datos demográficos, económicos, médicos y geológicos, recopilados sistemáticamente y bajo los principios de la teoría estadística.

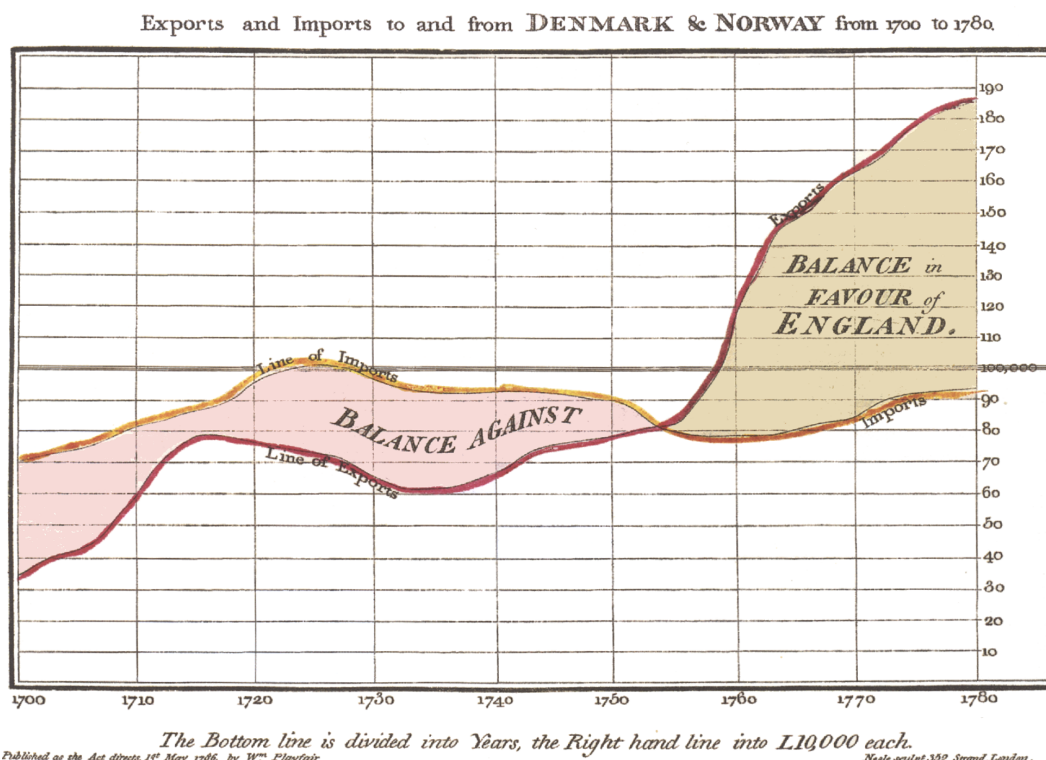
Los datos fueron aumentando y se ampliaron a otros campos del conocimiento humano, así como las nuevas formas para representarlos (visualización de los datos). Los máximos exponentes en orden cronológico fueron: el escocés William Playfair (1759-1823), el francés Charles Dupin (1784-1873) y Frère de Montizon (1788-), el británico Henry Drury Harness (1804-1883) y el Dr. John Snow (1813-1858), y el francés Charles Joseph Minard (1781-1870).

Los primeros gráficos estadísticos, en un principio, reflejaban la representación de análisis de inversiones, gastos y beneficios económicos entre Gran Bretaña y sus aliados comerciales. El ingeniero, matemático y economista escocés William Playfair desarrolló estos temas a través de sus dos libros capitales: *The Commercial and Political Atlas* (1786) y el *Statistical Breviary* (1801).

Playfair innovó en materia de visualización de datos al representar gráficos donde utilizó un sistema inspirado en los principios utilizados en los mapas topográficos (sistema cartesiano) como la longitud y la latitud, al suplirlos por otro tipo de variables numéricas, constituyendo así, una gran solución al problema de la comparación cuantitativa discreta (Beniger & Robyn, 1978). De acuerdo con Cairo (20011), Playfair indujo la hibridación de la cartografía tradicional con la nueva rama del conocimiento matemático, la estadística.

Con el tiempo, los gráficos estadísticos fueron utilizados para cuantificar cualquier tipo de fenómeno relacionado con la gestión de un país, por lo que

durante el siglo XVIII, este término designaba la colección sistemática de datos demográficos y económicos por los estados. “A partir del siglo XIX adquirió su actual significado de información codificada numéricamente con el fin de estudiarla y usarla en cálculos de probabilidades” (Cairo, 2011, p. 152).



**Figura 26.** Gráfico sobre las exportaciones e importaciones de Dinamarca a Noruega desde 1700 a 1780. De William Playfair en *The Commercial and Political Atlas*, 1786

Fuente: The British Library

Los temas sociales tratados a través de la estadística dieron origen a la cartografía social o cartografía estadística. Estos mapas representaban la distribución, concentración y dispersión de fenómenos abstractos y sus propiedades por medio de la razón fundamentada en la cuantificación de las observaciones para ofrecer una mayor comprensión del mundo, como los que muestran censos de población y/o características sociales o culturales.

Este tipo de cartografía estadística planteó nuevos puntos de vista del espacio geográfico donde se conjugaban tres áreas del conocimiento humano:

los de la naturaleza (geografía), los fenómenos sociales (ciencias humanas) y la estadística (rama de la matemáticas).

No se debe confundir la cartografía estadística con la cartografía topográfica (geográficos) y temática, aunque puede haber algunas similitudes entre ellos, la diferencia radica en que cuando se abordan solo las causas naturales y la descripción completa y exacta de los territorios a través de la creciente precisión de la medición y el realismo de las actuaciones, nos referimos a los mapas topográficos (Palsky, 1998); cuando se conjugan lo anterior con temáticas relativas a diversas actividades humanas que reflejan fenómenos correlativos a una localización física, nos referimos a los mapas temáticos (Robinson, 1982); y cuando se conjugan ambos conceptos, reuniendo, clasificando y contabilizando todos los hechos que reflejan un fenómeno social para llegar a conclusiones a partir de datos numéricos, nos referimos a los mapas estadísticos (o mapas temáticos estadísticos). Se ha encontrado evidencia de que la aparición de los mapas topográficos y temáticos existe desde las primeras civilizaciones humanas, por tanto, estos son más antiguos que los mapas estadísticos.

En 1826, apareció el primer mapa coropleta publicado en *Forces productives et commerciales de la France* por Charles Dupin, un matemático, ingeniero, economista y político francés conocido por su trabajo en matemáticas (Dupin Cyclide) y por su trabajo en el campo de la cartografía estadística y temática (figura 27).

El mapa muestra el nivel educativo de los ciudadanos franceses utilizando la luz más clara para los estados de mayor nivel educativo. Dupin utilizó una estadística paralela entre el norte y sur de Francia, así como todo el conjunto del país relativo a la educación popular, a la educación superior, la industria, la riqueza privada y los ingresos públicos para comparar el nivel educativo entre ellos.

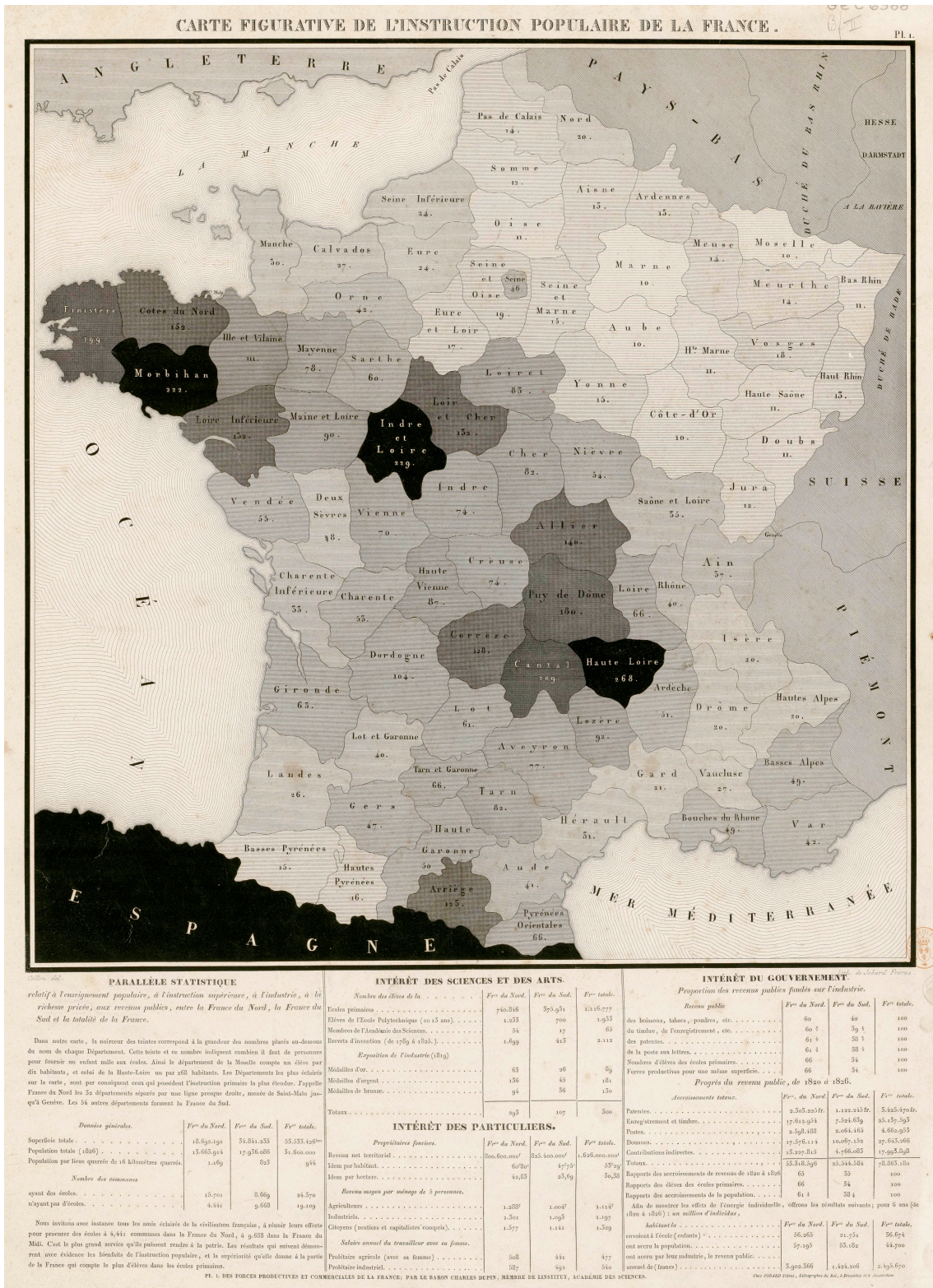


Figura 27. Carte Figurative de l'instruction populaire de la France (1826) de Charles Dupin

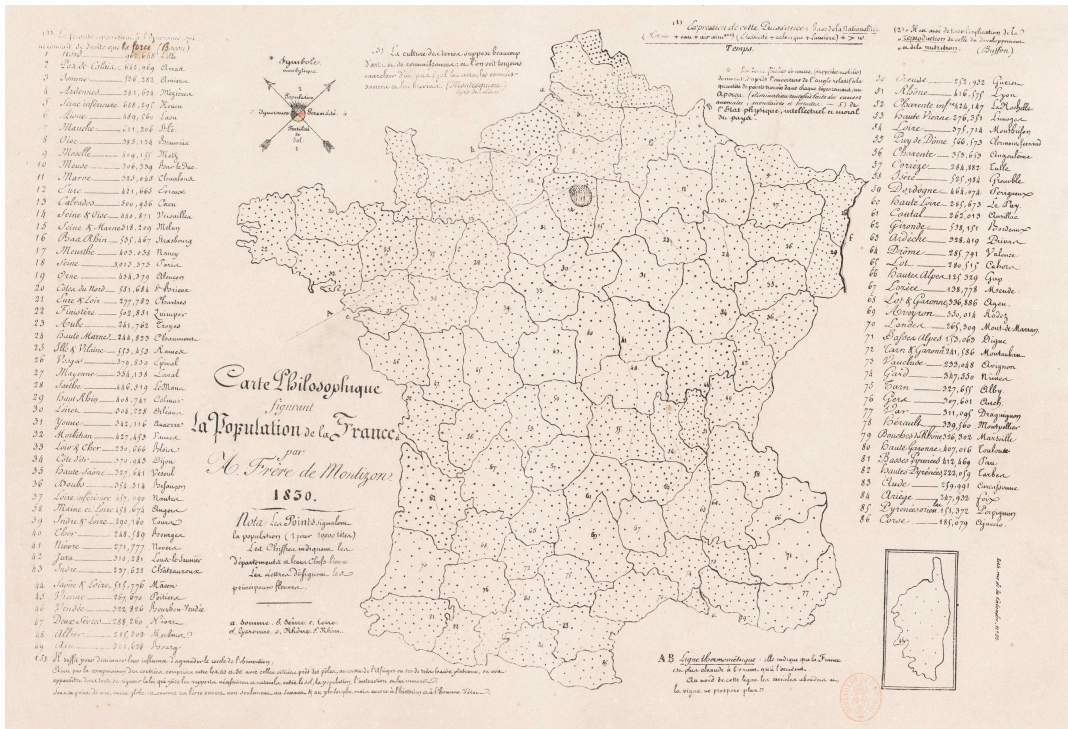
Fuente: Bibliothèque nationale de France

Posteriormente, el francés Frère de Montizon diseñó un segundo método de asignación estadística a través de su *Carte philosophique figurant la population de la France* en 1830. Este mapa representaba la distribución y densidad de cada región delimitada por distritos de la población de Francia en términos absolutos a través de la asignación de puntos. La población se expresa por un número de puntos proporcional del número de habitantes, en una proporción de 1 a 10.000. La información anexa que se presenta en las listas muestra el nombre de los distritos, población y ciudad de la prefectura. El espaciado regular de los puntos en el mapa produce una representación visual de la densidad de la población, ya que los niveles de población más altos dentro de una frontera administrativa exhiben un patrón más cercano y más denso de puntos (figura 28).

La cartografía estadística fue avanzando gracias a la participación activa de los ingenieros, logrando el desarrollo de un lenguaje gráfico a partir del cálculo geométrico en la elaboración de canales y vías, así como la combinación de datos sociales muy variados, como la distribución y la movilidad de las personas y de la riqueza. Temáticas sociales que reflejaban el contexto social de la época, donde la revolución industrial ya empezaba un proceso de transformación económica, social y tecnológica en la segunda mitad del siglo XVIII en Reino Unido y posteriormente, en gran parte de Europa Occidental y Norteamérica (Palsky, 1998).

En este contexto surgieron nuevos gráficos en Gran Bretaña en un atlas publicado en 1838 por Henry Drury Harness, un ingeniero de ferrocarriles designado por la Comisión de los Ferrocarriles Irlandeses para dibujar mapas de la población y del tráfico. Esta publicación representó una serie de mapas originales que fueron utilizados para indicar la densidad, distribución y la circulación de las mercancías y pasajeros, utilizando diversas técnicas cuantitativas basadas en un método de trabajo de recopilación de datos a través de encuestas. Estos mapas combinaron la estadística y la práctica de la ingeniería mediante líneas de ancho variable, direccionadas y proporcionales a su importancia cuantitativa. Un trabajo que dio origen a lo que hoy se conoce como mapas de flujos y los primeros ejemplos de círculos graduados para representar la densidad de las poblaciones urbanas y rurales (Robinson, 1955).





**Figura 28. Carte philosophique figurant la population de la France en 1830, De Frère de Montizon**

Fuente: Bibliothèque nationale de France

El desarrollo de los mapas de flujo (cartografía estadística) se extendió a Francia, Bélgica y Austria-Hungría, experimentando un notable crecimiento durante la segunda mitad del siglo XIX. El trabajo más destacado fue el realizado por Charles Joseph Minard, un ingeniero civil francés vinculado a la construcción de puertos, ferrocarriles y puentes, y reconocido por su trabajo en materia de representación gráfica de datos estadísticos.

El trabajo de Minard destaca por la representación de mapas de flujos donde se representa el movimiento de las personas o bienes comerciales por medio de líneas, cuyo grosor es proporcional a la magnitud que codifican. Estos mapas fueron inspirados en el trabajo realizado por el británico Henry Drury Harness. No obstante, Minard perfeccionó y sistematizó los principios que debían guiar su diseño, como la precisión de las formas geográficas para aumentar la claridad de las proporciones (Cairo, 2011).

Dentro de los múltiples mapas que realizó Minard, se puede señalar el mapa de flujo sobre los orígenes de los cereales importados en Francia en 1867. Este mapa utilizó líneas de color azul y líneas de color rojo, las primeras, representan los trayectos por mar, y las segundas, representan las rutas de los caminos por tierra. La anchura de ambas líneas se mide a partir de 4 milímetros, las cuales representan cinco hectolitros de cereal importado. Ahí mismo, se incluye un gráfico de serie de tiempo (parte superior derecha), el cual expresa los precios mensuales del trigo en los mercados de Chicago, Odessa (actualmente Ucrania), Pesth (Hungría) y Valladolid en 1867. Este mapa, es solo un ejemplo de la precisión y claridad que implanta Minard en sus más de 50 mapas realizados (figura 29).

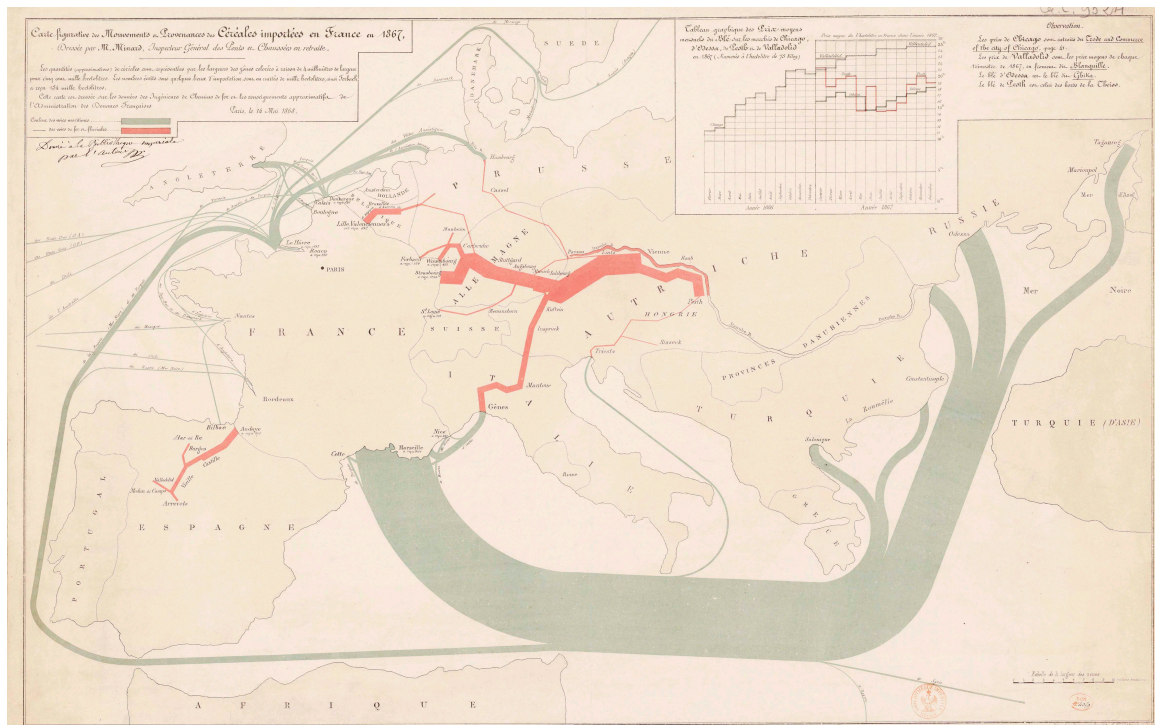
De manera paralela, la cartografía estadística se extendió al campo de la medicina con el objeto de contabilizar las muertes ocurridas por causas epidemiológicas, en un momento en el que continente europeo era devastado por diversos tipos de epidemias. Aunque desde mediados del siglo XVII, el comerciante inglés John Graunt, ya había analizado los patrones de mortalidad después de los brotes epidémicos que habían sucumbido durante este período, no fue hasta 1855, cuando el doctor John Snow (médico inglés precursor de la epidemiología moderna) creó el primer mapa que mostraba la densidad de muertes y su distribución por causa de los efectos del cólera en una zona de Londres, así como la relación causal vinculada a una bomba de agua pública situada cerca del lugar donde se concentraban las mayoría de las muertes ocurridas (figura 30).

El mapa de Snow, pretendía reforzar la hipótesis de que el cólera no se transmitía por la respiración, sino por la ingestión de alimentos y agua. Por tanto, el mapa refleja las muertes de las víctimas a través de líneas negras, formando masas de color negro, con el objetivo de delimitar la zona de mayor concentración de muertes cercana a la bomba de agua pública que él señalaba como el origen de la epidemia.

El método que utilizó Snow, se basó en anotar el número de muertes ocurridas durante el mes de septiembre, utilizando como fuentes los registros del hospital Middlesex (lugar donde se habían trasladado la mayoría de las

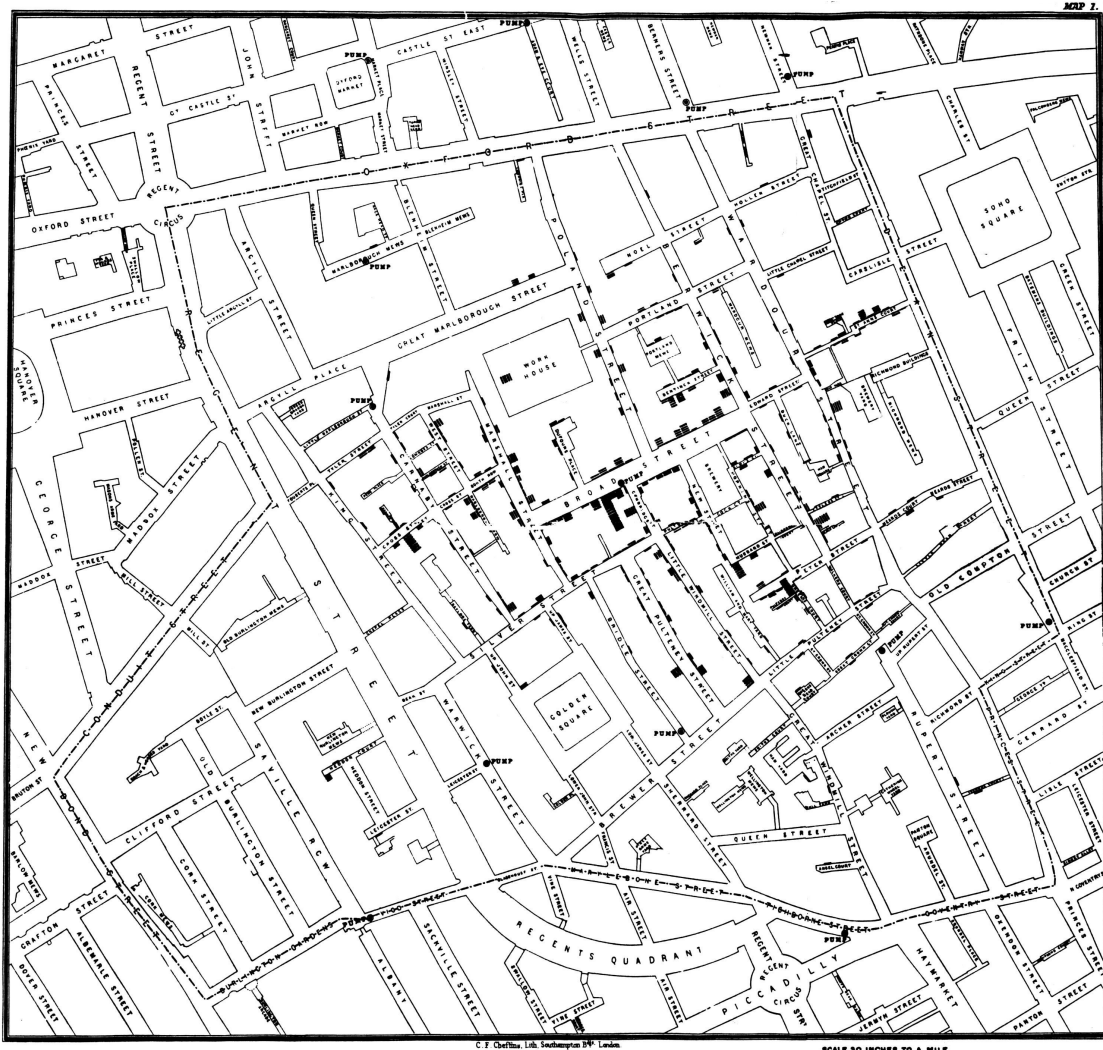
víctimas), así como una investigación de campo realizada a todos los edificios de la región para analizar el caso. Este mapa fue publicado en la segunda edición de una monografía escrita originalmente en 1849, titulada *On the Mode of Communication of Cholera* (Cairo, 2011).

Los gráficos estadísticos dieron paso al desarrollo de la cartografía estadística durante el siglo XIX, basada en métodos muy particulares de representación, donde el simbolismo visual fungió como una herramienta de visualización de datos. Estos avances en materia de conceptualización y técnicas de visualización de información, se tomaron de modelo en los siguientes siglos, para la representación de datos aplicados a todos los campos del conocimiento humano (Chen, 2006).



**Figura 29. Carte figurative des Mouvements et Provenances des Céréales importées en France en 1867. De Charles Joseph Minard (1868)**

Fuente: Bibliothèque nationale de France



**Figura 30. Mapa que muestra la densidad de muertes y su distribución por causa de los efectos del cólera en una zona de Londres, De John Snow (1849)**

### 2.2.3. Conclusiones

Las publicaciones editoriales y de prensa del siglo XIX fueron el soporte esencial de divulgación científica, además de haber realizado una función social vinculada al desarrollo social, cultural y científico de la época.

La imagen científica que se publicó en esta época refleja primordialmente tres tipos de aspiraciones: a) representar los fenómenos a través de la cuantificación de los hechos observados, como la cartografía estadística desarrollada por Charles Minard; b) conformar un conocimiento avanzado de la diversidad de la vida a través del uso de nomenclaturas y clasificaciones, como las ilustraciones naturalistas de Joseph Pitton; y c) representar imágenes técnicas para llevar a cabo prácticas de adiestramiento en diversas actividades relacionadas a la ciencia técnica, como los grabados aparecidos en la *L'Encyclopédie o Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*.

El impacto de estas imágenes refleja diversas funciones comunicativas:

1) comprender el mundo por medio de la razón fundamentada en la cuantificación de los hechos observados (valor probatorio), 2) sistematizar y normalizar el conocimiento acumulado hasta entonces y 3) ampliar y explicar el conocimiento desde una dimensión pragmática.

## **2.3. La imagen científica en la divulgación de la ciencia anglosajona del siglo XVIII al XX**

El desarrollo científico que experimentó Gran Bretaña a partir de la Revolución Industrial (XVIII al siglo XIX) refleja una intensa actividad de divulgación de la ciencia vinculada al desarrollo industrial y tecnológico como motor de crecimiento económico y comercial. “Fue aquí donde la primera ‘economía del conocimiento’ fue forjada por individuos ilustrados dejados para aplicar su imaginación y su creatividad libres de la interferencia estatal” (Ashworth, 2008, p. 249).

En este contexto favorable, donde el Imperio británico se había extendido a través de los cinco continentes, logrando controlar gran parte de la economía mundial, la ciencia y su divulgación se vio beneficiada por la estabilidad económica y el creciente interés público por la ciencia. La época victoriana (1837-1901), fue el momento histórico que marcó la cúspide de la Revolución Industrial y del Imperio británico, favoreciendo la difusión de los conocimientos científicos a gran escala a través de diversas vías para llegar a un público variado: las conferencias y los debates, la literatura infantil, la poesía científica, la prensa, los libros en prosa (ensayo y novela), así como los diversos libros académicos publicados por los científicos de la época (Cortiñas, 2009).

Al igual que la Ilustración francesa, a partir del siglo XVII surgieron las primeras iniciativas emprendidas, en un principio, por las recién formadas sociedades científicas para publicar los grandes avances de la época. Posteriormente, en el siglo XVIII comenzó el auge de las publicaciones editoriales y el de la prensa generalista para abordar y divulgar diversos temas de ciencia. Al llegar al siglo XIX, la circulación de revistas y periódicos fue muy superior y mucho más influyente que la que tuvieron los libros. Esto a su vez, generó que de manera contigua se produjeran una gran diversidad de imágenes científicas con fines didácticos y divulgativos. No obstante, su desarrollo fue efectuado con mayor magnificencia y cuidado a través de las publicaciones editoriales.

Los temas científicos que más se abordan en las publicaciones periódicas de esta época son los relacionados a la naturaleza o historia natural (la

botánica, la biología, la geología, etc.), la física (la mecánica, la hidrostática, la neumática, etc.), las matemáticas (problemas de razonamiento), la química y el desarrollo de inventos vinculado al conocimiento útil (useful knowledge). Estos últimos temas continuaron durante la primera mitad del siglo XIX, haciendo un especial énfasis de aplicación relacionado al maquinismo, incluido el de la electricidad (Sheets-Pyenson, 1985).

A finales del siglo XIX, las imágenes científicas fueron reproducidas utilizando las técnicas fotomecánicas (pasos previos al proceso de impresión), las cuales permitían la obtención de transparencias negativas o positivas de dibujos, fotografías y textos para hacer una copia exacta en la plancha que servía para imprimir imágenes de gran calidad. Estas mejoras en materia de impresión, ayudaron a propagar las imágenes con mayor facilidad, ya que con el paso del tiempo fue disminuyendo su costo de producción e impresión.

Al llegar al siglo XX, el modelo de divulgación británica se extrapoló al angloamericano, gracias al declive británico que decayó a causa del proceso de descolonización y las guerras mundiales ocurridas en la primera mitad del siglo XX, logrando así, por parte de los Estados Unidos un nuevo modelo de actuación independiente que controlaría todos los campos del saber, entre ellos, el dominio y la circulación de la información en el mundo a través de los medios de comunicación de masas (prensa, cine, radio, televisión e internet), el cual será aprovechado más adelante por los divulgadores angloamericanos (Cortiñas, 2009).

De acuerdo con Rhees (1979), antes de la Primera Guerra Mundial (1914-1918), la investigación que se hacía en Estados Unidos era realizada por grupos aislados en universidades e institutos privados, y la escasa investigación realizada dentro del gobierno era rígidamente pragmática. Después de la Primera Guerra Mundial, el anterior escenario cambió, ya que la importancia de la ciencia y la tecnología en la resolución de los enfrentamientos armados transformó la imagen y el papel de los científicos en la sociedad estadounidense, estimulando tanto el interés del público por la ciencia como su popularización (Rhees, 1979).

Otros factores que señala el autor, se relacionan con el papel que

desempeñaron las asociaciones para la difusión de la ciencia (AAAS), los nuevos descubrimientos e inventos notables que acababan de salir a la luz (radiodifusión comercial, al automóvil, el avión), lo cuales hicieron que la ciencia se situará por primera vez en el centro de la vida social y política de los estadounidenses. Además, por primera vez los científicos empezaron a recibir beneficios, como subvenciones económicos para divulgar la ciencia (Rhees, 1979).

A medida que fue avanzando el siglo XX, los periódicos de ciencia popular cuadruplicaron las ventas desde 1900 hasta 1930 (Rhees, 1979). Los temas científicos que adquirieron una especial relevancia en el siglo XX fueron los relacionados a la física atómica (bomba atómica y sus devastadores efectos) entre 1930 y 1950; las exploraciones espaciales (lanzamiento del Sputnik en 1957, los intentos fallidos a la Luna a partir de 1960 y la llegada a la Luna en 1969 por parte de los norteamericanos); la biología molecular (descubrimiento de la estructura en forma de doble hélice del ADN en 1953); el desarrollo de nuevos artefactos tecnológicos y el crecimiento de la informática e internet (aplicación de los primeros protocolos de internet en 1969); el descubrimiento de nuevas enfermedades (epidemias, el sida en los 80s, diversos tipos de cáncer, entre otros); la presentación del proyecto Genoma (2001) y el medioambiente (extinción de fauna, contaminación, deforestación, cambio climático, entre otros), entre otros (Cortiñas, 2009).

Por su parte los sistemas de impresión y su tecnología, siguieron mejorando durante la primera mitad del siglo XX (offset). No obstante, no fue hasta los 90s cuando los sistemas informáticos, relacionados con la transmisión de información y automatización de los sistemas de impresión controlados desde un ordenador (sin seguir ningún paso previo), se implantaron de manera generalizada en las redacciones. Lo anterior, dio la posibilidad de que diversos periódicos y revistas maquedaran y rediseñaran toda su estructura reticular, logrando al mismo tiempo, la producción de grandes tiradas de ejemplares y mejoras en la calidad de impresión.



### **2.3.1. Las imágenes científicas microscópicas en las publicaciones editoriales**

Las imágenes microscópicas adquirieron una gran importancia para el desarrollo de la ciencia anglosajona en todos los campos del conocimiento científico, gracias a los avances desarrollados en las técnicas de visualización científica durante el siglo XVII y a principios del siglo XIX (primeros microscopios 'botánicos' o 'acuáticos' y acromáticos).

De acuerdo con Ford (1992), las imágenes microscópicas en un principio, se enfrentaron con diversos problemas que llevaron a plantearse una multitud de preguntas científicas sobre la estructura de lo observado, relacionadas con: ¿son características permanentes o temporales?, ¿es su apariencia real o provocada por los efectos del lente? y las preguntas relativas al problema científico de la causa y efecto. A partir del siglo XX, estas mejoras darían paso al perfeccionamiento de otros dispositivos (microscopios electrónicos, máquinas analíticas, aparatos de investigación de equipos de rayos X, así como los dispositivos de electroforesis de ADN, entre otros) que ayudarían a revelar un conocimiento más profundo de las diversas estructuras de nuestro mundo (Ford, 1992, p. 167).

La visualización científica anglosajona durante el siglo XVII, utilizó como principal dispositivo el microscopio óptico o de luz. En este contexto, destacan las observaciones y las mejoras de estos dispositivos realizadas por Robert Hooke (miembro de la Royal Society de Londres). Sus observaciones fueron compiladas en *Micrographia* (1665), un libro que describe 50 observaciones microscópicas y telescópicas con detallados dibujos donde se escribe por primera vez la palabra célula. Este término surgió observando en el microscopio una lámina de corcho (figura 31), la cual estaba formada por pequeñas cavidades poliédricas que denominó como *células* (Nichols, 1999).

Las imágenes microscópicas ya habían sido observadas y exploradas por diversos científicos desde el Renacimiento, sin embargo, no fue hasta las observaciones de Hook (realizadas con instrumentos más avanzados), cuando generaron un impacto crucial que llevó a que los siguientes dos siglos sus imágenes fueran plagiadas (como el piojo y la pulga).

*Slices of Cork in two different Sections. p. 10.*

Fig: 1.



Fig: 2.

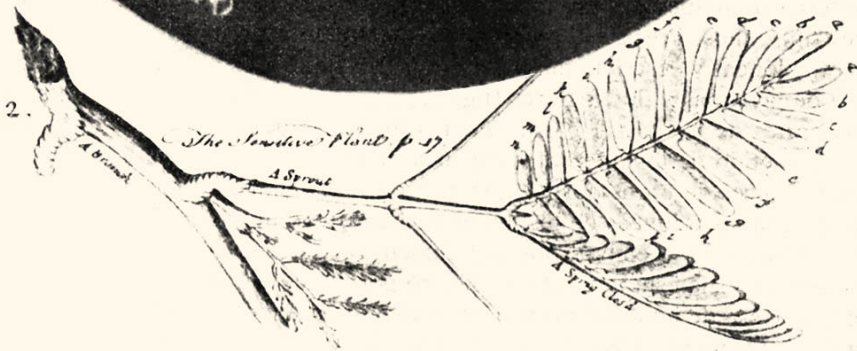
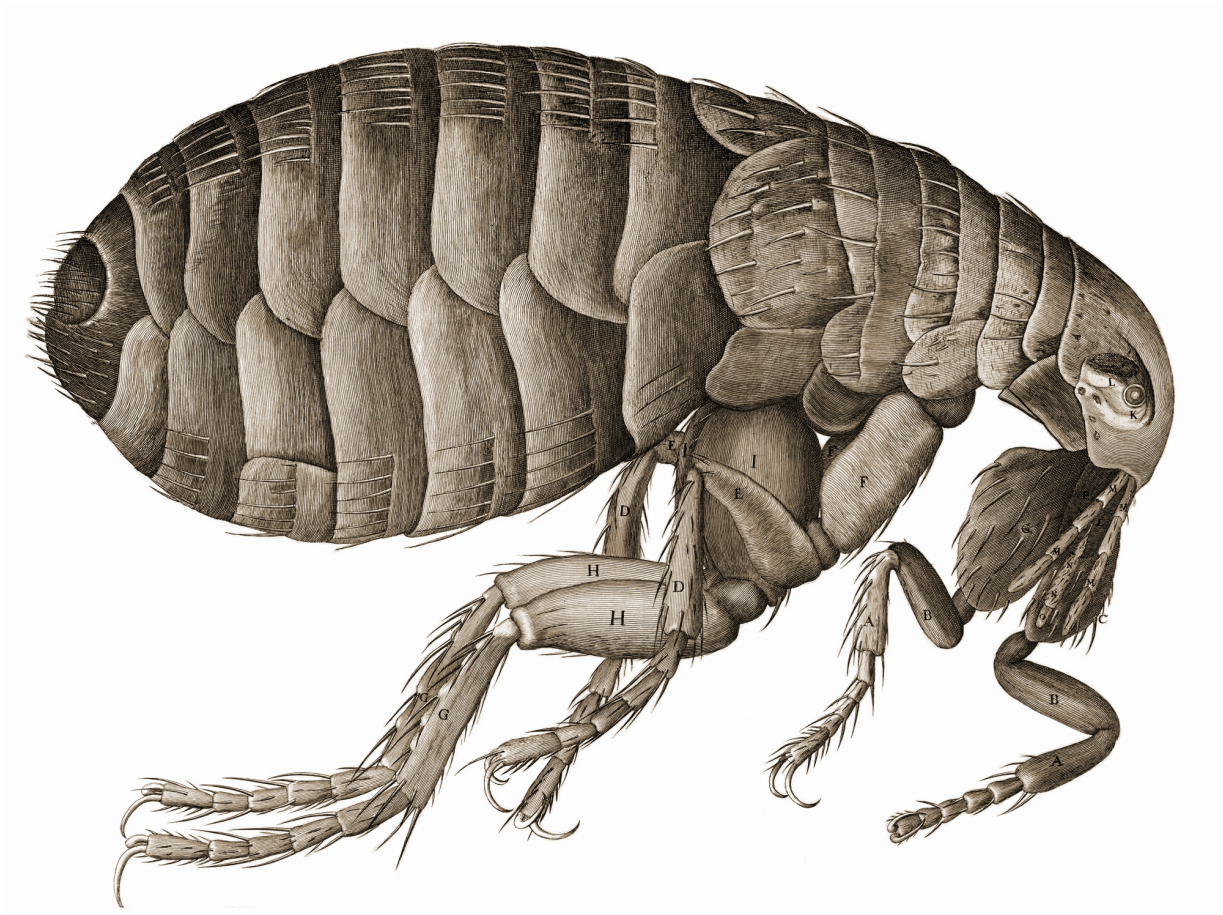


Figura 31. Células en el corcho de Robert Hooke en *Micrographia* (1665)



**Figura 32. Grabado de una pulga reproducido en una placa plegada de casi medio metro de longitud con una gran resolución. De Robert Hooke en *Micrographia* (1665).**

En este contexto favorable, donde la investigación microscópica causó un gran interés por descubrir y explorar la anatomía humana y de insectos, así como el de la microscopia botánica, surgen de manera paralela destacados investigadores que proporcionaron un vasto cúmulo de imágenes científicas microscópicas: el médico inglés William Harvey (1578-1657), quien describió de manera acertada la circulación y las propiedades de la sangre al ser distribuida por el cuerpo a través del bombeo del corazón (Shackelford, 2003); el médico y experimentador inglés Henry Power (1623-1668), quien desarrolló diversos estudios en microscopía y teoría corpuscular; el anatomista y zoólogo holandés Jan Swammerdan (1637-1680), quien se dedicó al estudio de la anatomía de insectos y de la anatomía humana a través de microscopios contruidos por él mismo, realizó grandes aportaciones en el campo de la entomología, biología y anatomía (Cobb & Cobb, 2000); el médico y naturalista italiano Francesco Redi

(1626-1697), fundador de la helmintología (estudio de los gusanos); el anatomista y biólogo italiano Marcello Malpighi (1628-1694), fundador de la histología (estudio de los tejidos orgánicos); el médico y anatomista holandés Regnier de Graaf (1641-1673), quien descubrió los eritrocitos, los glóbulos rojos o corpúsculos; el médico y botánico inglés Nehemiah Grew (1641-1712), fundador de la microscopía botánica, además de asentar las bases para la disciplina de la anatomía comparada; el holandés Antony van Leeuwenhoek (1632-1723), quien describió por primera vez los espermatozoides, los protozoarios y diversos tipos de bacterias; entre otros.

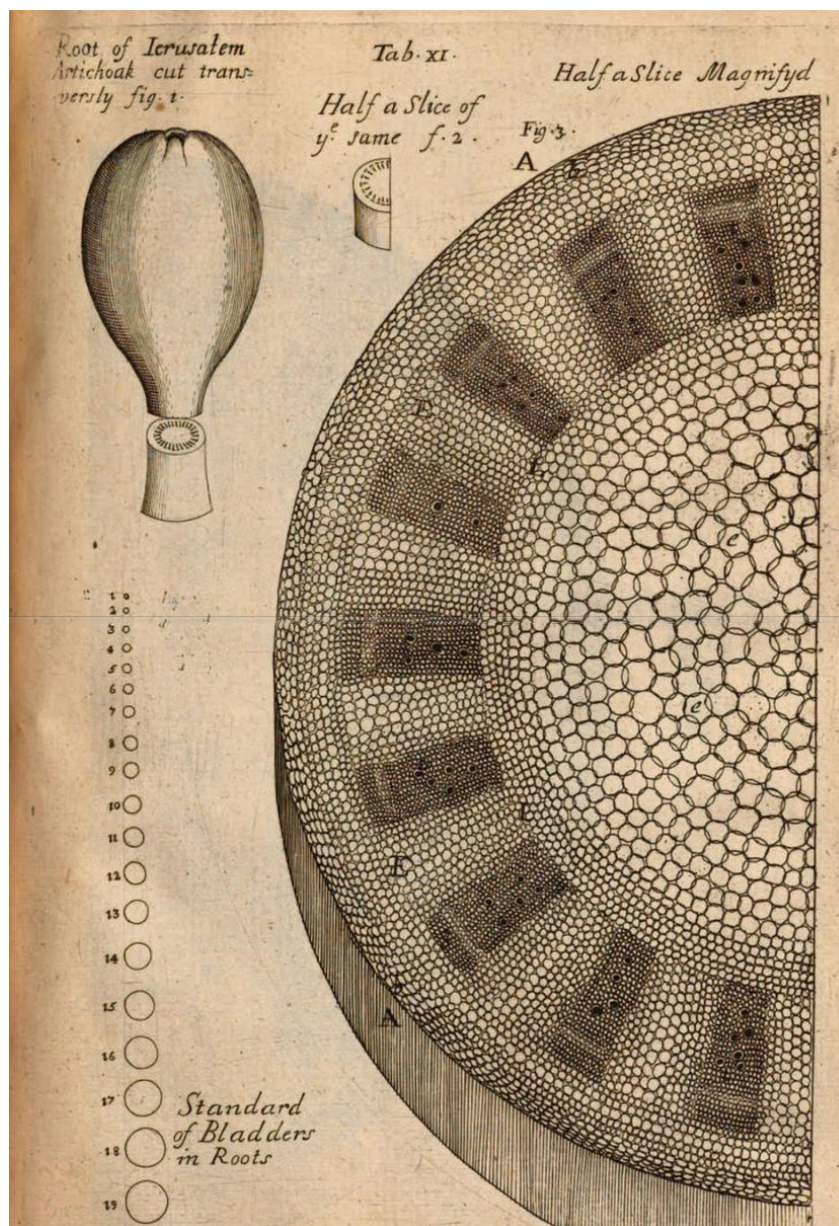


Figura 33. Imagen microscópica de la raíz de Jerusalén (alcachofa) cortada transversalmente. De Nehemiah Grew en *Anatomy of Plants* (1682).

En el siglo XVIII y XIX destacó el médico, cirujano y botánico escocés Robert Brown (1773-1858), quien nombró el 'núcleo celular' y el movimiento de agitación de las partículas sobre la superficie del agua, denominado como Movimiento Browniano (una aportación que ha sido muy discutida debido a que los instrumentos de la época no contaban con la tecnología suficiente para visualizar este fenómeno); el historiador natural y divulgador científico británico Philip Henry Gosse (1810-1888), quien desarrolló y publicó una gran diversidad de libros sobre biología marina, acompañados de magníficas imágenes científicas; el fisiólogo y naturalista inglés William B. Carpenter's, (1813-1885), miembro de la Royal Society, desarrolló estudios profundos en zoología marina (foraminífera y crinoidea) y en botánica; el naturalista alemán Ernest Haeckel (1834-1919), popularizó el trabajo de Charles Darwin en Alemania, creando el término de 'phylum' y 'ecología', además de haber realizado una gran cantidad de imágenes científicas al servicio de la divulgación (Sapp, 2007).

De manera paralela y en plena época victoriana, las publicaciones de texto con fines didácticos sobre el uso de los instrumentos microscópicos se volvieron populares, por lo que la mayoría de estos libros, continuaron publicándose a través de nuevas ediciones, algunas con imágenes a color, así como el uso ya generalizado de la foto micrografía (finales del siglo XIX).

Estas publicaciones, en su mayoría, eran libros muy extensos y en un formato muy grande dirigidos a estudiantes universitarios. Las publicaciones más populares fueron las del médico británico y especialista en cirugía oftálmica Jabez Hogg (1817-1899), quien escribió la primera edición *The Microscope, its History, Construction and Application* en 1854; la de William B. Carpenter's, quien escribió *The Microscope and Its Revelations* en 1856; la del médico británico, microscopista y profesor Lionel S. Beale (1828-1906), quien escribió *How to Work with the Microscope* en 1857; la del médico británico y especialista en cirugía oftálmica John H. Martin (1842-1881), quien escribió *Microscopic Objects Figured and Described* en 1870 y la del escritor inglés que popularizó la historia natural John George Wood (1827-1889), quien junto con otros escritores escribió *Common Objects of the Microscope* en 1896 (las ediciones no fueron fechadas) (Bracegirdle, 1998).

Los microscopios compuestos (de dos lentes) se hicieron populares en un

principio, posteriormente, con el avance de la fotografía, se incorporó un tercer lente para integrar una cámara fotográfica, logrando así la técnica fotomicrográfica. Estas mejoras tecnológicas, hicieron que las ilustraciones publicadas en revistas y libros de texto fueran de gran calidad, como el caso de los estudios de organismos como los protozoos (organismos microscópicos unicelulares eucariotas) y los rotíferos (organismos microscópicos acuáticos), publicados en revistas de gran importancia en la materia como el *Journal of Microscopy* (1841-), fundado por la Royal Microscopical Society y la revista *Quekett Microscopical Journal* (1868-), fundada por la Quekett Microscopical Club.

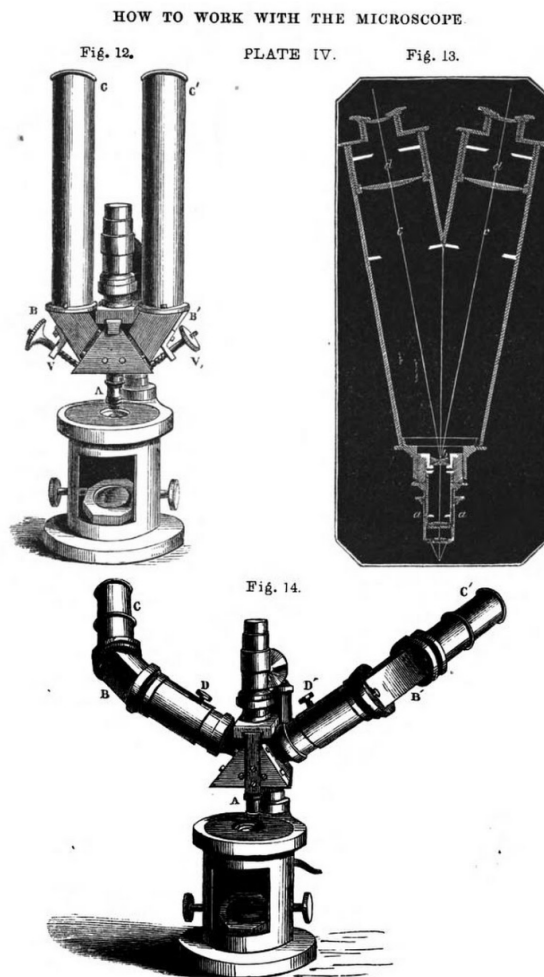
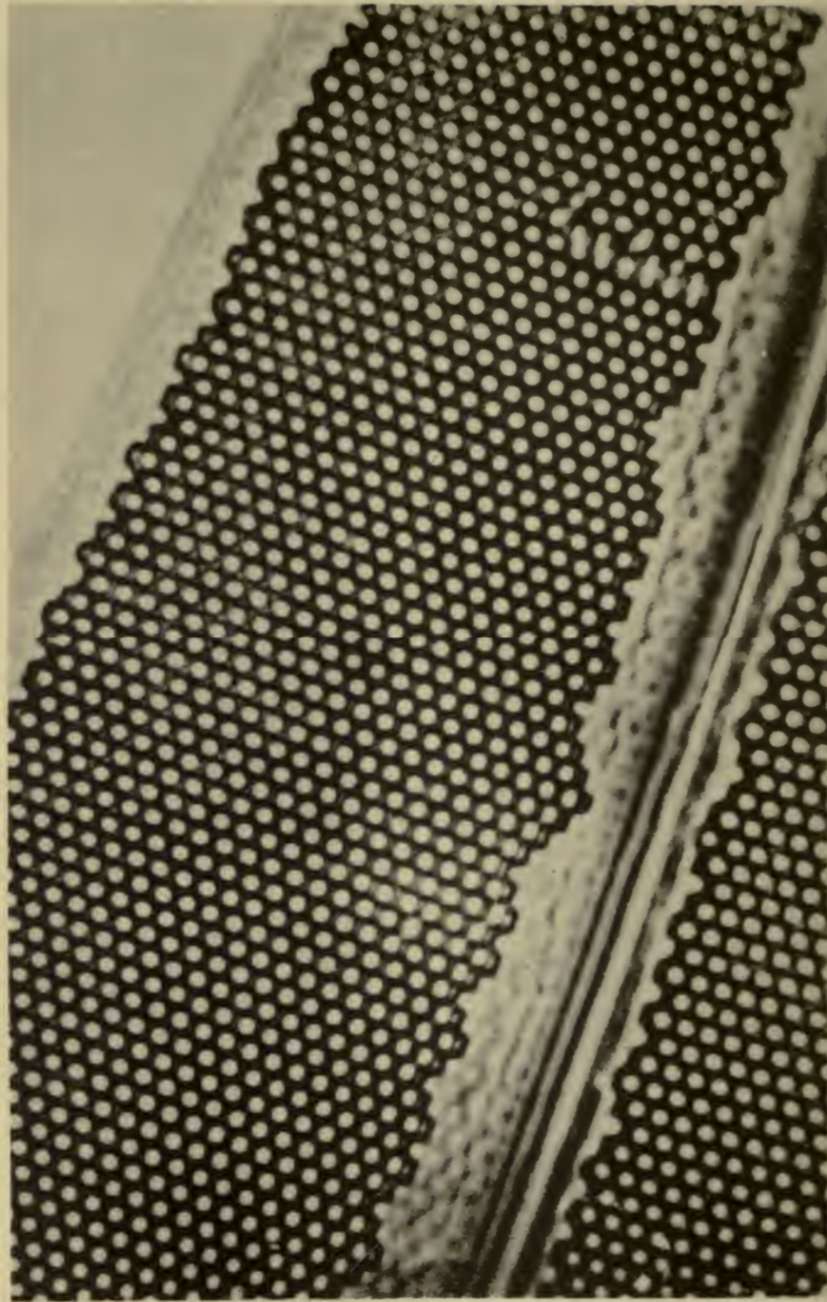


Fig. 12. Nachet's binocular microscope (p. 11).  
 Fig. 13. Binocular microscope as arranged by Mr. Wenham.  
 Fig. 14. M. Nachet's microscope to enable two observers to examine an object at the same time.  
 [To face page 10.]

**Figura 34. Grabado instructivo sobre el funcionamiento del microscopio de Lionel S. Beale en *How to Work with the Microscope* (segunda edición 1861)**

PLATE X.



PLEUROSIGMA ANGULATUM.

Magnified 4900 diams.

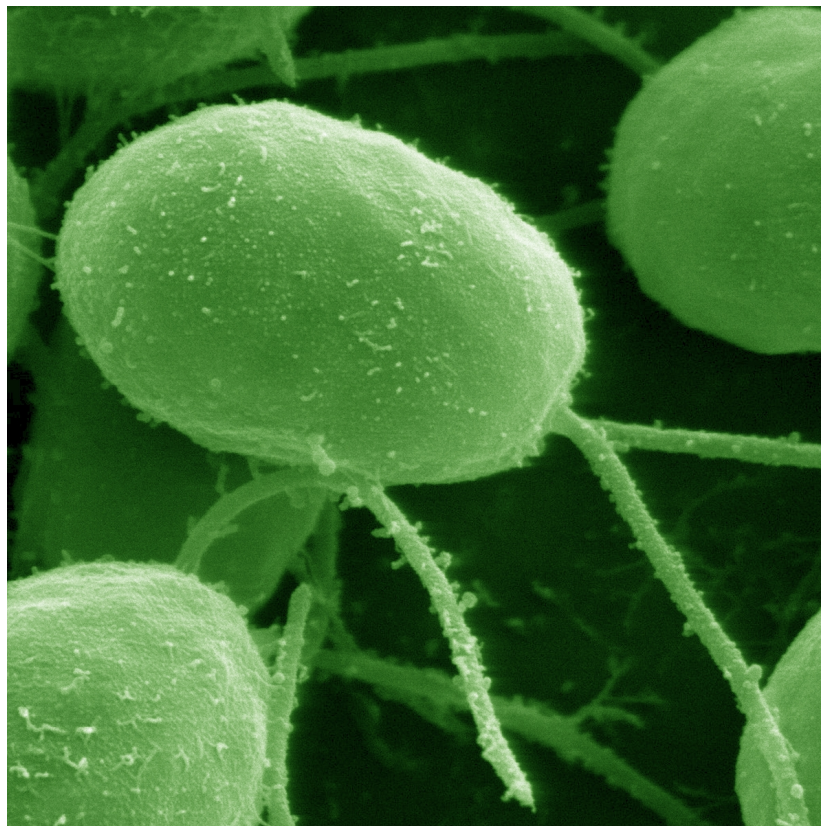
From a Photo-Micrograph by Dr. R. Zeiss taken with the 2 m/m. Apochromatic Objective  
N. A. 1.30 and projection eyepiece 4.

Collotype Ptg. Co., 232 High Holborn, W.C.

Figura 35. *Pleurosigma angulatum* (especie marina), fotografía micrográfica realizada por el Dr. R. Zeiss. Publicada en *The Microscope and Its Revelations* (1856), de William B. Carpenter's

La fotomicrografía, fue una técnica de visualización científica que se explotó a finales del siglo XIX, sobre todo para la investigación biológica. Su máximo exponente fue el bacteriólogo y médico francés Alfred François Donné (1801-1878), quien descubrió el *Trichomonas vaginalis* (parásito) y la leucemia. A él se le atribuye la invención de la fotomicrografía (Diamantis, Magiorkinis y Androutsos, 2009).

Al llegar al siglo XX, los avances en materia de visualización microscópica lograron desarrollar el microscopio electrónico en 1931 por Ernst August Friedrich Ruska (1906-1988) y Max Knoll (1897-1969). Años más tarde, se desarrolló el microscopio electrónico de barrido en 1937 por Manfred Von Ardenne (1907-1997), el cual trajo consigo la obtención de imágenes con mayor resolución y ampliación, así como el desarrollo del estudio de la biología celular. Estas mejoras, décadas después serían desarrolladas por grupos de investigación de la Universidad de Cambridge, obteniendo el modelo 'Stereoscan' (1965).



**Figura 36.** Imagen de microscopio electrónico de barrido de color falso que muestra un ejemplo de algas verdes (*Chlorophyta*) de la microscopista Louisa Howard de Dartmouth College



### 2.3.2. La imagen científica en las publicaciones periódicas

Los antecedentes de la divulgación de la ciencia anglosajona se pueden encontrar a través de la revista científica *Philosophical Transactions*. Esta prestigiada revista fue creada en 1665 por iniciativa de Henry Oldenburg, secretario de la Royal Society de Londres. A pesar de que no fue propiamente un producto de divulgación científica, ya que la mayoría de sus lectores eran miembros de la sociedad dentro de la que se conformó, cumplió un papel determinante para documentar y visualizar los grandes avances científicos de la época, proporcionando las primeras imágenes científicas capturadas a través de los instrumentos más avanzados de la época.

Un ejemplo de ello, fueron las observaciones microscópicas realizadas por Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723) sobre los rotíferos (animales pseudocelomados microscópicos), publicados por la revista *Philosophical Transactions* en 1704. De acuerdo con Ford (1992), estas imágenes mantuvieron la apariencia exacta de cómo se dibujó, debido a que la imagen en la placa de impresión se grabó directamente del original, creando un efecto de imagen espejo.

Los avances técnicos de impresión en el siglo XVII, dieron lugar a la inclusión de imágenes científicas en las publicaciones periódicas. La tecnología de los tipos móviles desarrollada hasta entonces, incorporó la aplicación de las técnicas de grabado artístico a la impresión de periódicos, utilizando sobre todo la plancha de madera con la imagen grabada. Esta técnica de grabado milenaria terminó por imponerse a la de los tipos móviles, al conseguir *grabar* químicamente los cuerpos enteros de texto escritos en un original (Peltzer, 1991).

Al llegar al siglo XVIII comenzó el auge de las publicaciones periódicas y el de la prensa generalista para abordar diversos temas de ciencia. Estas publicaciones se pueden dividir en tres tipos: las revistas científicas académicas, las revistas que presentaban un mosaico de temas de interés general donde la ciencia se consideraba como un tema relevante y las revistas o periódicos populares sobre ciencia donde se abordan temáticas especializadas.

El auge de las revistas científicas académicas surgió a finales del siglo XVIII y durante los primeros años del siglo XIX. Estas revistas eran dirigidas por las sociedades o asociaciones científicas en Reino Unido. En este contexto, se sitúan diversas revistas históricas, tales como: *Botanical Magazine* (1787- ), una revista especializada en botánica que aún se publica; *Philosophical Magazine* (1798- ), una revista de gran importancia hasta nuestros días que fue especializándose poco a poco en física; *Transactions of the Linnean Society of London* (1791-1875), una revista ilustrada con descripciones botánicas editada por la Linnean Society of London. A partir de 1970 cambió su nombre al de *Biological Journal of the Linnean Society* (IPNI, 2005).

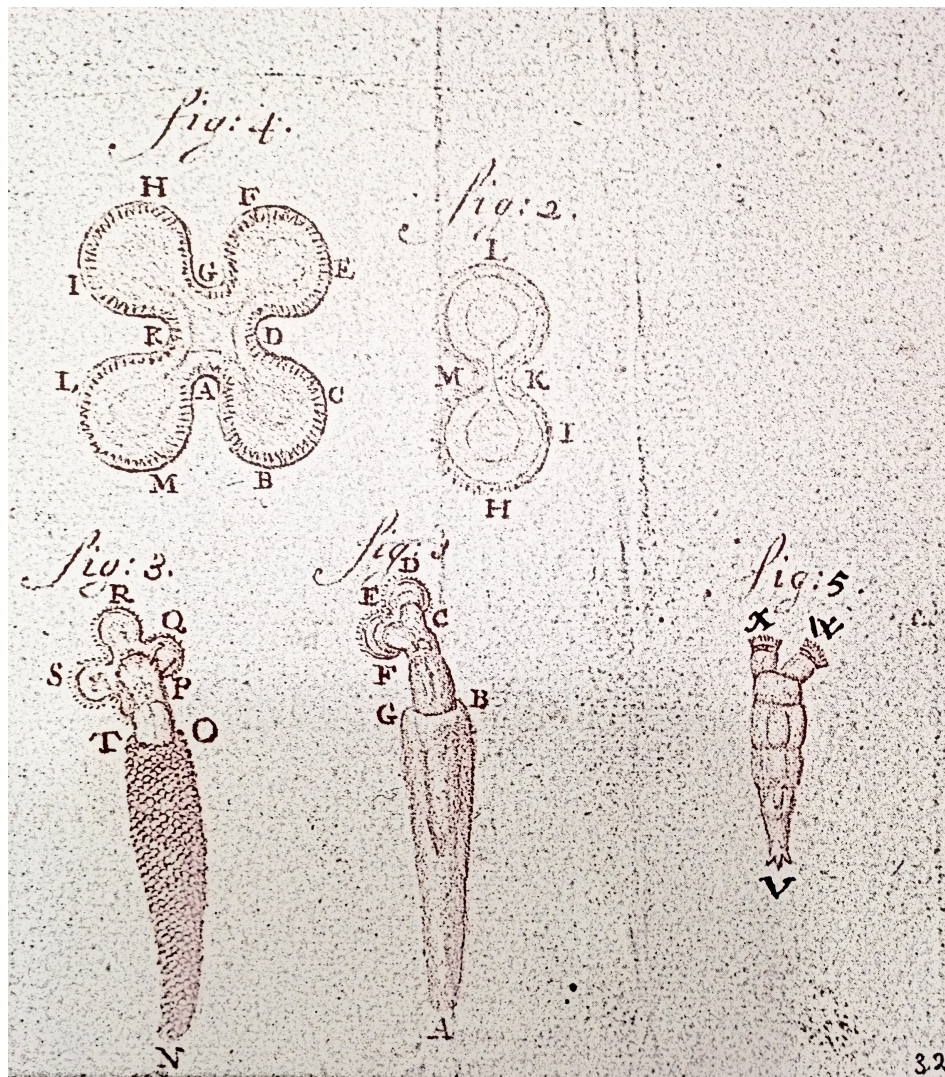
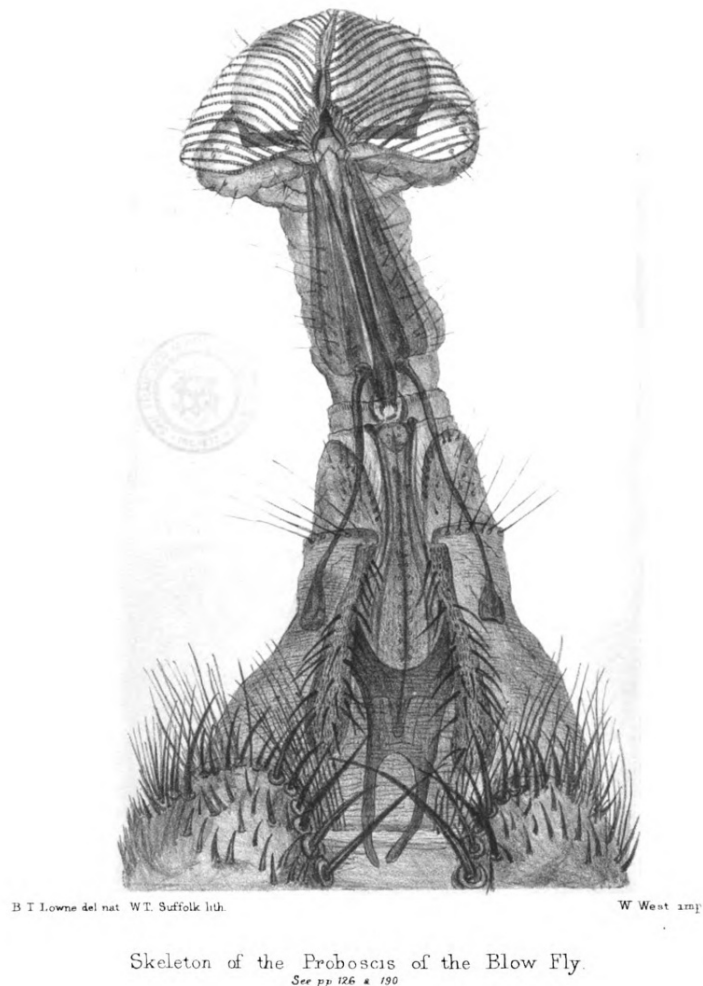


Figura 37. Rotíferos observados por Leeuwenhoek en *Philosophical Transactions* (1704)

Por otro lado, las revistas *The Edinburgh Review* (1802-1929) y *The Quarterly Review* (1809-1967) también fueron creadas por sociedades intelectuales y culturales, las cuales editaban textos de gran nivel intelectual donde la ciencia, sin ser el tema principal, aparecía a menudo con un notable rigor.

Este tipo de revistas poco a poco fueron adquiriendo un tono de especialización durante la primera mitad del siglo XIX, dirigidas a un público con estas características. En este contexto se sitúan las revistas, tales como: *The Lancet* (1823- ), *British and Foreign Medical Review* (1836-1847), *British Medical Journal* (1840- ), *Journal of Microscopy* (1841- ), *Quekett Microscopical Journal* (1868-), entre otras.



**Figura 38. Dibujo sobre el esqueleto de la probóscide (órgano bucal) de la mosca voladora, publicado en la revista *Quekett Microscopical Journal*, vol.I, enero 1868 a octubre 1869**

Las revistas que presentaban un mosaico de temas de interés general, donde la ciencia era considerada un tema relevante, aparecen en los primeros años del siglo XVIII. En este contexto se sitúan las revistas: *Gentleman's Diary* o *the Mathematical Repository* (1708-1780), *Gentleman's Magazine* (1731-1922), *London Magazine* (1732-1785) y *Ladies Diary* (después nombrada *The Lady's and Gentleman's Diary*) (1704-1841). Estas revistas eran especialmente dirigidas a un público educado. Otras revistas destacadas con estas características pero dirigidas a una clase trabajadora fueron: *The Penny Magazine* (1832-1845), *Saturday Magazine* (1832-1844) y *Chambers's Edinburgh Journal* (después llamada *Chambers's Journal of Popular Literature, Science, and Art* y luego *Chambers's Journal*) (1832-1850).

Las publicaciones periódicas populares sobre ciencia, donde se abordan temáticas especializadas, se hicieron habituales durante los primeros años del siglo XIX (Sheets-Pyenson, 1985). En historia natural se sitúan las revistas: *Magazine of Natural History* (1828-1840), *Entomologist* (1840- ), *Phytologist* (1842-1863), *Zoologist* (1843- ), *The Geological Magazine* (1864- ), *Hardwicke's Science Gossip* (después *Science-Gossip*) (1865- ). En temas de mecánica: *Mechanics' Magazine* (1823-58) y *English Mechanic* (después llamada *English Mechanic and Mirror of Science and Art* y *English Mechanic and World of Science*) (1865-1895). En temas de ciencia general: *Newton's London Journal of Arts and Science* (anteriormente con otros nombres) (1828-1867); *Popular Science Review* (1862- ) y *Nature* (1869-).

Esta última revista, ha sido considerada como una de las más importantes del siglo XIX británico hasta la actualidad, debido a su calidad informativa y porque se han podido divulgar grandes temas científicos del momento, como el descubrimiento más influyente de la historia de la ciencia: la determinación de la estructura de doble hélice del ADN, un artículo de los científicos James Watson y Francis Crick publicado el 25 de abril de 1953. De acuerdo con Cortiñas (2005), a partir de ese momento, el conjunto de procesos divulgadores de la molécula se aceleró hasta el punto de que, medio siglo después, el ADN ocupa una posición central en la sociedad actual.

# THE PENNY MAGAZINE

OF THE

Society for the Diffusion of Useful Knowledge.

[119.]

PUBLISHED EVERY SATURDAY.

[FEBRUARY 8 1834.]

THE CHLAMYPHORUS TRUNCATUS.



[Chlamyphorus Truncatus.]

THE *Chlamyphorus Truncatus*, or Pechichiago, is a little animal belonging to the order *edentata*—an order which includes mammalia destitute of incisor teeth, and sometimes of teeth altogether. The first detailed account we have of the *chlamyphorus* is given by Dr. Harlan, professor of comparative anatomy to the Philadelphia Museum; who, however, had only the opportunity of examining an imperfect specimen.

The animal is a native of Chili, where, like a mole, it burrows in the rich soil of the valleys, living for the most part underground, in quiet seclusion. Concealed in its subterranean retreats, it is regarded by the natives as a curiosity; and, indeed, independent of its being hidden from observation, as it seldom visits the surface, at least during the light of day, it appears to be extremely rare. Its food, so far as we are assured by its dentition and the imperfect accounts received respecting its habits, is insectivorous, and doubtless consists of such as like itself inhabiting the soil beneath the surface, become the objects of its pursuit without calling it from its obscurity. Night is most probably the season of its activity, and of its unfrequent visits to the "upper world."

Few animals with which we are acquainted are better qualified for a subterranean mode of life, or better furnished with the means of "progressing" through the soil, or forming galleries and chambers. The top of the head, and the whole of the upper surface of the body, are covered with a thin shell of a consistence between horn and leather, divided, by intersecting fur-

Vol. III.

rows, into a series of bands or strips, each strip being itself made up of fifteen or twenty plates of a square form, except on the head, which is covered with a single plate composed of a mosaic-work of rounded and irregular portions. This horny covering or shield is not fixed by the whole of its inferior surface to the integuments beneath, as is the case with the armadillo, but merely rests on the back, free throughout, "excepting along the spine of the back and top of the head; being attached to the back, immediately above the spine, by a loose cuticular production, and by two remarkable bony processes on the top of the *os frontis* (bone of forehead), by means of two large plates which are nearly incorporated with the bone beneath; but for this attachment, and the tail being firmly curved beneath the belly, the covering would be very easily detached." The extremity of the tail is formed like a paddle. "The whole surface of the body is covered with fine silk-like hair, (of a delicate straw colour,) longer and finer than that of the mole, but not so thick. The anterior of the chest is large, full, and strong; the anterior extremities short, clumsy, and powerful." The hand, which is amazingly thick and compact, is furnished with five powerful but compressed nails, which, arranged together in their natural situation, constitute one of the most efficient scrapers or shovels which can be possibly imagined; and expressly adapted for progression under ground, but in an equal ratio ill-fitted for celerity on the surface. The hind legs are comparatively weak, the feet being long and

Figura 39. Grabado naturalista publicado en la portada de la revista *The Penny Magazine*, n.º 119, febrero 1834

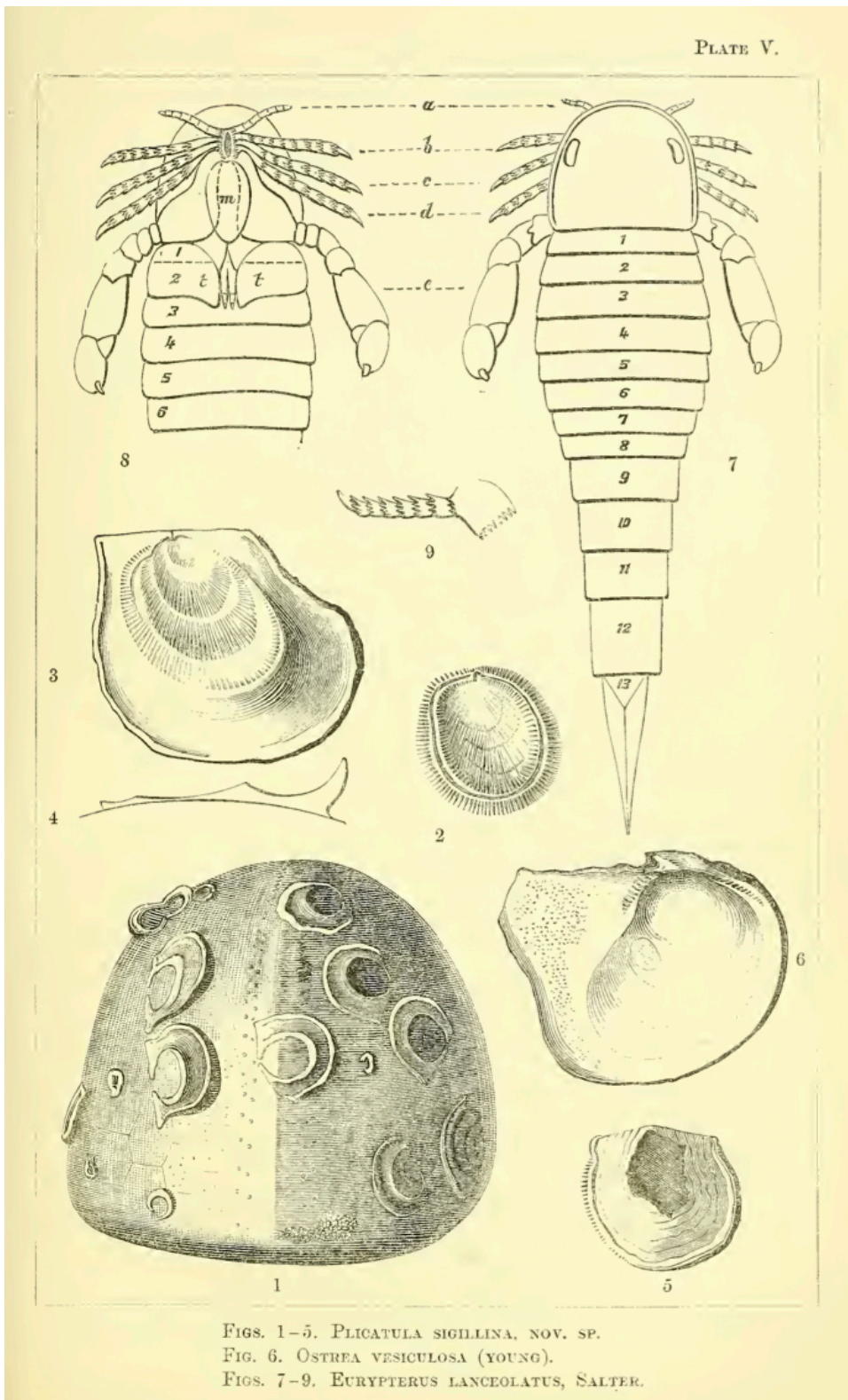


Figura 40. Dibujo que describe especies y fósiles marinos, publicado en la revista *The Geological Magazine*, vol. I, jul-dic de 1864

in composition with the enamelled crust, although of inferior formation, deserve some attention. Their formation probably coincides with the consecutive and far advanced process of solidification. As in telluric rocks, progressive evolution and mobility of particles, even of solid substances, certainly takes place in the interior of meteoric bodies, although not assisted by the dissolving power of water. In places where pressure and temperature come to their maximum, partial fusion may begin, at first where the larger separate portions of the whole are pressing on each other. Vein-like strata, occasionally with sliding laminae of iron (the first beginning of iron-veins), form. In another paper Professor Daubrée insists again on the possibility of a meteoric body, after the fall of a comparatively minute portion of its substance, continuing its course from the terrestrial atmosphere into cosmical space. The altitude of the Orgueil meteor at the moment it entered the atmosphere is said (loc. cit.) to have been about 65 kiloms.; while, according to the geographical distance, communicated by M. Lajous and published by Professor Daubrée (see above), it cannot have exceeded 29.49 kiloms. Professor Daubrée says, further (p. 2), that the fall of meteorites is immediately preceded by their "nearly horizontal" course. In fact, the inclination towards the horizon was observed to be about  $11^{\circ} 26'$  for the meteorite of Orgueil,  $44^{\circ}$  (according to Professor Galle) for that of Pultusk, and  $84^{\circ}$  for that of Knyahynia (according to von Haidinger).

7. The Professors of Casale.—MM. Goiran, Zannetti, Bertolio, and Musso, in their report on the fall of Villanova and Motta dei Conti, admit, as an undoubted fact, the fall "of a whole group" of meteorites (p. 33). In a further passage the existence of a single body, broken into larger and smaller fragments by "one or more explosions attended with a detonation," is asserted. This explosion is explained, without any further proof, by admitting an "elevation of temperature, imparting to the large proportion of gaseous substances included in these bodies an amount of elastic power sufficient to produce an explosion" (p. 66). The authors admit the entrance of a "group" of meteorites into the terrestrial atmosphere, as the formation of a complete crust could not be accounted for by any other supposition.

8. M. Leymerie.—In a letter dated from Toulouse, June 10, communicated by Professor Daubrée to the Academy of Paris in the meeting of May 30, 1864, M. Leymerie says, "Allow me to insist on the circumstance that all the separate pieces (ten in number) which I had occasion to see offered a distinct form and were wholly covered with 'vermice' (enamelled crust). It is evident to me that all these pieces, agglomerated closely to each other, formed but one whole, a 'swarm,' to use M. Haidinger's term. After the explosion they were separated and dispersed, no fracture having taken place."

9. Professor J. G. Galle.—This distinguished astronomer has published a paper on the meteoric fall of Pultusk, January 30, 1868, in the Transactions of the Silesian Society for 1868. The views of the celebrated Director of the Breslau Observatory are, in many particulars, concordant with those of von Haidinger, as he says (p. 28), "The mode of expression generally used, by which the division of a meteor at the moment of extinction is designated by the terms 'explosion' or 'diffraction,' is, for reasons subsequently to be discussed, improper and inadequate to the real fact. We can only admit a dispersion of the meteoric particles which have arrived as separate bodies at the point of extinction. This supposition alone admits an explanation of the acoustic phenomena and of their peculiar series, beginning with one or more chief detonations." The meteorites of Pultusk fell nearly vertically from the point of dispersion. The inclination of their cosmical course to the horizon was  $44^{\circ}$ . Compared with fig. 6, the altitude of the entrance into the atmosphere A B, the altitude at the term of the cosmical course C D (C being the point of dispersion), the distance B D, the inclination of

the cosmical course C A E, stand in the following proportion:—

	A B.	C D.	B D.	C A E.
Pultusk.....	40	5½	25	44°
Orgueil.....	3.975	2.394	7.815	11° 26'

Geographical Miles.  
(To be continued.)

M. DUBRONI'S PHOTOGRAPHIC APPARATUS.

THERE is nothing that photographers—both amateur and professional—more ardently wish to possess than a really portable apparatus; and they will look in vain among most of the



known inventions of the day for anything of the kind. There are some paraphernalia of photography that are portable by a horse, or by a very strong or uncommonly enthusiastic man, but to take them out on a long journey is to make a toil of pleasure. The difficulty is in the dark room. A good many inventors have succeeded in packing up this chamber within a very moderate compass, but still there it has to be; and there are certain absolute limits of reduction.



A French engineer, M. Dubroni, claims to have got rid of the difficulty by simply abolishing the dark room—if we may be permitted the expression—and performing all the operations necessary for the production of a photograph within a little box that may easily be carried in the pocket of a great coat, or in a travelling bag. This he does by introducing the bath into the apparatus through a light-excluding aperture, and by means of a "pipette."

The principle and the way of using M. Dubroni's apparatus are easily explained.

Suppose, to begin with, that we have a vial of black glass, with the bottom cut out of it so neatly and evenly that a plate applied to the aperture



thus made would adhere perfectly to the bottle. Suppose, then, that the neck of the vial contains a

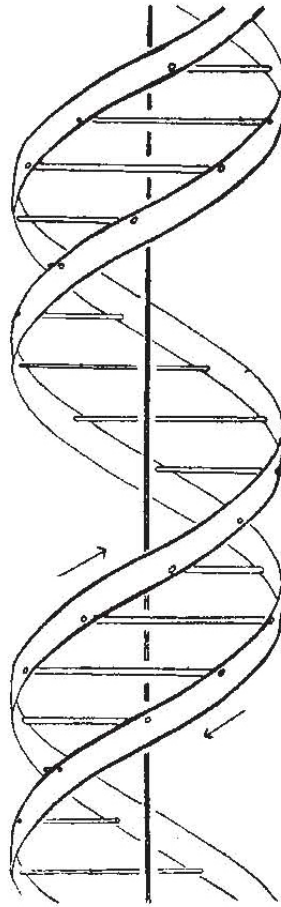


photographic "object glass," and we shall have an apparatus Dubroni in its greatest simplicity.



Everybody knows that if the neck of such a vial be directed towards an illuminated object—

Figura 41. Dibujo instructivo sobre el uso de la fotografía aparecido en la revista *English Mechanic*, vol. ix - n.º 218, mayo 1869



This figure is purely diagrammatic. The two ribbons symbolize the two phosphate—sugar chains, and the horizontal rods the pairs of bases holding the chains together. The vertical line marks the fibre axis

**Figura 42. Imagen sobre la estructura de doble hélice del ADN, publicada en la revista *Nature* (1953)**

Todo lo anterior, hizo posible que la figura del periodista científico se consolidará en Inglaterra (coincidiendo con el de Francia), teniendo como máximos exponentes a Robert Chambers (editor de *Chambers's Edinburgh Journal*) y Edward Newman (editor de varios periódicos de ciencias naturales como *Magazine of Natural History*, *Entomologist*, *Zoologist* y *Phytologist*, entre otras publicaciones).

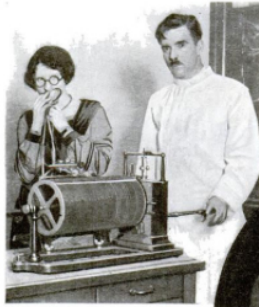


Las revistas norteamericanas de ciencia y de divulgación científica, fueron fundadas a finales del siglo XIX, no obstante, fue hasta el siglo XX cuando se consolidaron como revistas de gran impacto, consumo e interés. Estas revistas se pueden dividir en cuatro tipos: las revistas científicas dirigidas a un público especializado, tales como: *Science*, fundada en 1880 (hoy órgano de expresión de American Association for the Advancement of Science) y *New England Journal of Medicine*, una revista médica con sistema de revisión por pares (peer-review) fundada en 1812 (hoy publicada por la Massachusetts Medical Society); las revistas de divulgación científica dirigidas a un público educado: *Scientific American* (1845- ), considerada como la revista estadounidense de divulgación científica más antigua en su categoría y la revista *National Geographic* (1888 - ), una revista que difunde todos los campos del conocimiento existentes como la geografía, la arqueología, las ciencias naturales, las culturas del mundo, la historia, el medioambiente y el patrimonio histórico. En el 2015, esta revista se convirtió en propiedad de la corporación multinacional 21st Century Fox (National Geographic Partners). Ambas revistas han recibido diversos premios internacionales por la Society for News Design (SND), debido al destacado trabajo que han ejercido en materia de diseño infográfico y visualización de datos; las revistas populares sobre ciencia dirigidas a un público general: *Popular Science* (1872 - ), *Discover* (1980 - ), *Omni* (1978-1997) y *Science Digest* (1937-1987), y las revistas de información general, donde la ciencia es considerada un tema relevante: *Newsweek* (1933 - ) y *Time* (1923 - ).

Por su parte, los primeros diarios británicos que empezaron a incluir temas de ciencia fueron *The Times* (1785) y *The Daily Telegraph* (1855). Para 1870, la tecnología de impresión había alcanzado buenos niveles de rendimiento en tirada y calidad. Un ejemplo de ello, fue el periódico *The Times* de Londres que llegó a 250.000 ejemplares de 8 páginas (Peltzer, 1991).

Las tecnologías de impresión empleadas en la prensa con el tiempo comenzaron a perfeccionarse (fotomecánica) y los costos se fueron abaratando y perdieron la exclusividad de los lectores de élite. Además, el lenguaje utilizado en la prensa buscó ser más comprensible para la gran mayoría de las masas

# Languages Now Taught by X-Ray

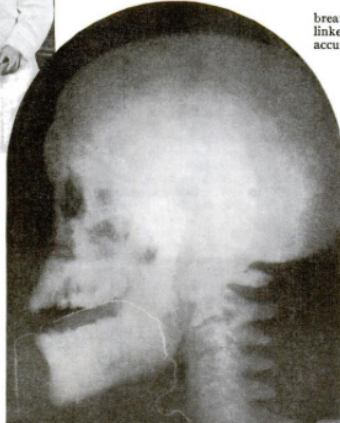


Pneumograph makes needle record on cylinder of breath expenditure for vowels and phrases in many languages.

## Remarkable Action Photos of Vocal Organs Disclose Secrets of Speech That Long Have Baffled Anatomists

By GEORGE H. DACY

**A** GOLD chain many times thinner than a watch chain, a set of X-ray photographs, and a few ingenious devices have just solved secrets of human speech that have baffled anatomists for centuries. The photographs on this page are of human subjects talking a foreign language. The chain which appears as a white line in the center picture is one swallowed by the subject during the tests. The pictures were made under the direction of Professor C. E. Parmenter, of the University of Chicago, an authority on romance languages. They reveal for the first time just how the voice organs form consonants and vowels. In-



This remarkable X-ray photograph shows position of the vocal organs in uttering the French "a". The white streak is a gold chain swallowed to help identify them on plate.

breath expended. The hood, in turn, is linked to a smoked plate recorder which accurately registers the phonetic results of each test.

In other studies a radio microphone, a set of special mirrors, and a standard motion picture camera are adapted to photograph the vibrations which constitute speech. Fluctuations of current generated by the voice in the "mike" vibrate the mirrors, on which the camera is focused. The films are enlarged and analyzed under microscopes to determine voice defects and their remedy.

**I**N ADDITION to studying these pictures and comparative drawings, language students "listen in" on pneumograph records in **Indice** | **Buscar** foreign tongues and then attempt to repeat the words correctly into a dictaphone. Comparing the two records, a student recognizes and corrects his own mistakes.



A profile mask inside the box holds the subject's head in a rigid position while X-ray photographs of his speech organs are taken.

# Popular Science

MONTHLY *Founded 1872*



**Indice** | **Buscar**

*April*  
**1930**  
*25 cents*

*How to Get into Gliding - page 24*

Fortunes that Farmers Throw Away

Are You Fit to Drive Your Car?

**MY 20 Years of Flying**  
*by Assen Jordanoff*

Amazing Machines that Run a Great Hotel

*By 55 Eminent Men:*  
Will Our \$10,000 Prize Stimulate Science?

Explore Mysterious Island of the Dead

~ Radio ~  
~ Automobiles ~  
The Home Workshop

Material protected by derechos de autor

Figura 43. Portada y reportaje del estudio de los 6rganos vocales a trav6s de rayos X. Popular Science (1930)

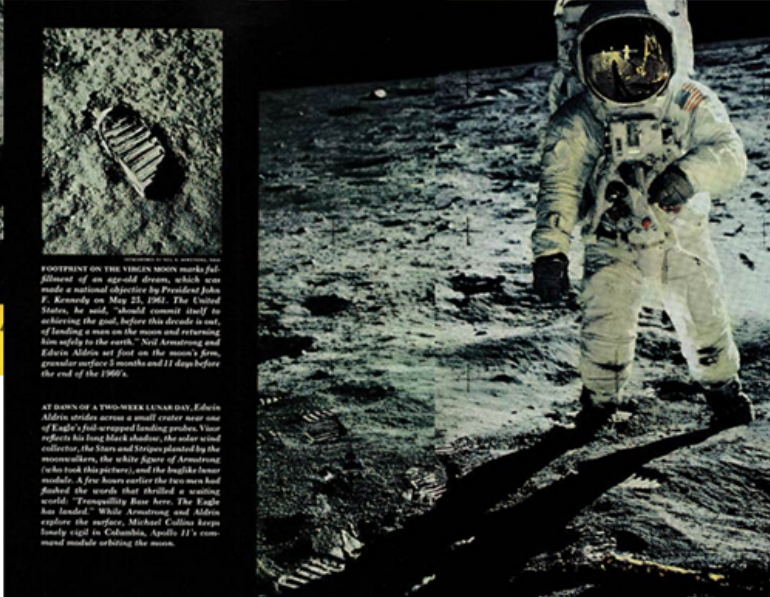
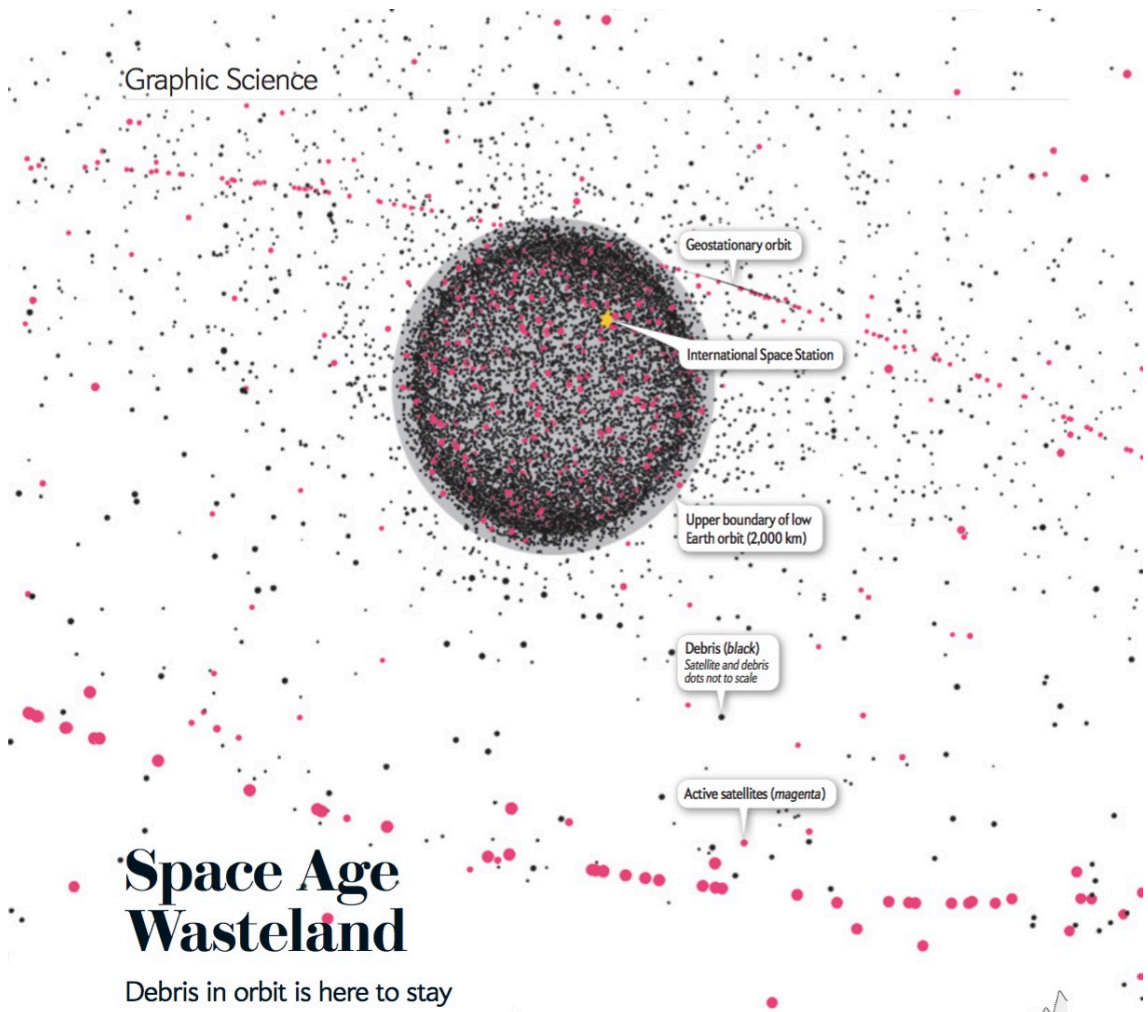


Figura 44. Portada y reportaje de los primeros exploradores que llegaron a la Luna. *National Geographic* (1969)



Figura 45. Portadas de la revista *Time* publicadas en 1983 (energía nuclear, computadoras y SIDA)



# Space Age Wasteland

Debris in orbit is here to stay

Space may be incomprehensibly vast, but Earth's environs are crowded with junk. Spent rockets, derelict spacecraft, satellite fragments and loose hardware now form a cloud of debris that poses a threat to orbiting satellites and astronauts. Sky watchers have catalogued more than 16,000 objects larger than about 10 centimeters, most of them in low Earth orbit, at altitudes of 200 to 2,000 kilometers (*right*).

And the junk is self-sustaining. If humankind were to cease all spacefaring activities, the hardware we have already cast off would continue to collide and fragment into bits for centuries. Maintaining current launch rates would make the problem even worse. The number of space objects has shot up in the past five years because of China's 2007 test of an antisatellite weapon and the 2009 crash between Russian and U.S. satellites. Governments are contemplating cleanup measures but have yet to devise a workable solution. —*John Matson*

SCIENTIFIC AMERICAN ONLINE

See more data in an interactive graphic at [ScientificAmerican.com/apr/2012/graphic-science](http://ScientificAmerican.com/apr/2012/graphic-science)

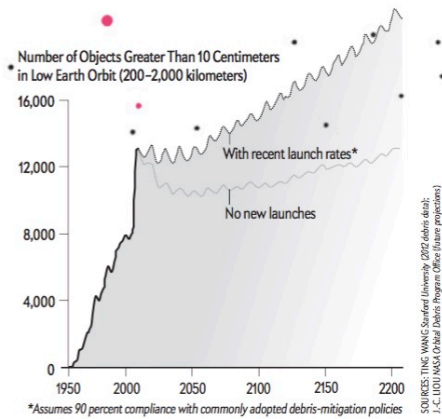


Figura 46. Infográfico premiado por la SND (Malofiej 21) sobre los escombros identificados en la órbita terrestre. Publicado por *Scientific American* en abril de 2012

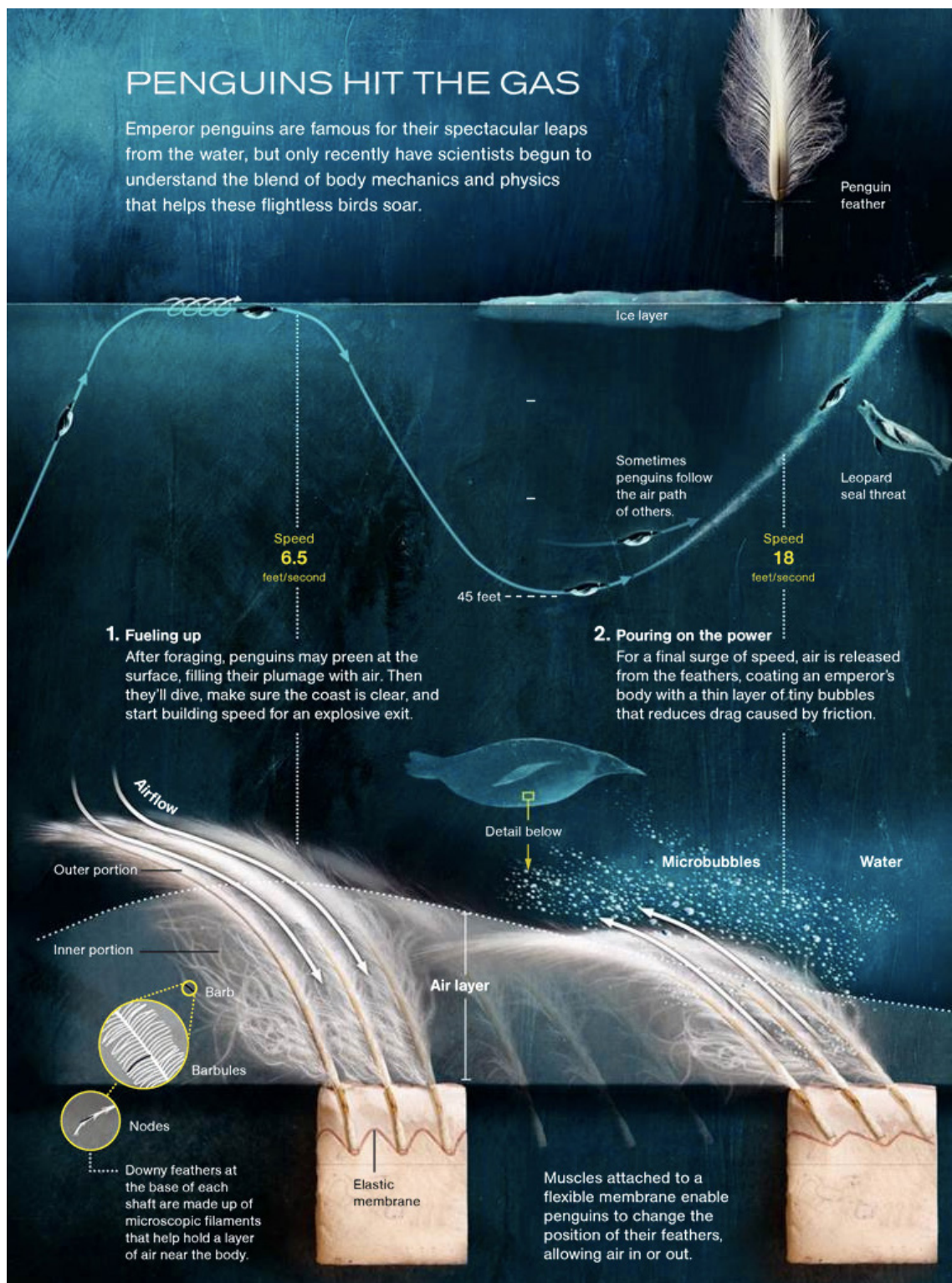


Figura 47. Infográfico premiado por la SND (Malofiej 21) sobre la mecánica del cuerpo y la física que ayuda a los pingüinos a que se eleven. Publicado por *National Geographic* en abril de 2012

Al llegar al siglo XX, el periodismo norteamericano retomó la rica tradición periodística británica, adquiriendo sus formas y costumbres. La ciencia, será uno de los temas claves que se difundirán, sobre todo a partir de la Primera Guerra Mundial (Cortiñas, 2009). A diferencia de la tradición periodística británica, la prensa angloamericana empezará a utilizar de manera más frecuente y continua las imágenes científicas con fines didácticos y divulgativos, utilizando un estilo más creativo e innovador (mapas, ilustración, íconos gráficos estadísticos).

En este contexto favorable, el periódico norteamericano de información general *The New York Times*, fundado en 1851, se convertirá en uno de los periódicos de referencia mundial para el periodismo científico. En la época de entreguerras, coincidiendo con el boom del periodismo científico, aparecerán con regularidad las noticias de ciencia agrupadas bajo la columna 'Science Notas'. A partir de 1930, se publicaban páginas enteras bajo el título 'Science'. En 1978, John Noble Wilford, recibió el encargo de crear un suplemento semanal de ciencia, denominado con el nombre 'Science Times'. A partir de este modelo, el resto de los diarios informativos del mundo fueron incorporando la idea del suplemento de ciencia semanal en sus páginas (De Semir y Revuelta, 2002), donde la imagen científica paulatinamente fue desempeñando un papel fundamental para el desarrollo de la infografía científica de prensa.

La calidad informativa *The New York Times*, ha sido reconocida desde el primer año de su fundación, recibiendo el primer Premio Pulitzer en 1851. Actualmente, el periódico ha ganado más de una centena de premios Pulitzer, además de diversos premios otorgados por las SND, debido al destacado trabajo que han ejercido en materia de diseño infográfico y visualización de datos.

La prensa generalista estadounidense, poco a poco fue desarrollando un lenguaje visual a partir de la segunda mitad del siglo XX. Es el caso del periódico *The Sunday Times* (1966), cuando determinó la expresión "gráfico explicativo" (*explanatory graphic*) para describir cada uno de los distintos tipos de información visual que publicaban, mientras que el resto de los periódicos, mezclaba todos los géneros visuales en un mismo término: *graphic*. Esta propuesta sentó las bases para la construcción de una infografía más moderna,

liderada por dos de los infográficos más reconocidos del mundo, Peter Sullivan y Nigel Holmes (Peltzer, 1991).

Durante la década de los 80s, la tendencia en prensa de utilizar los gráficos con un fin decorativo se acentuó con el surgimiento del diario Estadounidense de distribución nacional: *USA Today* (1982). De Pablos (1999) señala que a partir del trabajo de este periódico, surgieron una serie de confusiones sobre el término de *infografía*, y es justo en esta década donde se relaciona directamente la infografía como informática gráfica. Esto se debió a que la representación de las gráficas utilizadas en este periódico recurrían al uso del primer ordenador personal del mercado de masas Macintosh de Apple (1984) con una interfaz gráfica de usuario y ratón.

La tendencia innovadora en el diseño, contenido y estructura de este periódico, así como el uso de la tecnología para representar imágenes infográficas *llamativas* visualmente, respondió al interés de un lector acostumbrado a obtener las noticias a través de la televisión, por lo que el ejercicio real de este tipo de público era solo 'ojarlo' (Prichard, 1989). Diversos autores apuntan que la contribución de este diario en materia de visualización de información es controversial, pues son indudables las innovaciones que introdujo en la prensa, no solo en el desarrollo de técnicas visuales, sino también, las de carácter conceptual como el mapa del estado del tiempo. Sin embargo, también contribuyó a fortalecer la concepción de la infografía como disciplina derivada del arte del diario y no como herramienta informativa como prioridad (Cairo, 2008).

La actividad científica y de divulgación promovida en Estados Unidos después de las guerras mundiales y los avances tecnológicos logrados en materia de visualización científica durante los 80s, fueron factores fundamentales para que el periodismo científico durante las siguientes décadas empleará nuevas tácticas y estrategias comunicativas, presentando a la infografía científica como un nuevo formato dentro del periodismo visual y una herramienta efectiva para traducir las imágenes suministradas por sus fuentes (científicos o tecnólogos) en materia entendible por la audiencia (De Pablos, 1991).



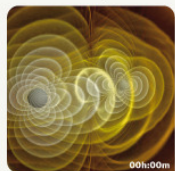
La infografía científica de prensa por lo tanto, se convirtió en un producto de especialidad periodística, promovida a partir del surgimiento del periodismo moderno a finales de los setenta del siglo XX. Esta etapa se distingue por la aparición de nuevos géneros periodísticos, la tendencia a la baja de los índices de lectura, la rapidez en la transmisión de información y el empleo de nuevas estrategias comunicativas, presentando productos nuevos y atractivos (entre los que destacó la infografía de prensa) (Casasús, 1991).

De acuerdo con De Pablos (1991), la praxis de la infografía científica durante los 90s, se reducía a dos procesos de trabajo que implicaban resultados diferentes: el primero, se relacionaba a una infografía científica como producto de la nota del día, donde el tratamiento informativo que se empleaba era el mismo al que se aplicaba a cualquier otra especialidad informativa. El segundo, se relacionaba a una infografía científica como producto de un trabajo y labor de documentación, donde se aplicaba un mayor rigor al tratamiento de la información (De Pablos, 1991).

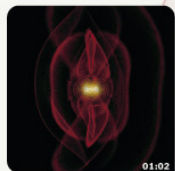
A partir de este modelo angloamericano, los diarios informativos en el mundo, incorporaron no solo la idea del suplemento de ciencia semanal en sus páginas, sino también, el uso de la infografía científica como herramienta y vehículo de conocimiento.

## Shaking the Fabric of the Universe

Scientists at NASA have simulated gravitational waves from the violent merger of two black holes. A prediction of Einstein's theory of general relativity, gravitational waves have never been directly detected.



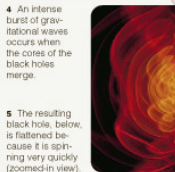
**1** Two black holes start some distance apart, orbiting around each other. The yellow lines show the contours of their gravity fields.



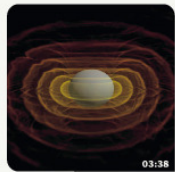
**2** As the black holes (zoomed-out view) spiral inward, weak gravitational waves (red) are released.



**3** Stronger waves are released as the black holes get closer.



**4** An intense burst of gravitational waves occurs when the cores of the black holes merge.



**5** The resulting black hole, below, is flattened because it is spinning very quickly (zoomed-in view).

**6** Times based on black holes with masses of four million times that of the Sun.  
Source: Juan M. Carrasco, John Shaw, Chris Healy and James van Mook, NASA, NASA/ROSA 0112, Graham Johnson and David Coates, The New York Times

## Black Holes Collide, and Gravity Quivers

By KENNETH CHANG

In the most precise effort yet to detect gravitational waves — the curvings of space-time predicted by Einstein's theory of general relativity — the National Science Foundation in the late 1990's carved two large V's, one in the barren landscape of central Washington State, the other among the pines outside Baton Rouge, La. The tunnels are part of the Laser Interferometer Gravitational-Wave Observa-

tory, known as LIGO. If something astronomically violent, like a collision of two black holes, shakes the fabric of the universe within 300 million light-years of Earth, an expense that encompasses several thousand galaxies, LIGO should see the resulting gravitational ripples. The observatory is sensitive enough to detect a change of less than one ten-thousandth of an inch, or about a thousandth of the diameter of a proton, in the length of the 2.5-mile-long tunnels. After several years of testing and fine-

tuning — special dampers had to be installed at the Louisiana site to counteract vibrations generated when nearby loggers cut down trees, for instance — the observatory began full operation in November. The centers cost nearly \$300 million to build and \$30 million a year to operate. The data so far, reported last week at a meeting of the American Physical Society in Dallas, contain nothing of interest. In fact, scientists would not be surprised if the initial run of the experiment over the next year or so found nothing at all.

"I would still sleep well about general relativity," said Peter R. Saulson, a physics professor at Syracuse and an observatory spokesman. Jay Marx, LIGO's executive director, estimated that the chance of success was "25 percent, if nature's kind." General relativity, formulated 90 years ago by Einstein to explain the properties of space and time, fits well with measurements of gravity in and around the solar system. But predictions about what hap-

Continued on Page 4

### THE DOCTOR'S WORLD

## For Science's Gatekeepers, a Credibility Gap

By LAWRENCE K. ALTMAN, M.D.

Recent disclosures of fraudulent or flawed studies in medical and scientific journals have called into question as never before the merits of their peer-review system. The system is based on journals inviting independent experts to critique submitted manuscripts. The stated aim is to weed out sloppy and bad research, ensuring the integrity of the what it has published. Because findings published in peer-reviewed journals affect patient care, public policy and the authors' academic promotions, journal editors contend that new scientific information should be published in a

peer-reviewed journal before it is presented to doctors and the public. That message, however, has created a widespread misimpression that passing peer review is the scientific equivalent of the Good Housekeeping seal of approval. Virtually every major scientific and medical journal has been humbled recently by publishing findings that are later discredited. The flurry of episodes has led many people to ask why authors, editors and independent expert reviewers all failed to detect the problems before publication. The publication process is complex. Many factors can allow error, even fraud, to slip through. They include economic pressures for journals to avoid investigating suspect-

ed errors; the desire to avoid displeasing the authors and the experts who review manuscripts; and the fear that angry scientists will withhold the manuscripts that are the lifeline of the journals, putting them out of business. By promoting the sanctity of peer review and using it to justify a number of their actions in recent years, journals have added to their enormous power. The release of news about scientific and medical findings is among the most tightly managed in country. Journals control when the public learns about findings from taxpayer-supported research by setting dates when the research can be published. They

Continued on Page 7

### Science

**The Sweet Smell of Failure . . .**  
Scientist at Work: Henry Petroski, who looks for lessons when bridges fail.  
By Cornelia Dean Page 3

**. . . and the Wisdom of Swarms**  
Side Effects: How honeybees make decisions. (Humans have more trouble.)  
By James Gorman Page 4



### Health & Fitness

**When It Was All in Your Mind**  
Essay: The long, mostly inglorious history of psychosomatic illness.  
By Barron H. Lerner, M.D. Page 5

**Personal Health: Transplants**  
Donating bone marrow is easy, relatively painless and (best of all) life-saving.  
By Jane E. Brody Page 7

### FINDINGS



## The Greenest Car? A Dirty One (Read On)

As any car owner knows, automobiles sometimes attract aquatic insects, like mayflies. The insects mistake the shiny car surface for water and try to lay their eggs on it. In The Proceedings of The Royal Society B, published online, György Kriska and three other Hungarian scientists ask which colors the bugs like, and "considering water insect protection in wetland habitats, we discuss the question: what is the environmentally friendly color of cars?" Using shiny plastic sheets in different colors, the researchers tested previous observations that insects are attracted to red and to dark colors. The insects much preferred the red

and the black, and the reason, the authors say, is that the light reflected from the dark surfaces is highly polarized and reflected in a horizontal direction — just like water. Light from the yellow and the white cars was less polarized and less horizontally reflected. The authors recommend light-colored cars for visitors to wetland habitats. But even better, they say, are dirty cars, which don't fool the insects at all. "Thus," the authors conclude, "the most environmentally friendly car would be one that never gets washed." It would save on water, too. JAMES GORMAN

Figura 48. Infográfico sobre los agujeros negros. Publicado por *The New York Times* el 2 de mayo de 2006

### 2.3.3. Conclusiones

La imagen científica se consolidó como herramienta de la divulgación científica anglosajona a partir de las publicaciones editoriales y de prensa en el siglo XIX. No obstante, sus antecedentes históricos se pueden encontrar a partir del Renacimiento. Al llegar al siglo XX, la divulgación de la ciencia angloamericana popularizó la imagen científica, utilizando diversos canales de comunicación.

La imagen científica anglosajona refleja primordialmente cuatro tipos de aspiraciones: a) circular y popularizar la ciencia a través de un pensamiento visual; b) mostrar la ciencia a través de la representación de un mundo desconocido, c) adiestrar a la mano de obra industrial (useful knowledge) y d) innovar y persuadir a través de un nuevo lenguaje visual.

El impacto de la imagen científica anglosajona refleja diversas funciones comunicativas:

1) construir socialmente una imagen pública de la ciencia a través de un variado cúmulo de imágenes, que con el tiempo, adquirieron una carga simbólica (copo de nieve, primeras imágenes del hombre en la Luna, estructura de la doble hélice del ADN, entre muchas otras más); 2) revelar un conocimiento más profundo de las diversas capas de la estructura del mundo (imágenes microscópicas, imágenes vía satelital, imágenes sintéticas, entre otras), 3) enseñar un conocimiento útil desde una dimensión pragmática; y 4) conformar nuevos lenguajes, estilos y/o géneros informativos de especialización a través de una gran diversidad de canales (libros, prensa, productos documentales, entre otros).



## CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO

### 3.1. Precisiones teóricas de partida

Se debe señalar que el término infografía es utilizado en dos sentidos diferentes: uno se refiere a la moderna animática realizada por ordenador, donde se entiende que su raíz 'info' le venga de informática y con 'grafía' se hace referencia a la animación. El otro se relaciona con una infografía periodística donde 'info' hace referencia a información y 'grafía' le viene de gráfica (Borrás y Caritá, 2000). En cualquier caso, el origen de este término proviene del neologismo en inglés denominado '*information graphics*', su contracción es designada como '*infographic*'. En castellano la traducción se denomina como 'infografía' (De Pablos Coello, 1998).

La infografía como técnica informática tiene una tradición bien asentada a mediados de los ochentas relacionada al procesamiento de imágenes, visión por ordenador, diseño asistido por computadora, procesamiento de señales y el estudio de las interfaces humano/computadora aplicada, sobre todo, a disciplinas como la física, la ingeniería, la medicina, y la biología (Rosenblum, Ed., 1994). En otro escenario y de manera paralela, la infografía como herramienta y técnica informativa surge en la prensa escrita durante la misma década. No obstante, fue hasta los noventas cuando se consolidó como un producto periodístico relacionado al quehacer del diseño gráfico y el periodismo.

En todo caso, la infografía como técnica independientemente desde la disciplina donde se aplique utiliza tres formatos de uso: estático, dinámico o animado (audiovisual) e interactiva.

La polisemia que suele presentar este término se debe en gran medida a que la infografía es considerada por diversas disciplinas del conocimiento como una técnica, es decir, un proceso que acarrea un conjunto de conocimientos particulares que permiten la realización de una infografía o un producto gráfico. No obstante, la infografía entendida como técnica, ha ido adquiriendo métodos y procedimientos propios desde diferentes disciplinas del conocimiento, lo cual ha provocado que su definición refleje cierta ambigüedad debido a los diversos encuadres que puede presentar (Borrás y Caritá, 2000).

En este contexto, es común que la infografía se aborde desde diferentes disciplinas del conocimiento por su naturaleza híbrida y multidisciplinaria, vinculada a disciplinas como la cartografía, la representación estadística, el diseño gráfico, las artes plásticas, la animación, el diseño de interacción y multimedia e incluso la realidad virtual (Cairo, 2008). Además, su condición sincrética entre imagen y palabra han generado que tanto la producción como recepción de sus mensajes se estudien desde diferentes perspectivas relacionadas a la pedagogía, psicología cognitiva, la semiología, la teoría de la imagen, entre otros más.

En este sentido, se debe aclarar que el enfoque que presenta nuestro marco teórico se orienta en la infografía de prensa como producto de la información periodística, el cual integra elementos icónicos y tipográficos con un valor informativo en prensa y con ayuda de soportes informáticos que permiten y/o facilitan la comprensión de los acontecimientos, acciones o cosas de actualidad (Valero, 2000). Por tanto, cada vez que se haga referencia a la infografía de prensa se delimita en función de esta última acepción, es decir, como un producto periodístico, no como producto de una técnica de representación.

Para facilitar el orden de los temas que se abordan en el marco teórico se han propuesto dos segmentos de estudio:

El primer segmento aborda la infografía desde el marco de la periodística a través de la teoría de los géneros periodísticos, donde se abordan los fundamentos teóricos que determinan su estructura informativa y las propiedades discursivas que han llevado a que la infografía de prensa sea considerada por diversos autores como un nuevo formato dentro del género informativo.

Es importante aclarar que los fundamentos epistemológicos del periodismo visual se fundamentan en gran medida de los estudios provenientes de la semiología, la teoría de la imagen y el diseño gráfico. Es por ello, que los fundamentos teóricos que determinan la composición y lenguaje de la infografía de prensa se abordan desde las diversas líneas de estudio señaladas.

En el segundo segmento, se plantean diversos estudios teóricos relacionados al papel que desempeña la divulgación mediática de la ciencia y tecnología como promotor de la 'cultura científica'. Posteriormente, se abordan diversos aspectos teóricos relacionados al papel que juega la divulgación de la ciencia y el periodismo científico en los procesos de transferencia del conocimiento científico y tecnológico a la sociedad.

### **3.2. La visualización de datos *versus* infografía**

La infografía periodística contemporánea es señalada por Cairo (2008) bajo dos tendencias o corrientes de representación: *infografía/visualización estetizante* e *infografía/visualización analítica*. La primera se concibe como un elemento ornamental e informativo y la segunda, se concibe como “herramienta y soporte de la comprensión, teniendo como principal objetivo incrementar la capacidad cognitiva de los lectores por medio de la revelación de la evidencia, mostrando aquello que parece oculto, ya sea tras un conjunto caótico de datos, en un lista de números, o en un objeto cuya estructura interna es excesivamente compleja” (Cairo, 2008, p. 29).

Esta última tendencia de acuerdo con Cairo (2008), ha sido inducida por la reciente incorporación de perfiles profesionales especializados en ciertas redacciones de prestigio que han prestado atención al creciente uso de bases de datos, herramientas y técnicas heredadas de la visualización y diagramación científica. Un modelo de trabajo inspirado en un periodismo de precisión (Cairo (2008), ya que la *infografía/visualización analítica* aplica métodos de búsqueda y procesamiento de datos, así como de visualización científica de imágenes para contar historias.

El periodismo de precisión tiene sus antecedentes a través de un grupo de periodistas estadounidenses que incorporaron nuevos métodos de búsqueda y confirmación de datos noticiosos a partir de 1975. Philip Meyer (1989) lo describe como: “un tipo de periodismo donde se aplican métodos científicos de investigación social y comportamental a la práctica del periodismo” (Meyer, 1989, p. 196). Estos incluían métodos y técnicas sociológicas clásicas como las de sondeo o encuesta cuantitativa, experimento

sociológico y análisis de contenido. Con el desarrollo y la adaptación de las tecnologías de información estos métodos se siguieron utilizando en el periodismo asistido por computadora, pero ahora con un dominio sustancial en el procesamiento y contraste de datos para contar historias. Hoy en día, estos dos tipos de periodismo confluyen en lo que hoy se conoce como periodismo de datos.

De acuerdo con Mar Cabra (periodista de investigación especializada en análisis de datos), en una entrevista realizada por el Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona (CCCB) dentro del contexto de la “I Jornades de Periodisme de Dades i Open Data” en 2013, el periodismo de datos tiene como objetivo recabar y analizar grandes cantidades de datos mediante programas (software) especializados para hacer comprensible la información a la audiencia a través de artículos, infografías, visualizaciones de datos o aplicaciones interactivas.

El periodismo de datos se empezó a ver favorecido por el uso de las herramientas destinadas a la visualización geográfica y de datos (representación y exploración de datos, técnicas de análisis de datos geoespaciales, etc.) entre 2005 y 2007, cuando comenzaron a surgir herramientas digitales y tecnologías a precios asequibles para el manejo de datos (Perry y Paz, Eds., 2016). Las mejoras tecnológicas en el campo de la visualización de información, se centran primordialmente en la amplitud de capacidad de memoria que han hecho posible el almacenamiento de grandes cantidades de datos de propiedad de empresas o de gobierno; ordenadores cada vez más potentes y rápidos en sistemas de cálculo, permitiendo así una rápida selección interactiva de subconjuntos de datos de exploración flexible, y la disponibilidad de alta resolución de las pantallas gráficas, asegurando que la presentación de datos coincida con la potencia de los sistemas visuales y con los procesos cognitivos humanos (Spencer, 2007).

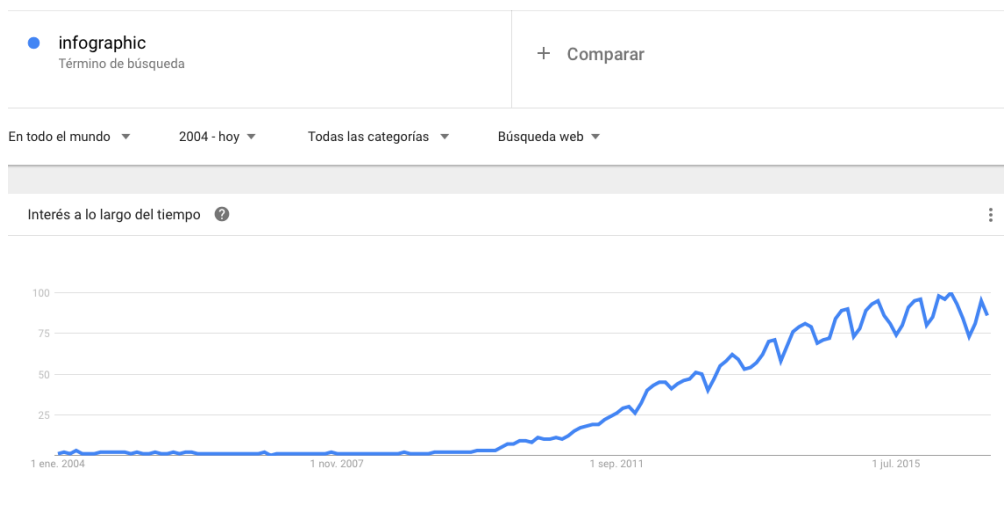
Otro factor determinante que ha propiciado el periodismo de datos, se debe a la sobrecarga de información consecuente del aumento de la población y el crecimiento general del conocimiento generado a partir del siglo XX. Los investigadores de la ‘International Data Corporation’ constatan en un artículo titulado *The Expanding Digital Universe: A Forecast of Worldwide Information*



*Growth through 2010*, que la producción de datos en el futuro seguirá aumentando de manera desproporcionada.

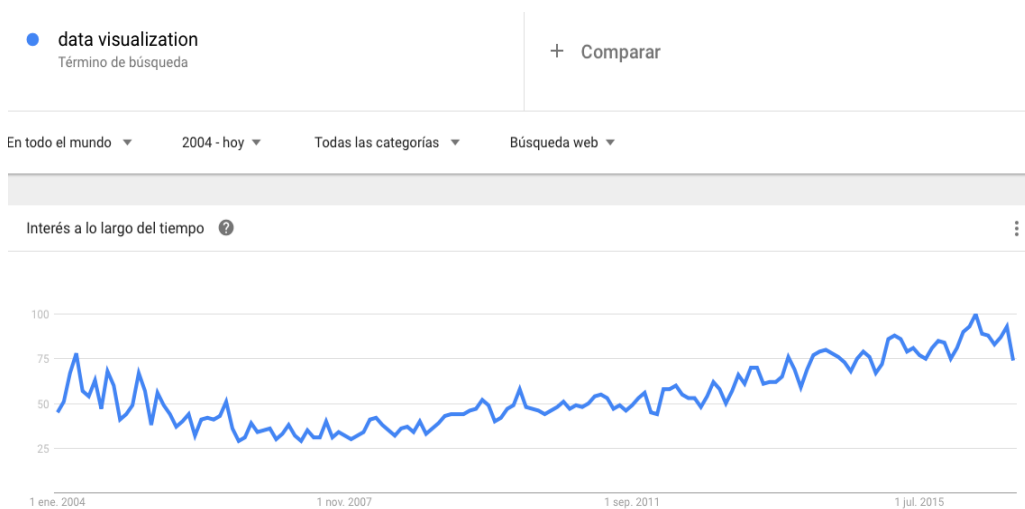
Este hecho, ha contribuido de manera significativa a que hoy en día la prensa se haya visto en la necesidad de transformar y representar más información diseñada a través de infografía y/o visualización de datos desde un enfoque de atención más analítico, preocupados constantemente por una adecuada gestión, presentación y contexto informativo de los datos, ya que sin ello, los datos no tendrían ningún sentido y significado para el receptor (Dur, 2012).

Dur (2012) señala que hoy en día es evidente que los periódicos y revistas que fundamentan sus investigaciones a través de la presentación de informes basados en datos (visualización de datos), suelen ser los medios más influyentes, convincentes y de mayor confianza en el mundo. Esta situación se espera que se desarrolle gradualmente dentro de las organizaciones y se consolide como una especialidad dentro de las redacciones de periódicos y revistas. Además, Dur (2014) señala que esta tendencia ha generado un mayor interés por la infografía en los últimos años, tanto de parte de los emisores como receptores y lo evidencia a través del notable incremento representado en la tasa de búsqueda de los términos "infografía" y "visualización de datos" de acuerdo con las tendencias de búsqueda de Google (2005-2014) (véase figura 49 y 50). En este sentido, la profesora destaca la importancia del diseño de la información como una de las necesidades más importantes en la actualidad, un asunto que necesita ser manejado de una manera más sistemática en la educación del diseño de la comunicación visual.



**Figura 49. Resultado de la búsqueda del término “infografía” en Google de 2004 a 2015**

Recuperado de: <https://www.google.com/trends/explore?date=all&q=infographic>



**Figura 50. Resultados de la búsqueda del término “visualización de datos” en Google durante de 2004 a 2015**

Recuperado de: <https://www.google.com/trends/explore?date=all&q=data%20visualization>

Por otro lado, la literatura concerniente al diseño de información de temas relacionados a la visualización de datos, cartografía, gráficos numéricos e infografía, ha aumentado de forma significativa. Cada año se puede observar un incremento de libros que tratan estos temas: *The Truthful Art: Charts, and Maps for Communication* (2016); *Data Visualization: a Handbook for Data Driven Design* (2016); *Data at Work: Best practices for creating effective charts and information graphics in Microsoft Excel* (2016); *Good Charts* (2016); *Storytelling with Data: A Data Visualization Guide for Business Professionals* (2015); *The Wall Street Journal Guide to Information Graphics* (2010); *Facts, and Figures* (2014); *Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython* (2013); *Representación Espacial y Mapas* (2013); *The Power of Visual Storytelling: Infographics* (2012); *Data Visualization: a successful design process* (2012); *Show Me the Numbers: Designing Tables and Graphs to Enlighten* (2012); entre otros más.

Estas publicaciones a *grosso modo*, revelan métodos generales, técnicas y casos de estudio relacionados a la representación y diseño de información (“buenas prácticas”) que hoy en día se implementan en los sistemas de información.

La popularidad que ha retomado la infografía y la visualización de datos en los sistemas informativos, y la facilidad con la que hoy en día se publican y propagan imágenes en internet, asignándoles términos como *infografía* o *visualización de datos*, ha provocado que su concepción se relacione a cualquier gráfico que presenta datos o intenciones de informar algo sin advertir su procedencia o fuente. Esta situación ha llevado a algunos autores a delimitar diferencias entre ambos conceptos.

Illiinsky y Steele (2011) apuntan que la *Infografía* es un medio útil para la representación visual de datos cuando se procesa manualmente (tratamiento personalizado de la información); se especifica una fecha en cuestión (tiene caducidad y es más difícil recrear con datos diferentes); es más rica estéticamente (contenido visual destinado atraer la mirada y mantener el interés), y los datos son más relativamente pobres (cada pieza de información se codifica manualmente). La *visualización de datos* por su parte, es descrita como un medio útil para la representación visual de datos cuando son

procesados algorítmicamente (se representa en gran medida con la ayuda de métodos computarizados); son fáciles de regenerar con datos diferentes (el mismo formulario puede ser reutilizado para representar diferentes conjuntos de datos con dimensiones o características similares); a menudo, son estéticamente pobres (datos no decorados), pero relativamente ricos en datos (manejo de grandes volúmenes de datos) (Illiinsky y Steele, 2011).

Dur (2014) señala que las diferencias entre *visualización de datos* e *infografía* se centran en que la primera tiene como objetivo la visualización de valores numéricos con gráficos, tablas y gráficos, provenientes de datos en bruto y transformados en presentaciones visuales. Su cualidad más importante es que incluye información clara sobre la base de los datos estadísticos medibles que no necesariamente implican una estructura narrativa. Por su parte, la infografía es señalada como la representación visual de una historia de un determinado tema que proporciona diversos datos de manera simultánea y a veces incluye procesos. Esta historia visual y su presentación pueden utilizar diversos elementos como la imagen, ilustración, tipografía, mapa y visualización de datos. No obstante, ambos conceptos coinciden en proporcionar una presentación visual de información compleja e irregular de una manera planificada y comprensible (Dur, 2014).

El planteamiento que presenta Cairo (2011) en su libro *El Arte Funcional: infografía y visualización de información*, se relaciona con situar conceptualmente a la *infografía* y a la *visualización de datos* en un mismo continuo, en el que cada uno ocupa extremos opuestos de una línea. Esta línea es paralela a otra cuyos límites son definidos por las palabras presentación y exploración. El autor apunta que cuando los gráficos solo cumplen la función de presentación y casi nada exploración son “más infografía”, mientras que los gráficos que permiten un enorme número de lecturas, son “más visualización” (Cairo, 2011, p.33). Esto incluye tanto los formatos estáticos como interactivos.

La *visualización* es descrita por Cairo (2011) desde un enfoque cognitivo, “el cual consiste en el uso de representaciones gráficas para ampliar y extender las capacidades perceptivas y de cognición del ser humano; de esa forma los términos *visualización* e *infografía* dan nombre a una única disciplina” (Cairo, 2011, p. 33). De acuerdo con el autor, el término *visualización* que se emplea

en este contexto no depende del uso de ordenadores ni de herramientas interactivas, sino de los mecanismos visuales que se utilizan para revelar información/conocimiento. A partir de esta premisa se describe a la infografía/visualización de información de prensa “como una disciplina, donde uno de sus cometidos consiste en transformar datos en información semántica, o en crear las herramientas necesarias para que cualquier persona complete por si solo dicho proceso a través de la conjugación de signos de naturaleza icónica (figurativos) con otros de naturaleza arbitraria y abstracta (no figurativos: texto, estadísticas, etc.)” (Cairo, 2011, p.38).

El planteamiento que defiende Cairo (2011), se acerca más a la nueva concepción de una infografía contemporánea bajo una tendencia *analítica* de naturaleza híbrida y multidisciplinar. No obstante, se debe señalar que esta corriente o modelo teórico de la infografía analítica periodística se ve reflejada apenas en prácticas muy recientes de algunas redacciones de periódicos y revistas pioneros en el campo (sobre todo en países anglosajones). Por tanto, aún no es una tendencia generalizada, pero se observa una inclinación hacia ello.

La praxis y la teoría que diferencia la *infografía* de la *visualización de datos* son legítimas en su concepción. En la actualidad el periodismo de datos está aprendiendo también a desarrollar narrativas digitales a través de la visualización de datos (stoytelling). Yau (2013) apunta un ejemplo donde la visualización de datos describe verbalmente el contenido y los usuarios pueden hacer una pausa para interactuar con la visualización dentro de los medios de comunicación y explorar los datos (y reanudar la historia para continuar con la interacción). Por tanto, el autor señala que la visualización de datos hoy en día también se enmarca como un medio para contar historias donde los números son el material de origen y los gráficos se usan para describir el contexto y fuente.

La diferencia entre *infografía* y *visualización de datos* radica en los procesos de producción (técnica) y de contenido (tratamiento informativo) que han sido señalado por Iliinsky y Steele (2011). Desde el planteamiento que propone Cairo (2011), la infografía periodística con un enfoque *analítico*

(incluye la representación de datos) es equiparable a las funciones que hoy en día se manifiestan en la *visualización de datos* en el contexto del periodismo.

La brecha entre ambas disciplinas se observa que cada vez es menor, aunque se diferencie por distintos procesos conceptuales y perfiles profesionales. Lo que une a estas dos disciplinas es su finalidad comunicativa, lo cual nos lleva a reflexionar si el desarrollo de la *infografía* ha evolucionado al de la *visualización de datos*, sin que esto implique la reducción o ausencia de su naturaleza híbrida, sino todo lo contrario.

### 3.3. La divulgación mediática de la ciencia y tecnología como promotor de la ‘cultura científica’

El término ‘cultura científica’ presenta diversos enfoques que varían entre países, grupos e individuos. De acuerdo con Godin y Gingras (2000), entre los diversos enfoques que presenta este concepto, existe un acuerdo general de que la noción de la ‘cultura científica’ se relaciona a una amplia comprensión de los métodos de la ciencia y el conocimiento general de parte de su contenido específico.

Por su parte, Vaccarezza (2008) describe este término como:

se entiende la cultura científica como comprensión de la dinámica social de la ciencia, de manera que se tejen en una interrelación entre productores de conocimientos científicos y otros grupos sociales, todos ellos como partícipes del devenir de la cultura, produciendo significados cuyos orígenes y justificaciones provienen desde distintas prácticas, intereses, códigos normativos y relaciones de poder, entendiéndose como un devenir continuo (Vaccarezza, 2008, p.110).

Esta definición sugiere que la construcción de la ‘cultura científica’ se desarrolla a medida que los individuos se involucran con la actividad científica desde nuestro entorno social.

**Tabla 2. Términos utilizados por países y regiones para referirse a la cultura científica de acuerdo con Godin y Gingras (2000)**

Términos utilizados por países y regiones para referirse a la cultura científica de acuerdo con Godin y Gingras (2000).		
Estados Unidos y Reino Unido	Canadá	Unión Europea, Francia y Quebec
Public understanding of science (comprensión pública de la ciencia). Scientific literacy (alfabetización científica)	Public awareness (conciencia pública)	Culture scientifique, technologique, et industrielle (Cultura científica, tecnológica e industrial)

Fuente: Elaboración propia

Godin y Gingras (2000) definen la 'cultura científica y tecnológica' como una expresión de todos los modos a través de los cuales los individuos y la sociedad se apropian de la ciencia y tecnología bajo dos dimensiones: individual y social (modelo multidimensional).

La primera dimensión, se relaciona a la cultura de los individuos y del ciudadano medio, donde la ciencia y la tecnología llegan a cada individuo de manera diferente dependiendo de su función y posición social. Por tanto, la cultura científica varía en cada individuo y su adquisición se obtendrá a partir de la formación de toda la vida del individuo y, solo así, se adquirirán conocimientos y habilidades para construir una imagen de la ciencia, la tecnología y las profesiones asociadas con ellos, así como el desarrollo de valores y actitudes hacia ellos. Este proceso formativo se da dentro de la familia, en la escuela, en la universidad o de la universidad, en el trabajo, y, de manera menos formal, a través de la lectura y el ocio. (Godin y Gingras, 2000).

La segunda dimensión que plantean los autores, se relaciona al proceso de apropiación de la ciencia y la tecnología, y su efecto sobre los individuos dentro de una sociedad. Por ejemplo, la conformación de grupos y acciones colectivas, asociaciones y sociedades científicas y de legislación gubernamental; universidades, laboratorios, etc.; empresas de alta tecnología; instituciones de enseñanza no universitaria; medios de comunicación, museos, bibliotecas públicas, clubes de ocio, científicos y organizaciones dedicadas a la promoción y difusión de la ciencia y la tecnología; entre otros (Godin y Gingras, 2000).

La suma de estos grupos y acciones constituye la parte colectiva de la 'cultura científica'. No obstante, se debe aclarar que los medios elegidos a través de los cuales las personas adquieren una 'cultura científica' son de naturaleza muy variada. En este sentido, los autores señalan que por un lado los académicos y analistas ponen a la escuela en el centro de la 'cultura científica', mientras que otros ven la popularización como su núcleo, donde los medios informativos son el principal vehículo de popularización.

De acuerdo con Godin y Gingras (2000), la cultura de un individuo o de la sociedad se expresa a través de los medios por los que cualquiera de ellos se



apropia de la ciencia y la tecnología. Estos medios se pueden generar desde un plano individual ,o, a través del papel social o colectivo que desempeña cada individuo. La presencia o ausencia de una cultura individual, al final se verá refleja en las actividades colectivas, que a su vez, evidencian e ilustran en mayor o menor grado la apropiación colectiva de la ciencia y tecnología (Godin y Gingras, 2000).

### **3.3.1. La ‘espiral de la cultura científica’**

Para poner en perspectiva el conjunto de factores, eventos y acciones de la humanidad involucrados en los procesos sociales dedicados a la producción, la difusión, la enseñanza y la publicación del conocimiento científico en aras del desarrollo de una ‘cultura científica’ en las sociedades contemporáneas, tomaremos como base la dinámica de los procesos de producción, difusión y publicación del conocimiento propuesto por Vogt (2012) a través de ‘la espiral de la cultura científica’.

Este modelo se divide en cuatro cuadrantes que conforman las diversas acciones y actores que intervienen en las relaciones existentes entre ciencia y la cultura. La ‘Espiral de la Cultura Científica’ de Vogt (2012) toma como punto de partida la dinámica de la producción y la circulación de los conocimientos científicos a través de un ciclo evolutivo y consecutivo. En cada cuadrante se suscita la participación de diversos organismos (no señalados en el esquema) que intervienen en este proceso:

*Cuadrante I.* Universidades, centros de investigación, organismos gubernamentales, organismos de financiación, congresos, publicaciones científicas, etc.

*Cuadrante II.* El sistema de enseñanza primaria y secundaria, el sistema de posgrado, etc.

*Cuadrante III.* Los museos, ferias de la ciencia, etc.

*Cuadrante IV.* Las revistas de divulgación científica, los periódicos dedicados al tema, programas de televisión, etc.



**Figura 51. Los ejes de la espiral de la cultura científica de Vogt (2012)**

Este esquema es reflejo del modelo multidimensional de Godin y Gingras (2000), ya que en los distintos cuadrantes que se exponen existen diferentes acciones destinadas a la conformación de una 'cultura científica' desde una dimensión individual y social. Ahí mismo, se reconoce a los medios de comunicación dentro de una dimensión social como reflejo de los grupos y/o acciones colectivas que contribuyen al proceso de apropiación de la ciencia y la tecnología en una sociedad.

Por otro lado, la dinámica de los procesos de producción, difusión y publicación del conocimiento propuesta por Vogt (2012) a través de "la espiral de la cultura científica", sitúan en el cuarto cuadrante a la *Publicación Científica*, donde intervienen como destinatarios los periodistas y científicos; el

destino, la sociedad; y los organismos, las revistas de divulgación científica, las páginas y editoriales de los periódicos dedicados al tema, programas de televisión, etc.

En este escenario, se distinguen los medios de comunicación como parte del ecosistema que incurre en la configuración los procesos sociales dedicados a la difusión, la enseñanza y la publicación de los conocimientos científicos que inciden en la circulación y difusión de los temas relativos a la Ciencia y Tecnología (CyT). En este contexto, Calvo (1997) señala que los medios informativos desempeñan un papel crucial en los procesos sociales dedicados a la difusión de la CyT, y destaca las diversas funciones que desempeñan con el objetivo de incidir en la vida cotidiana del individuo.

### **3.3.2. La divulgación mediática de la ciencia y la tecnología**

La Divulgación Mediática de la Ciencia y la Tecnología (DMCyT) es referida en este marco como el conjunto de acciones de comunicación sobre CyT que se propagan en los medios informativos destinadas a un público no especialista. Se hace un especial énfasis en la prensa escrita.

En este escenario, se distingue la figura del Divulgador Científico (DC) y el especialista en Periodismo Científico (PC) como intermediarios entre lo que es objeto de la noticia y el público interesado por ese objeto, en ambos casos se pretende vincular o conectar al especialista (científico) con la sociedad a través del dominio del lenguaje científico del especialista, para posteriormente adecuar este lenguaje a la audiencia correspondiente (Núñez, 1991).

De acuerdo con Elías (2008), el quehacer del DC y el PC en los medios informativos aspiran a un objetivo en común, informar sobre ciencias naturales. Además, que en algunos casos se comparten fundamentos y pautas de trabajo, así como los mismos medios para transmitir información científica. No obstante, el autor señala que el enfoque de la información científica y las funciones comunicativas que desempeñan, son distintas. El carácter de la información de ambas especialidades “procede exclusivamente de los avances, intereses o hechos suministrados por las ciencias y los científicos naturales; es decir, los provenientes de las cinco grandes áreas del estudio de la naturaleza en las que

se ha dividido la ciencia moderna: la física, la química, la biología, la geología y las matemáticas” (Elías, 2008, p.15).

Elías (2008) apunta que lo anterior ha provocado discusiones académicas sobre la posibilidad de incluir en el PC y en la DC (también denominada como divulgación científica mediatizada) nuevas especialidades emergentes como el periodismo sanitario, el medioambiental o el tecnológico, entre otros más. Desde la perspectiva que plantea el autor, la medicina, el medioambiente o la ingeniería, son aplicaciones prácticas de las ciencias naturales, y por tanto, sus procedimientos, leyes generales, fundamentos y las dificultades para entender el lenguaje son similares a los que informan sobre ciencias naturales. En este sentido, “los principios generales del periodismo que aborda las ciencias naturales son los que rigen también la información sanitaria, medioambiental o tecnológica” (Elías, 2008, p. 16).

Para efectos de aclarar y distinguir ambos enfoques, haremos una revisión de los conceptos y sus prácticas vinculadas a los medios informativos.

En primera instancia, debemos señalar que de acuerdo con Calvo (1997), el PC presenta un enfoque ambiguo en su interpretación, ya que como bien señala el autor puede entenderse como el nombre de una disciplina que estudia el periodismo como ciencia o como un conjunto de tecnologías que tienen como objetivo final la información. Tal como señala Fernández (1983) el primer problema del PC es su propio nombre, debido a que su denominación integra el adjetivo ‘científico’ el cual parece calificar el sustantivo ‘periodismo’.

Por otro lado, Calvo (1997) apunta que por si fuera poco la ambigüedad que presenta esta disciplina. Los organismos internacionales definen al PC como una especialización informativa que consiste en divulgar la ciencia y la tecnología a través de los medios de comunicación de masas. Esta especialidad es frecuentemente confundida con la DC en los medios informativos; además, esta última denominación tiene el inconveniente de no ser un nombre, sino una definición. Por tanto, el autor acentúa que el PC no pretende ser un simple mecanismo de popularización de la ciencia, ya que busca ser una especialidad informativa al servicio de la sociedad que tiene

como objeto ayudar al individuo a conocer y en cierto modo, dominar la vida (economía, ecología, medicina educación, tecnología, etc.).

En este contexto, Elías (2008) señala que el DC dentro del contexto de la DMCyT busca a la fuente para obtener el hallazgo científico necesario para construir su discurso basado primordialmente en la explicación de los fenómenos científicos, sin que se involucren directamente los intereses de la población o relación alguna con el hecho noticioso. Por ejemplo, un reportaje/documental sobre el Sol o de la sabana africana pueden ser intemporales. El PC analiza asuntos que van más allá de la simple divulgación, como el buen uso de los dineros públicos destinados a la ciencia, el comportamiento ético y profesional de los científicos o la trascendencia de los resultados científicos. Por tanto, el autor destaca que el PC es mucho más complejo que la divulgación científica debido a que desde el punto de vista del mensaje, el periodista especializado debe tener los suficientes elementos de juicio como para comprender lo que le dicen las fuentes. y sobre todo para interpretar el contexto en el que lo dicen (Elías, 2008).

El autor explica que, cuando ambos enfoques informativos se unen (PC y DC) se puede identificar una Divulgación Periodística de la Ciencia (DPC) o un Periodismo Científico Divulgativo (PCD). Este planteamiento informativo conlleva a la explicación de los conceptos científicos puros, al tiempo que, se contextualiza con criterios periodísticos (Elías, 2008). Otro aspecto que destaca el autor son los diversos tipos de fuentes que se implican en los distintos planteamientos informativos. En la DC las fuentes suelen ser los científicos divulgadores que ejercen y elaboran un discurso científico, pero con un lenguaje más literario que científico. En el PC las fuentes son de origen muy diverso y se pueden clasificar de muchas formas.

Los diferentes planteamientos informativos del PC, DCM y/o la DPC o PCD se abordan desde distintos objetivos comunicativos. No obstante, en todos los casos se pretende contribuir a la transferencia de conocimiento a la ciudadanía como agentes importantes en la difusión y conformación de la cultura científica en una sociedad.

### 3.3.3. El lenguaje

La divulgación y el periodismo científico se han convertido en una especialización que surge de aquellos medios más preparados para el género explicativo, frente al informativo, es decir, la prensa escrita. En este sentido, existe una recurrencia y una especial atención a los contenidos que se generan en la prensa escrita, donde nació el periodismo especializado y donde la ciencia ha tomado carta de naturaleza como contenido periodístico (Fernández, 1983).

De acuerdo con Fernández (1983), los procesos de comunicación entre ciencia y sociedad han tomado en cuenta los niveles de comunicación existentes, relacionados a las diferentes modalidades que puede adquirir el relato informativo sobre ciencia. Entre ellos, se identifican tres niveles de comunicación basados en una cultura de 'élite', donde estarían integrados los científicos; en una cultura media, donde estaría integrada una población educada; y una cultura de masas, donde estaría integrada la opinión pública.

Cada nivel que apunta el autor se encuentra relacionados entre sí, influyendo mutuamente. De esta manera, se identifican dos caminos donde la ciencia puede entrar a formar parte de la cultura de masas:

Uno, a través de la propia élite cultural a la que pertenecen los científicos y que produciría una corriente de comunicación dentro de la propia sociedad, alentada desde las capas de mayor nivel cultural a las de nivel inferior; estos pasos pueden considerarse entonces intrasociales. El otro, sería el de la comunicación directa del tercer nivel científico a la sociedad, que haría a cada uno de los tres niveles. Ambos caminos deberían ser simultáneos (Fernández, 1983, p. 109).

---

De acuerdo con Fernández (1983), para llegar a este último nivel de comunicación directa del tercer nivel científico a la sociedad, se implican una serie de elementos y procesos donde uno de los mayores problemas que se

enfrentan es la complejidad lingüística y técnica que adquiere el lenguaje debido al nivel elevado de especialización al que conduce.

Este hecho es señalado por Calvo (1997) como una de las mayores deficiencias que existen en la presentación de la ciencia al público debido a la extremada complejidad que existe en las disciplinas científicas y la dificultad que presentan para el desarrollo de una transcodificación del lenguaje de la ciencia al habla cotidiana.

Núñez (1991) distingue las diferencias entre un 'lenguaje cotidiano' y un 'lenguaje especializado'. En el primero, las palabras se usan despreocupadamente, pues las palabras se usan de tal manera que no requieren control alguno, es decir, el interlocutor no tiene que esforzarse para interpretar lo que se dice debido a que el uso cotidiano del lenguaje es espontáneo, se interpreta con facilidad y se entiende con poco esfuerzo. No obstante, la eficacia y la corrección de lo que se pretende decir, dependerá del adiestramiento y la educación de cada individuo.

En el segundo, las palabras que se utilizan se someten a un control o disciplina, donde se puede llegar hasta el extremo de requerir un tipo de operación lingüística muy especial. En este sentido, el autor apunta que lo que suele ocurrir en este tipo de lenguaje, es que la mayoría de las palabras están implícitamente definidas, y para comprender cabalmente el párrafo tenemos que saber muchas cosas a través de las palabras que se usan para las que no basta la mera comprensión de las palabras usadas (Núñez, 1991).

A través de estas diferencias de lenguaje, la comunicación de la ciencia adquiere una importancia mayor debido a que existe un problema de entendimiento adicional y múltiple en consecuencia de la súper especialización de la ciencia (Fernández, 1983). En este contexto, Núñez (1991) señala que para poder abordar la comunicación social de la ciencia con eficacia, se debe comenzar por establecer un lenguaje común para todas ellas. Una tarea que el autor destaca como nada fácil para el periodista especializado (en proceso es la fuente), ya que este deberá conseguir un lenguaje para su código que sea inteligible para el destinatario, y válido para el medio que haya elegido. En

consecuencia, la claridad se convierte en un reto y un valor en sí mismo debido a que posee un valor intelectual sustantivo y no adjetivo (Núñez, 1991).

Tal como señala Elías (2008) “el PC se distingue del resto de otras especialidades o géneros periodísticos, debido a la complejidad conceptual y procedimental que se adquiere al comprender un lenguaje diferenciado y universal como es el de las ciencias naturales y sus aplicaciones. Estas dificultades no existen en el periodismo de sociedad o el político, ya que suelen usar el lenguaje literario con el que trabaja el periodista” (Elías, 2008, p. 16).

En este contexto, Fernández (1983, pp. 126-129) define tres grados de especialización del lenguaje. Estos niveles se establecen tomando en cuenta dos criterios: la forma y el contenido del mensaje.

El primer nivel de divulgación, está dirigido a una audiencia masiva y de menor nivel cultural. En cuanto a la forma, se define a través de medios cuya periodicidad es diaria (periódicos diarios, entre otros). El reparto de los elementos del lenguaje cuenta con una mayor proporción de elementos paralingüísticos e icónicos, respecto a los lingüísticos.

El segundo nivel de divulgación, adopta medios de periodicidad semanal (revistas semanales o suplementos de los diarios) o programas con secciones especializadas en otros medios. El reparto de elementos del lenguaje permite un equilibrio entre la suma de icónicos, paralingüísticos y lingüísticos.

El tercer nivel de divulgación adquiere mayor especialización en cuanto a la forma, ya que cuenta con una periodicidad más amplia, la correspondiente a revista monográfica especializada. El reparto de elementos del lenguaje admite un mayor porcentaje de lingüísticos respecto a los icónicos y paralingüísticos (Fernández, 1983, pp. 126-129).

En cualquiera de los niveles señalados la posición del periodista científico como intermediario entre lo que es objeto de la noticia y el público interesado por ese objeto, se encuentra en una situación en donde se ve obligado hablar de cosas de difícil comprensión que suelen expresarse en una terminología controlada y reservada. El periodista tendría que desarrollar su saber expresivo para que el intérprete o el lector consiga comprender sin esfuerzo esas cosas de las que se le habla (Núñez, 1991).



Núñez (1991) señala que la principal tarea del periodista es clarificar el lenguaje que usa, y para ello tiene que adiestrarse en el uso del lenguaje corriente y que esforzarse en sustituir las palabras técnicas y los conceptos específicos por descripciones, comparaciones e imágenes. El autor señala que es imprescindible que el periodista potencie su habilidad expresiva, y ejercite la destreza literaria al tiempo que se resigne a ejercer su importante función sin equivocarla con la de su interlocutor. En este sentido, el autor señala que ser periodísticamente claro es mucho más difícil e importante que ser exacto o preciso.

Elías (2010) por su parte, retoma al investigador Georges Mounin para reflexionar sobre el lenguaje científico y su traducción señalando que no es un problema meramente de léxico, pues lo que se traduce no son los lenguajes, sino los mensajes, y son estos con su estructura, su contexto y su co-texto los que forman verdaderamente su significado, y no los términos individuales que los conforman.

El autor establece grandes diferencias estructurales entre un texto periodístico y uno científico de acuerdo con el análisis textual clásico de Teun van Dijk. En el primero, el autor establece una estructura de noticia periodística diferente a la del artículo científico en donde se identifica un resumen (lead), el cual debe responder a las preguntas clave: *qué, quién, cuándo y dónde*; y un *relato* (episodios y conclusiones), el cual puede estar integrado por un hecho anecdótico – de nula trascendencia científica –, como sucede, a veces, en la literatura. Por el contrario, el artículo prototipo escrito por un científico tiene una estructura argumentativa-expositiva, que se pone de manifiesto en sus unidades organizativas pues se desarrolla como un planteamiento del problema que se completa con su solución. De forma que la secuencia suele ser la siguiente: *sumario*: (índice de lo que abordará el artículo); *introducción* (fundamentos y los objetivos); *Antecedentes* (explica investigaciones similares que se han llevado a cabo y establece diferencias); *método* (metodología); *materiales* (instrumentos, sustancias químicas, etc.); *resultados* (hallazgos); *conclusiones* (aportación principal del hallazgo); y *discusión* (contextualiza qué significa esos resultados en un contexto más amplio) (Elías, 2010, p. 129-131).

Desde la perspectiva periodística, Elías (2010) señala que el texto se ha utilizado tradicionalmente para responder a una serie de preguntas que controlan si la información que contiene la noticia está completa y ubicada en el lugar apropiado del texto. Estos controladores son las «W» inglesas; es decir, las preguntas clave: *qué, quién, cuándo, dónde, cómo, por qué y para qué*. De acuerdo con el autor, las cuatro primeras preguntas deben estar explícitas en el primer párrafo de la noticia – especialmente si se trata de una noticia de agencia – o cerca de él. Los tres restantes pueden ocupar los últimos segmentos del texto de la noticia, de forma que el editor pueda cortarlo de abajo hacia arriba sin eliminar ningún dato imprescindible.

El autor señala que lo que es regla para el periodismo en general puede que no sea aplicable al periodismo científico; o al menos, debe matizarse. En este sentido, el autor apunta que el caso del periodista científico que debe escribir un relato de hechos, la información correspondiente a estos tres últimos controladores – *cómo, por qué y para qué* – también será crucial para él. En este contexto, el autor sugiere que el *porqué* identifica los antecedentes del hecho noticioso, los estudios y las observaciones previas que permitieron detectar un problema no resuelto en un determinado campo de la ciencia. El *para qué* señala el significado del hecho noticioso, sus posibles consecuencias, sus aplicaciones, sean prácticas o como un paso en el avance hacia nuevos problemas, y se asocia claramente con la discusión. El *cómo* apunta tal vez a lo que diferencia el periodismo especializado de la mera transmisión de información. El *cómo* es el relato que cuenta de forma periodística la argumentación del artículo de un científico (Elías, 2010, pp. 129-131).

#### **3.3.4. El discurso**

El discurso científico en una sociedad se basa en la construcción de un lenguaje especializado que permite la comunicación de contenidos científicos por medio de la configuración de signos y componentes que engloban un léxico y una sintaxis propia de los contenidos expuestos. Su articulación se conforma desde tres polos de acción: el discurso científico, en el que escriben los investigadores a otros investigadores; el discurso de la vocación docente, manifestado en los libros de texto científicos; y el discurso de la educación no

formal de la ciencia llamada vulgarización (Jacobi, 1999).

Vogt (2012) pone en la mesa el discurso tecno científico tomando como punto de partida la dinámica de producción y la circulación de los conocimientos científicos a través de un ciclo evolutivo y consecutivo en el que intervienen cuatro cuadrantes: 1. Producción y difusión de la ciencia (los científicos son emisores y destinatarios de la ciencia); 2. Enseñanza de la ciencia y formación de científicos (científicos y maestros entregan información en todos los niveles educativos); 3. Enseñanza para la ciencia (científicos, docentes y administradores de museos de ciencia entregan la ciencia a estudiantes y jóvenes); y 4. publicación científica (periodistas y científicos entregan información científica a la sociedad).

En esta dinámica de producción y circulación del conocimiento científico se identifican dos tipos de discursos: el monosémico-educativo y el polisémico o polifónico. El primero distingue características propias del lenguaje científico-técnico en donde se pretende reducir cualquier intento de polisemia para minimizar la ambigüedad de las palabras y concertar acuerdos con las definiciones que identifican objetivamente las realidades de la naturaleza haciendo que cada nombre científico corresponda a un significado único. El referente de los signos que se emplean es único e invariable; el segundo, transforma el discurso tecno científico a través de la variación conceptual que experimenta la divulgación respecto del discurso científico valiéndose de distintos elementos discursivos como recursos retóricos, referencias populares, estereotipos, secuencias narrativas, actores sociales, etc., para desplegar ante el público su construcción de la realidad social de la ciencia y la tecnología (Acíbar, 2004). En consecuencia, las palabras adquieren diversos y variados significados de referencia común porque si fuesen rigurosamente monosémicas, el léxico que se tendría que aprender sería muy amplio y el procesamiento neurológico sería demasiado complicado.

Las diferencias que distinguen a ambos tipos de discursos determinan su campo de acción; por un lado, el discurso científico monosémico tiene aplicaciones específicas que están destinadas a un público limitado en donde se pretende difundir el conocimiento en situaciones muy especializadas. Por el contrario, el discurso polisémico (vulgarización) está destinado a la circulación

más amplia y no predeterminado de la divulgación del conocimiento científico en donde supone la participación de los medios informativos en los procesos de interpretación del lenguaje tecno científico. El nexo entre los periodistas científicos y la comunidad científica, permite fomentar la multiplicación e intercambio de dos campos y dos modos de comunicación: la ciencia conocida entre los expertos, por un lado; y la comunicación hacia auditorios (Souza, 2013).

El discurso científico en la Divulgación Mediática de la Ciencia y Tecnología (DMCyT) supone la existencia de una corriente continua de cambios sobre temas y puntos de opinión que acontecen alrededor de la CyT debido a la circulación de noticias y materiales de actualidad que son difundidos y divulgados en los diferentes sistemas de información. A esto se suma, los constantes procesos de transformación que buscan potenciar las estrategias comunicativas y competitivas de cada medio acorde con las tendencias mundiales que en conjunto marcan nuevos modelos y tendencias en la DMCyT.

En este sentido, Cassany, López y Martí (2014) apuntan que el conocimiento científico no forma parte de la naturaleza, sino de su interpretación por el hombre a través del lenguaje. Su desarrollo es resultado de los intereses y vicisitudes de sus creadores. Los autores apuntan que los discursos científicos dependen de las relaciones sociales e históricas que inciden en la forma y el contenido del discurso. Por tanto, los discursos no son uniformes, ni estáticos, ni mucho menos se encuentran desvinculados de las comunidades y de sus usuarios, (científicos, técnicos o ciudadanía) debido a que la ciencia fluye y se transforma permanentemente en la sociedad de acuerdo con las necesidades y problemas que presenta la población, etc.

El discurso científico desde una perspectiva divulgativa se ha manifestado primordialmente en discursos verbales (escritos), mientras que los sistemas no verbales de representación del conocimiento de acuerdo con Cairo (2008) se le han otorgado una menor importancia debido a que en la tradición científica y filosófica occidental, la imagen se sitúa en un grado inferior al texto como medio de trasmisión del conocimiento.

Para el sabio clásico, el razonamiento es un proceso lingüístico: el cerebro piensa únicamente palabras, en una especie de narración interna. Dicha tradición en nuestros días fomenta la idea de que el auge de la comunicación visual, sea del tipo que sea, daña la capacidad de razonamiento abstracto, territorio exclusivo de la palabra. La influencia de la teoría crítica, con Adorno como principal exponente del rechazo a la cultura de masa, goza de buena salud (Cairo, 2008, p. 30).

---

Cairo (2008) señala que estas ideas a pesar de ser erróneas todavía se encuentran muy arraigadas, y conducen a pensar que los avances en creación y transmisión de productos visuales crean la 'cultura de la imagen' cuando esta es simplemente el resultado de preferencias innatas, satisfechas por las nuevas tecnologías.

No obstante, se debe apuntar que aunque el discurso verbal y no verbal se rige bajo pautas estructurales muy diferentes (sintaxis, gramática, etc.), en ambas situaciones se han utilizado mecanismos muy similares relacionados al uso de estrategias retóricas. A partir de la 'Revolución Científica' (siglo XVI y XVII) en donde se gestaron nuevas ideas y conocimientos en física, astronomía, biología y química se utilizó un lenguaje divulgativo emotivo y metafórico en donde muy a menudo la imagen acompañaba estos escritos como fuente y método de documentación.

De acuerdo con De Semir (2014) el discurso divulgativo se ha estudiado principalmente desde el encuadre del análisis del discurso a través de tres ámbitos de estudio: el de la reflexión sobre el lenguaje científico basado en la observación y descripción de las pautas que rigen su uso en las diversas disciplinas científicas; el del fenómeno de la divulgación que se ha interpretado como 'traducción', entre otros. El autor señala que debe replantearse para ser incluido en el proceso de recontextualización inherente y definitorio desde el punto de vista pragmático de toda actividad divulgadora; y el de los conceptos e instrumentos que aporta la lingüística discursiva como la noción de contexto, de registro, de género y tipo de texto y las condiciones que imponen en el

desarrollo discursivo los distintos canales de comunicación (De Semir, 2014, p. 171)

Alcíbar (2004) propone un estudio sobre las principales estrategias retóricas y narrativas con las que cuentan los divulgadores para re contextualizar en los periódicos de difusión masiva la información científica, construyendo así la imagen pública de la ciencia y la tecnología y haciéndola circular socialmente. El autor en acuerdo con León (1999) debate la idea de que la forma en la que son presentados los mensajes periodísticos con información tecnocientífica los cuales sugieren que el destinatario de la información no está interesado únicamente en conocer el 'contenido conceptual' sobre el asunto del que se le informa, sino que lo está fundamentalmente en comprender el significado que esa información puede entrañar para él y qué consecuencias prácticas pueden derivarse para su vida cotidiana.

En este contexto Alcíbar (2004) considera que la popularización de la ciencia en los medios no es un simple mecanismo de traducción entre diferentes niveles lingüísticos, sino una forma de recontextualizar algún aspecto del conocimiento o de la práctica científica. El autor reclama la actitud crítica de los periodistas científicos ante la información en aras de contextualizar y contrastar la información para evitar ser manipulados por sus fuentes. Además, señala que se tiene que ser consciente de que la frontera entre la inevitable reducción informativa y/o el error de la omisión, debe estar siempre alerta para que el discurso no afecte su legitimidad.

Alcíbar (2004, pp. 46-54) estudia a diversos autores en donde destaca la función del periodista científico y sus distintas estrategias comunicativas para comunicar ciencia en los medios informativos. Señala que el periodista que cubre noticias de ciencia debe establecer un lazo comunicativo con su audiencia, y qué mejor manera para lograrlo que recurrir a estrategias comunicativas que armonicen información, riesgo, preceptiva, espectáculo y misterio. No obstante, el autor señala que el equilibrio entre información y espectáculo dependerá del peso específico que el periodista conceda a cada uno de esos componentes.

Elías (2010) apunta que las estrategias utilizada en el discurso divulgativo utilizan como lenguaje al literario, ya que que no se pretende la racionalización de un hecho, sino su persuasión. Esta persuasión está dirigida a una gran masa, donde se tiene que construir un discurso en función de pocas ideas y datos, aunque no sea el ideal; sin embargo, es como funciona la mente humana. De entre toda la información existente en el trabajo elaborado por el científico, el periodista o el divulgador tiene que hacer una selección y escoger solamente unos puntos concretos, relevantes, ya que en el discurso destinado a grandes audiencias no todo puede tener cabida (Elías, 2010).

En este contexto, Alcívar (2004) señala distintos elementos discursivos que son utilizados en la divulgación tales como narrativas, actores sociales, etc.; lo hacen para desplegar ante el público su construcción de la realidad social de la ciencia y la tecnología desde una aproximación más pragmática. En este sentido, el autor apunta que este proceso no es un mero mecanismo de 'traducción', 'transcodificación' o 'transformatividad', sino que más bien de *recontextualización* en una situación comunicativa dirigida a una audiencia diversa y masiva con un conocimiento que ha sido previamente construido por los científicos en donde se utilizan instrumentos comunicativos estandarizados (Alcívar, 2004, pp. 46-54).

El autor apunta que la divulgación es una tarea compleja que se construye a partir de nuevos discursos elaborados con textos especializados, en donde se exige una reelaboración creativa, una tarea de ardua reformulación de textos previos, que supera el problema terminológico y compromete todos los niveles lingüísticos.





## **CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE CONTENIDO DEL TRATAMIENTO INFORMATIVO DE LA INFOGRAFÍA CIENTÍFICA DE PRENSA**

### **4.1. Método**

El método de análisis de esta investigación se fundamenta esencialmente en la técnica de análisis de contenido cualitativo (fundado en la lógica y combinación de categorías) pero con inferencias cuantitativas (fundado en la recurrencia de aparición de indicadores) que, en conjunto, pretenden elaborar y procesar datos relevantes para interpretar desde la perspectiva de la Periodística los planteamientos informativos que se persiguen en la Infografía Científica de Prensa (ICP), así como la configuración que presentan sus componentes y las relaciones que se dan entre ellos para llevar a cabo procesos de transferencia y divulgación del conocimiento de los hechos relativos a la Ciencia y Tecnología (CyT) dirigidos a un público no especialista.

La técnica de análisis de contenido se efectúa desde un marco de aproximación empírica a través de un método de análisis que controla el proceso de comunicación entre el contenido y el contexto, estableciendo un conjunto de reglas de análisis, paso a paso, que las separa de ciertas precipitaciones cuantificadoras. Por tanto, este método no solo se circunscribe en la interpretación del contenido manifiesto del material analizado, sino también, profundiza en el contenido latente y el contexto bajo el cual se desarrollan los mensajes de CyT (Andréu, 2002).

#### **4.1.1. Esquema teórico**

El análisis de contenido del tratamiento informativo de la ICP toma como referencia tres ejes de análisis: el planteamiento informativo (*qué se dice*) de los mensajes de CyT en el infográfico de prensa, la forma comunicativa (*cómo se dice*) a través del estudio de sus componentes, y la función comunicativa (*para qué dice*) a partir de las relaciones funcionales que desempeñan sus componentes.

### *A. Planteamiento informativo (¿qué se dice?)*

El primer eje de análisis estudia el planteamiento informativo a través de los elementos formales del mensaje periodístico como tiempo, ubicación, personajes, entre otros. Estos elementos engloban las preguntas periodísticas a las que responde el relato informativo y que determinan el enfoque de la información que se pretende dar. De acuerdo con Calvo (1997) y Elías (2008), algunos de estos indicadores concentran las características y las propiedades generales que enfocan y dan sentido a la información científica presente en la DMCyT.

### *B. Forma comunicativa (¿cómo se dice?)*

En el siguiente eje de análisis se estudia la forma comunicativa a través de los componentes morfosemánticos (objetos textuales y objetos gráficos) del mensaje periodístico, a fin de saber *cómo se dice* el mensaje y cual es el rol comunicativo que desempeñan estos componentes, así como las características cualitativas que manifiestan.

### *C. Función comunicativa (¿para qué se dice?)*

El último eje de análisis estudia la función comunicativa a través de las relaciones funcionales que desempeñan los componentes morfosemánticos (objetos textuales y objetos gráficos) del mensaje periodístico y la recurrencia que presentan para llevar a cabo un papel específico. Esta categoría se analiza a partir de la taxonomía propuesta por Marsh y White (2003) respecto a las relaciones funcionales que existen entre las imágenes y el texto. De acuerdo con Prieto (2009), esta taxonomía engloba de manera general la información gráfica desde el punto de vista de su relación con el texto y refleja la actitud e intención del emisor con respecto al público al que se dirige.

### **4.1.2. Tipo de muestra**

El tipo de muestra utilizado en este proyecto de investigación presenta un enfoque cualitativo no probabilístico debido a que la selección de las unidades se rigió por un tipo de muestreo intencional con el fin de formar un grupo de referentes (infografías) con capacidad de proporcionar información rica y relevante para el estudio (González y Barrios, 2012). Dentro de los subtipos de muestreo intencional que señala Patton (2002), el muestreo de casos críticos corresponde a los subtipos que se emplearon en este proyecto de investigación, los cuales se basan en la selección de casos que se consideraron importantes y representativos por parte del investigador para estudiar el fenómeno de interés.

En este sentido, el muestreo intencional exige que el investigador se coloque en la situación que mejor permita recoger la información relevante para el concepto o teoría buscada orientada a la selección de aquellas unidades y dimensiones que garantizarán mejor cantidad (saturación) y calidad (riqueza) de la información (Andréu, 2002).

#### *Selección de muestra*

La investigación se realizó a partir de un corpus integrado por 100 infografías científicas publicadas en prensa durante la última década transcurrida en el período de 2006 al 2016. Este corpus proviene de periódicos y revistas que han recibido reconocimiento internacional por su destacado trabajo en la producción y diseño de infográficos de carácter científico en formato impreso de acuerdo con los datos publicados en las listas de premiación que cada año publica la SND a través de los premios Malofiej. En este sentido, se tomaron como referencia los periódicos y revistas que han ejercido una labor relevante y eficaz en el campo de la divulgación de la ciencia y el periodismo científico empleando como herramienta y/o producto comunicativo a la infografía de prensa:

- National Geographic (Estados Unidos)
- Scientific American (Estados Unidos)
- The New York Times (Estados Unidos)
- South China Morning Post (China)
- La Vanguardia (España)
- Editora Globo, Revista Época (Brasil)
- Diet Zeit (Alemania)
- Geo Cosmos Weltspiel (Alemania)

La elección de las unidades de muestra se basó en un tipo de muestreo de casos críticos (Patton, 2002), donde se consideró importante seleccionar un tipo de infográfico fundado en un trabajo de documentación a través de cinco grupos temáticos: 1) la meteorología, el medioambiente y las catástrofes naturales, 2) la biología, la salud y la medicina, 3) la astronomía y los temas espaciales, 4) la tecnología y los artefactos tecnológicos y 5) Otros. En este último apartado, se propone incluir trabajos sobre temas relacionados a las matemáticas, química, la física, etc. Estos grupos temáticos representan los asuntos que mayor recurrencia tiene para ser tratados a través de la infografía científica de prensa (Cortiñas, 2010).

La conformación del corpus no ha pretendido hacer una elección que se convirtiera estrictamente representativa del total de las infografías científicas que se publican en los periódicos y revistas seleccionados, debido a que es muy variable el número de infografías científicas que se publican en cada medio y en muchos casos el tema científico que se aborda en el infográfico se encuentran sujeto a los temas científicos que adquieren una mayor relevancia e interés durante un cierto tiempo. Razón por la cual se ha tomado una temporalidad amplia (2006 al 2016) con el objeto de recopilar una muestra que integre una riqueza temática de acuerdo con los cinco grupos temáticos señalados con anterioridad. En otras palabras, el corpus se ha seleccionado basándose en la capacidad de proporcionarnos información rica y relevante para el estudio (González y Barrios, 2012).

La totalidad de las unidades de muestreo no se adjuntaron en esta

investigación a causa de su volumen. No obstante, en los anexos se puede identificar una ficha informativa, donde se registra el campo temático al que pertenece, el título del infográfico, el nombre del periódico o revista, el número del volumen (para el caso de las revistas), el idioma, el país, la fecha de publicación y número de la página(s) al que corresponde el infográfico.

## **4.2. Preanálisis (fase exploratoria)**

A partir de la delimitación de las categorías de estudio en el esquema teórico, se inició una fase exploratoria y de apertura mental para comprender la estructura y los componentes informativos utilizados en las unidades de muestra. Esta fase nos permitió identificar la señalización de índices (señal de una cosa), considerando a los textos e imágenes como portadores de índices que el análisis va a hacer hablar. Para ello, se realizó una primera inmersión cualitativa durante el mes de julio de 2014 a enero de 2015 a una submuestra integrada por 50 infográficos utilizando una plantilla de registro con el propósito de recoger información básica sobre las palabras clave que caracterizan el tratamiento de la información en la ICP de acuerdo con la señalización de los índices establecidos en cada categoría de estudio.

### *Categoría de estudio: A. Planteamiento Informativo*

El análisis de contenido del planteamiento informativo de la ICP tomó como punto de partida la señalización de índices fundamentados en estudios previos relacionados al periodismo científico (método deductivo) y también, índices localizados en las unidades de muestra (método inductivo). El primero, consistió en identificar los elementos formales del mensaje periodístico como tiempo, ubicación, actores, fuentes, entre otros. Elementos formales que engloban las preguntas periodísticas centrales a las que responde el relato informativo y los cuales determinan el enfoque de la información presente en la DMCyT (Elías, 2008). En el segundo, se consideró oportuno agregar otro aspecto formal relacionado a las *acciones comunicativas* que se llevan a cabo

vinculadas al *cómo* se construye la argumentación en los contenidos del infográfico. Fue así, como se establecieron los siguientes índices:

- a) Actores (*¿quién?*). Identifica tipos de actores individuales, grupales o instituciones que intervienen como protagonistas en el relato informativo.
- b) Temporalidad (*¿cuándo?*). Recoge información sobre la alusión al tiempo como fechas o períodos en los que se desarrollan los fenómenos narrados.
- c) Espacio físico (*¿dónde?*). Identifica la región geográfica o espacio físico en donde suceden los hechos, sucesos o acontecimientos relativos a la CyT.
- d) Acción comunicativa (*¿cómo?*). Concentra de manera general las acciones o tareas realizadas vinculadas al cómo se construye el argumento en el mensaje.
- e) Fuentes de consulta. Identifica la procedencia y los tipos de fuentes de documentación.

A partir de estos índices, se recogieron las palabras clave que respondían a cada uno de los elementos formales del mensaje periodístico en las unidades de muestra (véase tabla 3):

**Tabla 3. Ejemplo de plantilla de análisis cualitativo del planteamiento informativo de la infografía científica de prensa**

A. Planteamiento Informativo	
<b>‘Australia’s Monumental Reef’ (National Geographic, volumen 219, nº 5, marzo de 2011, página 24)</b>	
A1. Actores ( <i>¿quién?</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>No indica actores concretos</li> </ul>
A2. Temporalidad ( <i>¿cuándo?</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atemporal</li> </ul>
A3. Espacio físico ( <i>¿dónde?</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Barrera de Arrecifes de Australia</li> </ul>
A4. Acción comunicativa ( <i>¿cómo?</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación causal que describe las características y propiedades de la gran barrera de arrecifes de Australia</li> </ul>
A5. Fuentes de consulta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Great Barrier Reef Marine Park Authority and Tropical Sciences Research facility, Australian Government.</li> <li>NASA</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

*Categoría de estudio: B. Forma comunicativa*

El análisis de contenido de la forma comunicativa de la ICP tomó como punto de partida la señalización de índices basados en la observación de los diversos tipos de componentes morfológicos que forman parte de la estructura visual del infográfico. Estos fueron divididos en:

**B1. Objetos textuales.** Los objetos textuales integran signos de naturaleza arbitraria en su denotación, por tanto, adquieren un tipo de correspondencia convencional (De la Torre, 1992). Tienen como finalidad encabezar el eje general de la información y se encuentran integrados principalmente por títulos, subtítulos, sumarios, etiquetas de texto asociadas a la imagen, entre otros (De Pablos, 1991; Leturia, 1991 y; Valero, 2001). En esta categoría solo se tomaron en cuenta los objetos textuales que forman parte directa de los contenidos informativos del infográfico, por tanto, quedaron fuera de nuestro objeto de estudio las fuentes y los créditos. Las fuentes por su parte, se estudian en la categoría anterior.

**B2. Objetos gráficos.** Los objetos gráficos integran signos icónicos (figurativo y no figurativo) y tienen como finalidad encabezar el eje específico de la información. Son de origen y tipo muy diverso, por ejemplo el dibujo esquemático, la ilustración, la caricatura, la fotografía, los mapas, etc.

A partir de estos índices, se recogieron las palabras clave que respondían a cada uno de los diversos tipos de objetos textuales y gráficos identificados en las unidades de muestra (véase tabla 4):

**Tabla 4. Ejemplo de plantilla de análisis cualitativo de la forma comunicativa de la infografía científica de prensa**

B. Forma comunicativa	
<p><b>‘A Greenhouse Gas Surprise’</b>            (Scientific American, volumen 313, nº 4, octubre de 2015, página 88).</p>	
B1. Objetos Textuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Título</li> <li>• Subtítulo</li> <li>• Sumario</li> <li>• Etiqueta de Texto</li> </ul>
B2. Objetos Gráficos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráfico estadístico de dispersión</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

La elaboración de estos indicadores se apoyó en un tipo de interpretación que procede de índices fundamentados en estudios previos relacionados al periodismo visual (método deductivo), así como de índices localizados en las unidades de muestra (método inductivo).

*Categoría de estudio: C. Función Comunicativa*

La tercera categoría correspondiente a la función comunicativa integró un sistema de índices completamente deductivo proveniente de la taxonomía de las funciones de la imagen en relación con el texto propuesta por Marsh y



White (2003). De acuerdo con los autores, esta taxonomía comprende una guía útil y práctica para examinar el papel que desempeñan los gráficos en relación con el texto con el propósito de determinar las principales funciones comunicativas que puede presentar cualquier tipo de documento.

La taxonomía propuesta por Marsh y White (2003) integra 46 aplicaciones y se agrupan en tres categorías principales: las que expresan poca relación con el texto, las que expresan una relación próxima al texto y, las que van más allá del texto. Se tomaron como referencia las relaciones semánticas que definen cada una de las funciones descritas por los autores. También se incorporaron algunas modificaciones realizadas por Prieto (2009) relacionadas a la interpretación y traducción al castellano de algunos términos. Las definiciones de los términos fueron traducidos e interpretados al castellano por la autora.

### *C.1. Funciones que expresan poca relación con el texto*

C1.1. Decorar. Hace el texto más atractivo sin el objetivo de producir efectos reales en la comprensión del lector o la memoria. Se puede aplicar incluso si se utilizan otras funciones.

C1.2. Cambiar de ritmo. Interrupción de la continuidad al cambiar a una actividad diferente. Nuevo estímulo, ofrece algo nuevo o inusual.

C1.3. Ajustar a estilo. Imagen y texto coinciden a lo largo de la misma dimensión estilística.

C1.4. Suscitar emoción. Fomenta la respuesta emocional del lector a través de la exhibición de contenido o estilo que es especialmente sorprendente o perturbador. Crea un ambiente emocional específico diseñado para atraer al lector.

C1.5. Enajenar. Contraste en el estilo o el estado de ánimo. El texto y la imagen colaboran para comunicar significados más allá del alcance de uno solo.

C1.6. Expresar poesía. Sugiere cualidades espirituales o efectos del objeto representado.

C1.7. Dirigir. Ejerce restricción o influencia. Regula las actividades o el curso.

C1.8. Implicar. Mantiene la atención del lector sin involucrar un tipo de interés emocional.

C1.9. Motivar. Estimula algunas respuestas del lector que no son de tipo emocional.

## *C.2. Funciones que expresan relación próxima al texto*

C2.1. Reiterar. Reafirma con un mínimo cambio o interpretación. Una fuente proporciona una re-expresión visual o textual de otra, refuerza, repite y/o transcribe.

C2.2. Concretar. Hace explícito (usado en subtítulos). Concreta una referencia textual a un objeto o concepto. Por definición, esta acción produce una cuenta más corta o menos detallada que referente común y una cuenta menos compleja que interpretar o modelar.

C2.3. Ejemplo. Da una idea del concepto proporcionando un ejemplo, aunque no sea un modelo o un ideal.

C2.4. Autor/Fuente. Se utiliza cuando el autor o la fuente de la imagen protagonizan la información (se da dentro de un subtítulo).

C2.5. Humanizar. Representa elementos dentro del texto en forma de un ser vivo, haciendo así el texto más accesible. Se utiliza especialmente en subtítulos.

C2.6. Referente común. Texto e imagen comparten la misma fuente simbólica de significado.

C2.7. Describir. Esta acción produce una cuenta más larga o más detallada que transmitir ideas. Imparte o comunica por declaración, sugerencia, gesto o apariencia.

C2.8. Delinear. Traduce datos numéricos a una representación visual.

C2.9. Ejemplificar. Presenta un modelo que captura el significado esencial de un concepto. Este código se aplica a un par de imágenes-texto cuando es utilizado por el anunciante para presentar una línea de producto dada.

C2.10. Traducir. Convierte de una forma a otra.

C2.11. Organizar. Forma en una unidad coherente. Organiza o estructura el texto.

C2.12. Aislar. Selecciona y separa de otros.

C2.13. Contener. Mantenerse dentro de los límites; incluye diagramas de Venn, diagramas de flujo, líneas de tiempo y organizadores de avance.

C2.14. Ubicar. Establece un momento o lugar. Indica el tiempo, el lugar, la era.

C2.15. Inducir perspectiva. Anima al lector a ver los objetos en sus verdaderas relaciones o importancia relativa; más complejo que ubicar.

C2.16. Relacionar. Se refiere a procesos destinados a sacar a la luz conceptos contenidos totalmente dentro del texto. Las funciones clasificadas en el tercer rango comparar y contrastar, usan conceptos fuera del texto para explicar e interpretar.

C2.17. Comparar. Hace explícito los elementos destinados a la comparación entre los objetos representados en el texto.

C2.18. Contrastar. Hace explícito los elementos previstos de contraste entre los objetos representados en el texto.

C2.19. Establecer paralelismo. La imagen muestra la misma acción o estado en un contexto diferente al presentado en el texto.

C2.20. Condensar. Reduce a elementos esenciales.

C2.21. Concentrar. Trae la información más crítica a la atención del lector. Algunos aspectos del texto se ignoran para enfatizar otros.

C2.22. Compactar. Representa sucintamente (compendio, resume y conciso). Si se reduce el texto menos es concentrar.

C2.23. Explicar. Hace claro o comprensible y se usa solo cuando el texto original es seguido de cerca. Si se usan construcciones externas para explicar por medio de comparación o contraste, se usan los términos que se encuentra en el tercer rango comparar y contrastar.

C2.24. Definir. Determinar o identificar las cualidades o significados esenciales.

C2.25. Complementar. Un modo ayuda al otro a transmitir el mensaje.

### C3. Funciones que van más allá del texto

C3.1. Interpretar. Proporciona ilustraciones de ideas complejas en forma concreta.

C3.2. Enfatizar. Proporciona fuerza o intensidad de la expresión que le da impresionabilidad o importancia a algo.

C3.3. Documentar. Proporciona apoyo efectivo y sustancial a través de la presentación de pruebas (evidencias).

C3.4. Desarrollar. Ampliar algo en detalle; amplifica el significado del otro; expande, expresa en detalle; especifica; saca información sobre la historia incrustada en el texto; suplemento.

C3.5. Comparar. Destaca puntos de similitud entre imagen y texto. A diferencia de relacionar, el punto de referencia descansa fuera del significado original del texto.

C3.6. Contrastar. Enfatiza los puntos de diferencia entre la imagen y el texto. A diferencia de relacionar, el punto de referencia descansa fuera del significado original del texto. Añade nueva información, para proporcionar profundidad o conocimiento.

C3.7. Transformar. Recodifica en forma concreta. Relaciona los componentes entre sí, proporciona organización para facilitar el recuerdo. Realiza una función mnemónica y hace que el texto sea más fácil para su procesamiento en la memoria; introduce más deducción que interpretar, comparar y contrastar.

C3.8. Alternar progreso. El texto y las ilustraciones 'toman turnos' en el progreso de la historia.

C3.9. Modelar. Proporciona una descripción o analogía utilizada para ayudar a visualizar algo que no se puede observar directamente; proporciona un mayor grado de deducción que interpretar. Proporciona vínculos entre el conocimiento preexistente del lector y las nuevas ideas dentro del texto; crea metáfora. Se usa cuando un código de modelo más específico no puede capturar la función mostrada.

C3.10. Modelar proceso cognitivo. Proporciona la representación visual del proceso abstracto.

C3.11. Modelar proceso físico. Proporciona representación visual del proceso material o mecánico.

C3.12. Inspirar. Utiliza el texto como punto de partida, la ilustración se aleja para introducir un nuevo contenido que se adhiere al espíritu de la historia original.

A partir de este enfoque teórico, se valoró la presencia o ausencia de las funciones de la imagen en relación con el texto observadas en cada unidad de muestra. Para ello, se utilizó una plantilla en donde se recogieron estos datos a través de la señalización de respuestas dicotómicas (si/no) y respuestas abiertas (observaciones) (véase tabla 5):

**Tabla 5. Ejemplo de plantilla de análisis cualitativo de la función comunicativa de la infografía científica de prensa**

<b>C. Función comunicativa</b>	
<b>'The Signs and Science of C.T.E.'</b> <b>(The New York Times, lunes 06/12/11, sección Ciencia, página B 15)</b>	
<b>C1. Funciones que expresan poca relación con el texto</b>	
C1.1. Decora	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: Hace el texto atractivo.
C1.2. Cambiar de ritmo	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: Ofrece un nuevo estímulo a través de la representación de una imagen que muestra un proceso.
C1.3. Ajustar a estilo	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: El texto y la imagen coinciden en una misma dimensión estilística.
C1.4. Suscita emoción	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Observaciones: No presenta un contenido particularmente sorprendente o perturbador.
C1.5. Enajena	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Observaciones: No se encuentra dentro de los límites y funciones que se persiguen.
C1.6. Expresa poesía	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Observaciones: No se encuentra dentro de los límites y funciones que se persiguen.
C1.7. Dirige	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: En los contenidos se regulan las actividades y el curso de la lectura a través de indicadores como separadores o encabezados.
C1.8. Implica	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: Mantiene la atención del lector no emocional.
C1.9. Motiva	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: Estimula algunas respuestas del lector debido a que trata la información con expectativa (diversas posibilidades). Por tanto, es factible de despertar curiosidad en el lector.
<b>C2. Funciones que expresan relación próxima al texto</b>	
C2.1. Reitera	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: El texto reafirma lo que se ve en la imagen.
C2.2. Concreta	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Observaciones: No se reduce la información.
C2.3. Ejemplo	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Observaciones: Esta función se suple por la de <i>ejemplificar</i> .

C2.4. Autor/Fuente	Si No ✓ Observaciones: El autor o la fuente de la imagen no protagonizan la información.
C2.5. Humaniza	Si No ✓ Observaciones: No representan elementos dentro del texto en forma de un ser vivo.
C2.6. Referente común	Si ✓ No Observaciones: Texto e imagen comparten la misma fuente simbólica de significado.
C2.7. Describe	Si ✓ No Observaciones: Transmite y detalla ideas.
C2.8. Delinea	Si No ✓ Observaciones: No traduce a datos numéricos una representación visual.
C2.9. Ejemplifica	Si ✓ No Observaciones: Presenta un modelo que captura el significado esencial de un concepto.
C2.10. Traduce	Si ✓ No Observaciones: Traduce a través de ilustraciones y dibujos esquemáticos procesos y características de la enfermedad C.T.E.
C2.11. Organiza	Si ✓ No Observaciones: Organiza la estructura del texto e imagen.
C2.12. Aísla	Si ✓ No Observaciones: Separa la información en bloques para dar un orden y agregar diversas capas informativas.
C2.13. Contiene	Si ✓ No Observaciones: La imagen integra organizadores de avance a través de flechas y líneas.
C2.14. Ubica	Si ✓ No Observaciones: Señala un área específica.
C2.15. Induce perspectiva	Si ✓ No Observaciones: Anima al lector a ver los objetos (texto e imagen) en sus verdaderas relaciones o importancia relativa implicando las repercusiones que se pueden derivar de dicha enfermedad.
C2.16. Relaciona	Si ✓ No Observaciones: Saca a la luz conceptos contenidos dentro del texto divididos en varias secciones y con enfoques relativos al mismo tema.
C2.17. Compara	Si No ✓ Observaciones: No hace explícitos elementos de comparación entre los objetos (texto e imagen).
C2.18. Contrasta	Si No ✓ Observaciones: No hace explícitos elementos de contraste entre

	los objetos (texto e imagen).
C2.19. Establece paralelismo	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: La imagen muestra la misma acción o estado en un contexto diferente al presentado en el texto.
C2.20. Condensa	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Observaciones: No reduce a elementos esenciales.
C2.21. Concentra	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Observaciones: El texto no se ignora para enfatizar otros aspectos de la imagen. Ambos van de la mano.
C2.22. Compacta	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Observaciones: No resume.
C2.23. Explica	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: Hacer claro y comprensible siguiendo el texto original de cerca.
C2.24. Define	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: Determina e identifica significados esenciales y describe procesos.
C2.25. Complementa	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: El texto y la imagen ayudan a transmitir el mensaje.
<b>C3. Funciones que van más allá del texto</b>	
C3.1. Interpreta	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: Proporciona ilustraciones de ideas complejas en forma concreta.
C3.2. Enfatiza	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: Proporciona fuerza o intensidad a la expresión de la imagen.
C3.3. Documenta	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: Proporciona una prueba a través de una micrográfica (fotografía), donde se revela el estado físico del cerebro (evidencia).
C3.4. Desarrolla	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: Ampliar algo en detalle.
C3.5. Compara	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Observaciones: No destaca puntos de similitud entre imagen y texto fuera del significado original del texto.
C3.6. Contrasta	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Observaciones: No destaca puntos de contraste entre imagen y texto fuera del significado original del texto.
C3.7. Transforma	Si <input checked="" type="checkbox"/> No Observaciones: Relaciona los componentes entre sí y proporcionar organización para facilitar el recuerdo.



C3.8. Alternar progreso	Si ✓ No Observaciones: El texto y las ilustraciones ‘toman turnos’ en el progreso de la historia.
C3.9. Modela	Si ✓ No Observaciones: Proporciona una descripción utilizada para ayudar a visualizar algo que no se puede observar directamente.
C3.10. Modela proceso cognitivo	Si No ✓ Observaciones: No proporciona una representación visual de un proceso abstracto.
C3.11. Modela proceso físico	Si ✓ No Observaciones: Proporciona una representación visual de un proceso físico.
C3.12. Inspira	Si No ✓ Observaciones: La imagen no se aleja del texto para introducir un nuevo contenido o concepto.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1. Sistema de codificación

A partir de la información obtenida mediante el análisis cualitativo de la primera parte de la submuestra integrada por 50 infográficos, se generó un listado exhaustivo de palabras, términos y frases clave en las dos primeras categorías de estudio con el propósito de categorizar estos conceptos en términos concretos siguiendo un criterio de similitud semántica. En la tercera categoría de estudio, se contabilizaron las funciones de la imagen en relación con el texto observadas en cada unidad de muestra y se eliminaron las funciones que presentaron una baja o nula recurrencia de aparición. De esta manera, se logró extraer y simplificar las funciones más relevantes para su estudio.

Este proceso de trabajo no solo ayudo a determinar las variables críticas necesarias para identificar indicadores y rasgos particulares en el tratamiento de la información de las unidades de muestra, también, ayudo a conformar un instrumento de recolección de datos por cada categoría de estudio establecida susceptible de cuantificar y poner a prueba su viabilidad.

A continuación se presentan los resultados de este proceso de trabajo:

**Tabla 6. Indicadores generados en el planteamiento informativo de la infografía científica de prensa**

<b>A. Planteamiento informativo</b>	
<b>Códigos</b>	<b>Subcódigos</b>
A1. Actores	<p>A1.1. Dependencias Gubernamentales de investigación y servicios.</p> <p>A1.2. Agencias espaciales.</p> <p>A1.3. Sociedad civil.</p> <p>A1.4. Universidades, Centros de Investigación e Investigadores.</p> <p>A1.5. Científico o especialista.</p> <p>A1.6. Organismos Internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas.</p> <p>A1.7. Medios de Comunicación (prensa).</p>
A2. Temporalidad	<p>A2.1. Atemporal.</p> <p>A2.2. Temporalidad que hace alusión al pasado.</p> <p>A2.3. Temporalidad que hace alusión al pasado y presente.</p> <p>A2.4. Temporalidad que hace alusión al presente.</p> <p>A2.5. Temporalidad que hace alusión al presente y futuro.</p> <p>A2.6. Temporalidad que hace alusión al pasado, presente y futuro.</p>
A3. Espacio físico	<p>A3.1. Espacio físico que determina una región geográfica.</p> <p>A3.2. Espacio físico que determina una región perteneciente a un cuerpo (ser humano, ser vivo u objeto).</p> <p>A3.3. No determina espacio físico.</p>
A4. Acción comunicativa	<p>A4.1. Explicaciones causales que describen las características, propiedades o elementos que distinguen un fenómeno, objeto, artefacto tecnológico.</p> <p>A4.2. Describe personalidad, rasgos peculiares, aportaciones, y/o descubrimiento de investigadores y/o científicos.</p> <p>A.4.3. Plantea posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno.</p> <p>A4.4. Explicaciones causales que implican procesos relacionados a un fenómeno científico.</p> <p>A4.5. Explicaciones causales que implican procesos relacionados al funcionamiento de un objeto o artefacto tecnológico.</p> <p>A4.6. Analiza datos estadísticos de múltiples variables concernientes al comportamiento de un fenómeno relativo a la ciencia.</p> <p>A4.7. Analiza datos que miden el comportamiento de un fenómeno científico relativo a su frecuencia, velocidad, tiempo, distancia, temperatura, etc.</p> <p>A4.8. Interpreta relaciones, vínculos o variaciones de comportamiento de un fenómeno.</p>
A5. Fuentes de consulta	A5.1. Universidades, centros de investigación e investigadores,

	<p><i>academias de ciencia, etc.</i></p> <p><i>A5.2. Científico o especialista.</i></p> <p><i>A5.3. Libros, enciclopedias o manuales especializados, revistas o sitios web.</i></p> <p><i>A5.4. Artículo de revista científica.</i></p> <p><i>A5.5. Agencias espaciales.</i></p> <p><i>A5.6. Dependencias gubernamentales de investigación y servicios.</i></p> <p><i>A5.7. Empresas privadas.</i></p> <p><i>A5.8. Organismos internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas así como los de carácter intergubernamental.</i></p> <p><i>A5.9. Agencias de noticias.</i></p> <p><i>A5.10. Medios de comunicación.</i></p>
--	--

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7. Indicadores generados de la forma comunicativa de la infografía científica de prensa**

<b>B. Forma comunicativa</b>	
<b>Códigos</b>	<b>Subcódigos</b>
B1. Objetos textuales	<p><i>B1.1. Título.</i></p> <p><i>B1.2. Subtítulo.</i></p> <p><i>B1.3. Sumario.</i></p> <p><i>B1.4. Etiquetas de texto.</i></p>
B2. Objetos gráficos	<p><i>B2.1. Dibujo esquemático.</i></p> <p><i>B2.2. Ilustración.</i></p> <p><i>B2.3. Caricatura.</i></p> <p><i>B2.4. Fotografía.</i></p> <p><i>B2.5. Mapa raster.</i></p> <p><i>B2.6. Diagrama.</i></p> <p><i>B2.7. Mapa vectorial.</i></p> <p><i>B2.8. Imagen sintética.</i></p> <p><i>B2.9. Gráfico de escala de medición.</i></p> <p><i>B2.10. Gráfico estadístico.</i></p> <p><i>B2.11. Mapa estadístico.</i></p>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8. Indicadores generados de la función comunicativa de la infografía científica de prensa**

<b>C. Función comunicativa</b>	
<b>Códigos</b>	<b>Subcódigos</b>
C1. Funciones que expresan poca relación con el texto	<p><i>C1.1. Cambia de ritmo.</i></p> <p><i>C1.2. Ajusta a estilo.</i></p> <p><i>C1.3. Suscita emoción.</i></p> <p><i>C1.4. Implica.</i></p> <p><i>C1.5. Motiva.</i></p>
C2. Funciones que expresan relación próxima al texto	<p><i>C2.1. Reitera.</i></p> <p><i>C2.2. Describe.</i></p> <p><i>C2.3. Delinea.</i></p> <p><i>C2.4. Ejemplifica.</i></p> <p><i>C2.5. Traduce.</i></p> <p><i>C2.6. Organiza.</i></p> <p><i>C2.7. Ubica.</i></p> <p><i>C2.8. Induce perspectiva.</i></p> <p><i>C2.9. Relaciona.</i></p> <p><i>C2.10. Compara.</i></p> <p><i>C2.11. Contrasta.</i></p> <p><i>C2.12. Establece paralelismo.</i></p> <p><i>C2.13. Concentra.</i></p> <p><i>C2.14. Explica.</i></p> <p><i>C2.15. Define.</i></p>
C3. Funciones que van más allá del texto	<p><i>C3.1. Interpreta.</i></p> <p><i>C3.2. Enfatiza.</i></p> <p><i>C3.3. Documenta.</i></p> <p><i>C3.4. Desarrolla.</i></p> <p><i>C3.5. Compara.</i></p> <p><i>C3.6. Contrasta.</i></p> <p><i>C3.7. Transforma.</i></p> <p><i>C3.8. Alterna progreso.</i></p> <p><i>C3.9. Modela.</i></p> <p><i>C3.10. Modela proceso cognitivo.</i></p> <p><i>C3.11. Modela proceso físico.</i></p> <p><i>C3.12. Inspira.</i></p>

Fuente: Elaboración propia

### **4.2.3. Implementación del instrumento de recolección de datos**

El diseño e integración del instrumento de recolección de datos como se ha señalado con anterioridad, implicó una primera inmersión cualitativa de una muestra de 50 infográficos en donde se logró desarrollar una estructura de indicadores (sistema de codificación) correspondientes a las tres categorías de estudio establecidas en un principio. A partir de estos resultados se conformó un instrumento de recolección de datos por cada categoría de estudio y fue aplicado al total de las unidades de muestra (se agregaron 50 unidades más para completar el conjunto total de las unidades de muestra) utilizando como herramienta instrumental el programa informático ATLAS.ti (1.0.41) durante el mes de febrero de 2015 a enero de 2016.

#### *Herramienta instrumental ATLAS.ti (1.0.41)*

Con el propósito de facilitar y agilizar el proceso de codificación y análisis de contenido de las unidades de muestra se utilizó como solución instrumental el programa informático ATLAS.ti (1.0.41). Este sistema forma parte de los considerados programas conocidos con el nombre genérico de CAQDAS (*Computer Assisted Qualitative Data Analysis Software*), los cuales tienen como objetivo facilitar el análisis cualitativo de grandes cuerpos de texto, gráficos y video a través de un sistema de organización, codificación y gestión de documentos (muestra) con el propósito de agilizar las actividades implicadas en este proceso, como por ejemplo, la segmentación de la imagen a través de códigos, citas o la escritura de comentarios y anotaciones; es decir, todas aquellas actividades que, de no disponer del programa, se realizarían ayudándose de otras herramientas (papel, lápices de colores, tijeras, fichas, etc.) (Fielding y Lee, 1998).

Todo proyecto realizado en este programa informático toma como referencia la Unidad Hermenéutica (UH) en donde se mantienen las rutas a los datos de origen y el almacenamiento de los códigos, familias de código, vistas de red y otros elementos que se van generando en el curso del trabajo. Por

otro lado, es necesario identificar y describir cuáles son las principales funciones de esta herramienta para llevar a cabo todo plan de análisis de contenido. En este sentido, se pueden destacar cuatro principales funciones que a continuación se describen:

- *Documentos primarios*: Son las unidades de muestreo vaciadas en la UH (localizada en el disco duro). Estos documentos permanecen como ficheros independientes al programa Atlas/ti, por tanto, no se pueden modificar ni guardar para sí; únicamente se almacenan referencias de los documentos.
- *Códigos*: Son palabras claves que se han generado con el objeto de codificar indicadores (relaciones semánticas) provenientes de los contenidos de los documentos. Estos códigos pueden designar al mismo tiempo citas textuales o segmentos de información que son de interés para los objetivos de investigación. Un código marca una multitud de citas distintas en cada documento analizado, al tiempo que, una cita puede estar marcada por distintos códigos.
- *Citas*: Son fragmentos de los documentos primarios que fueron marcados con alguna finalidad relacionada a su significado. Estos se relacionan con descripciones textuales que genera el investigador en un área del documento.
- *Memos*: Es una herramienta que se utiliza para la escritura de textos que contiene ideas o hallazgos que fueron identificados durante el análisis, con la finalidad de preservarlas para futuras teorías o interpretaciones.

Una vez descritas las principales herramientas del programa ATLAS.ti., procederemos paso a paso a la explicación del procedimiento que se siguió para aplicar el instrumento de recolección de datos al conjunto total de la muestra:

### 1. Integración de las unidades de muestra

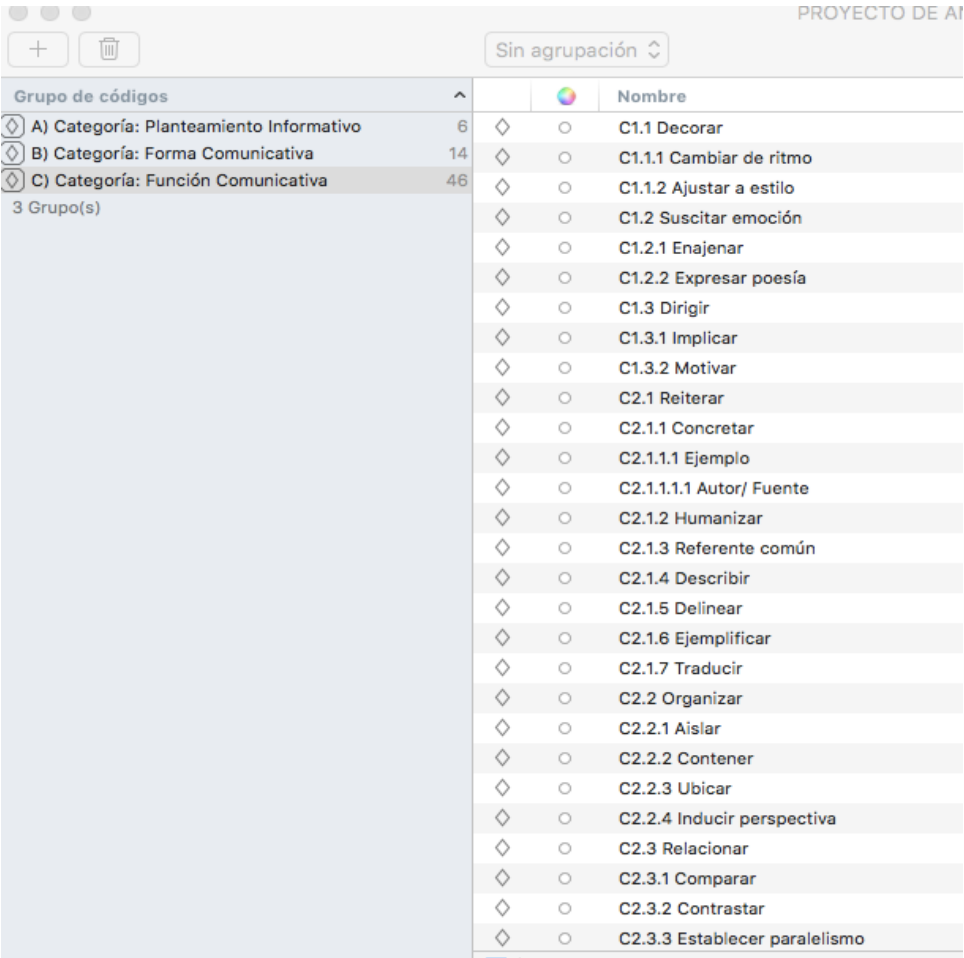
Se agregaron 100 unidades de muestra a la Unidad Hermenéutica (UH) del programa ATLAS.ti. Este proceso es el equivalente a poner las piezas sujetas a estudio en un “recipiente”, al tiempo que, se mantiene un registro y se desarrolla un código visible (ver libro de códigos) que se asigna a todos los documentos vaciados, mismos que son guardados en una misma carpeta de archivo.

Grupo de documentos ^	# ^	Nombre	Tipo
Sin grupos	1	3.7 SA 12	Imagen
	2	1.10 RG 10	PDF
	3	4.5 LV 11	Imagen
	4	5.3 DZ 12	PDF
	5	1.9 RG 10	Imagen
	6	1.23 NG 13	Imagen
	7	2.10 NG 11	Imagen
	8	4.6 NG 11	Imagen
	9	2.11 NG 11	Imagen
	10	2.25 NG 13	Imagen
	11	5.4 NG 13	Imagen
	12	2.18 NG 12	Imagen
	13	1.14 NG 11	Imagen
	14	2.23 NG 13	Imagen
	15	3.9 NG 13	Imagen
	16	1.4 NG 07	Imagen
	17	2.5 NG 07	Imagen
	18	2.24 NG 13	Imagen
	19	1.1 NG 07	Imagen
	20	2.4 NG 07	Imagen
	21	2.15 NG 12	Imagen
	22	2.20 NG 13	Imagen
	23	2.26 NG 13	Imagen
	24	1.19 NG 12	Imagen
	25	1.3 NG 07	Imagen
	26	1.20 NG 12	Imagen
	27	2.16 NG 12	Imagen
	28	1.22 NG 13	Imagen

Figura 52. Documentos primarios almacenados a la UH del programa ATLAS.ti

## 2. Generación y asignación de indicadores (códigos y subcódigos) correspondientes a las categorías de estudio

Una vez agregadas todas las unidades de muestra a la UH, se generó una estructura de códigos y subcódigos en el programa informático con base al sistema de codificación realizado con anterioridad (preanálisis) con el propósito de facilitar la gestión, asignación y cuantificación a cada unidad de muestra de acuerdo con la categoría de estudio a la que corresponden. Esto sería el equivalente a diseñar una plantilla de registro que se utilizaría para recoger información.



Grupo de códigos		Nombre
A) Categoría: Planteamiento Informativo	6	C1.1 Decorar
B) Categoría: Forma Comunicativa	14	C1.1.1 Cambiar de ritmo
C) Categoría: Función Comunicativa	46	C1.1.2 Ajustar a estilo
		C1.2 Suscitar emoción
		C1.2.1 Enajenar
		C1.2.2 Expresar poesía
		C1.3 Dirigir
		C1.3.1 Implicar
		C1.3.2 Motivar
		C2.1 Reiterar
		C2.1.1 Concretar
		C2.1.1.1 Ejemplo
		C2.1.1.1.1 Autor/ Fuente
		C2.1.2 Humanizar
		C2.1.3 Referente común
		C2.1.4 Describir
		C2.1.5 Delinear
		C2.1.6 Ejemplificar
		C2.1.7 Traducir
		C2.2 Organizar
		C2.2.1 Aislar
		C2.2.2 Contener
		C2.2.3 Ubicar
		C2.2.4 Inducir perspectiva
		C2.3 Relacionar
		C2.3.1 Comparar
		C2.3.2 Contrastar
		C2.3.3 Establecer paralelismo

Figura 53. Ejemplo de una estructura de códigos y subcódigos



Una vez establecida la estructura de códigos y subcódigos en el programa informático, el siguiente paso consistió en identificar y vincular los códigos generales a las unidades de registro de la muestra (imágenes y texto).

Esta función en el programa consiste en agregar etiquetas que marcan las unidades de registro (texto o imágenes) que interesa resaltar; es un proceso de trabajo que se intercala y repite en cada una de las unidades de muestra debido a que su asignación se va trasladando a los recursos de datos de cada documento, esta función es el equivalente a marcar (subrayando o resaltando) y anotar citas en los documentos.

Una vez asignados los códigos generales, y ante la posibilidad o necesidad de definir de manera más específica la acción de cada código general, se asignaron los códigos subordinados (subcódigos) con el objeto de denominar e identificar de manera más específica la referencia semántica del código general (término clave susceptible de cuantificar). Por ejemplo, si el código general hacía referencia a los actores, se asignaba el código subordinado que expresaba el tipo(s) de actor(es) (Organismo Internacional, Dependencia Pública, Institutos, etc.) (véase figura 21).

Cabe señalar que la asignación de los códigos subordinados solo se aplicó a la primera y segunda categoría de estudio (*A. Planteamiento Informativo* y *B. Forma Comunicativa*) debido a que la tercera categoría de estudio (*C. Función Comunicativa*) comprometió un sistema de codificación completamente deductivo a través de la integración de indicadores generales provenientes de la taxonomía de las funciones de la imagen en relación con el texto propuesta por Marsh y White (2003).

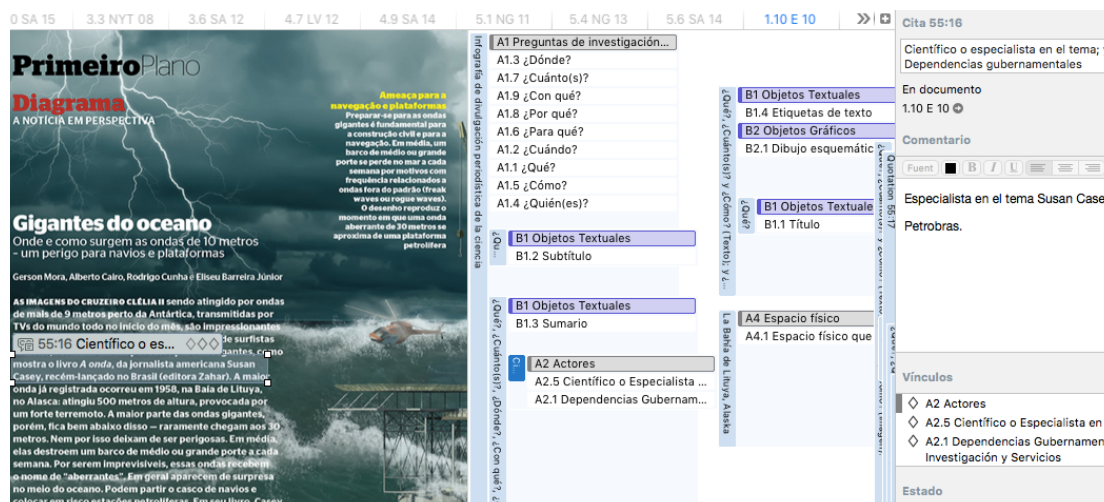


Figura 54. Ejemplo de asignación de códigos (caja de texto de color) a una unidad de registro (palabras) de un infográfico donde se asignan códigos subordinados (caja de texto en color blanco) que expresa una palabra clave relacionada con el referente semántico

### 3. Cuantificación de los códigos y subcódigos

Una vez asignados los códigos generales y sub códigos en cada una de las unidades de muestra, se cuantificó su recurrencia de aparición distribuido en cada uno de los grupos. Estos resultados, nos permitieron generar inferencias cualitativas relacionadas a los patrones y/o constantes observados en el tratamiento de la información de los infográficos. Por otro lado, también nos permitió verificar la saturación informativa de las unidades de muestra debido a que no presentaron ninguna variación o información extra que pudiera ser un factor decisivo para incluir otra sub muestra de prueba.

## 4.3. Resultados y análisis de contenido de la infografía científica de prensa (primera fase de análisis)

Los resultados generales que se presentan en esta primera fase de análisis integran diversas tablas de resultados cuantitativos, donde se expresa el alcance de recurrencia de aparición de los códigos y subcódigos en el total de las unidades de muestra (100 infográficos). Para efectos de facilitar la visualización y el análisis de los datos se ha dividido los resultados por categorías de estudio.

**Tabla 9. Planteamiento informativo y actores**

A. Planteamiento informativo		
Código	Subcódigos	Nº de recurrencia de aparición
A1. Actores	A1.1. Dependencias gubernamentales de investigación y servicios.	21
	A1.2. Agencias espaciales.	18
	A1.3. Sociedad civil.	12
	A1.4. Universidades, centros de investigación e investigadores.	11
	A1.5. Científico o especialista.	53
	A1.6. Organismos Internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas.	15
	A1.7. Medios de comunicación (prensa).	2
	A1.8. Compañías o empresas privadas.	10
	A1.9. Países.	175
	A1.10. Especies o seres vivos.	167
	A1.11. No indica actores concretos.	27

Fuente: Elaboración propia

#### *A. Planteamiento informativo*

El código *A1. Actores* identifica los diversos tipos de personajes individuales y grupales que intervienen en el relato informativo. En cada unidad de muestra se puede llegar a registrar más de dos variantes de actores, por tanto, la cuantificación de recurrencia de aparición obtenida de estos subcódigos expresan el total de veces en que fue citado el subcódigo en las unidades de muestra.

Los *A1.9. Países*; *A1.10. Especies o seres vivos* y el *A1.5. Científico o especialista* ocupan la mayor recurrencia de aparición en el total de la muestra. En este sentido, es preciso aclarar que aunque los *A1.9. Países* hacen referencia a una delimitación geográfica, en estos casos la estructura

informativa se refiere a ellos como actores; las *A1.10. Especies o seres vivos* se refieren, en la mayoría de los casos, a diferentes seres vivos como pueden ser animales, personas o, incluso, diferentes tipos de bacterias. Estos se consideran actores cuando son tratados como protagonistas en el relato informativo. El *A1.5. Científico o especialista* designa actores concretos en donde se describe su nombre y profesión y funcionan en la mayoría de las veces como referencia del relato informativo.

La ausencia de actores (*A1.11. No indica actores concretos*) también ocupa un número elevado de recurrencia, por lo que se estima que existe un grupo de unidades de muestra en donde los actores no son una parte fundamental del relato informativo. En este sentido, se observa que cuando existe ausencia de actores es debido a que el relato informativo se concentra en las explicaciones causales en donde interesa resaltar cómo ocurren los fenómenos en sí.

Las *A1.1. Dependencias gubernamentales*; *A1.2. Agencias espaciales*; y los *A1.6. Organismos Internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas así como los de carácter intergubernamental*, forman parte de los diversos tipos de actores que se pueden implicar en el relato informativo del ICP. Las *A1.1. Dependencias gubernamentales* implican una gran diversidad de actores como pueden ser: la Oficina Federal para la Protección contra la Radiación en Alemania, la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), la Administración de Información de Energía de Estados Unidos, y otras.; las *A1.2. Agencias Espaciales* tienen un universo más reducido y los que más destacan son: la NASA, ESA, SRI, NASDA, ISRO. Los *A1.6 Organismos Internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas así como los de carácter intergubernamental*, también registran una gran diversidad de actores en donde destacan la ONU, BM, FAO, entre otros.

La *A1.3. Sociedad civil*; las *A1.4. Universidades, centros de investigación e investigadores*, *A1.7. Medios de comunicación* y las *A1.8. Compañías o empresas privadas*; cubren un número de recurrencia media baja; sin embargo, su presencia indica una referencia de actores que pueden ser susceptibles de implicar.

**Tabla 10. Planteamiento informativo y temporalidad**

A. Planteamiento informativo		
Código	Subcódigos	Nº de recurrencia de aparición
A2. Temporalidad	A2.1. Atemporal.	31
	A2.2. Temporalidad pasado.	14
	A2.3. Temporalidad pasado y presente.	32
	A2.4. Temporalidad presente.	13
	A2.5. Temporalidad presente y futuro.	2
	A2.6. Temporalidad pasado, presente y futuro.	8

Fuente: Elaboración propia

El código *A2. Temporalidad*, responde a la pregunta *cuándo* a partir de la asignación de subcódigos que involucran diversas temporalidades (pasado, presente y futuro) en las que tiene lugar un acontecimiento relacionado a un hecho, fenómeno o hallazgo científico. Los subcódigos relacionados al estado del tiempo *A2.1. Atemporal*, *A2.2. Temporalidad pasado* y *A2.3. Temporalidad pasado y presente*, muestran una recurrencia elevada de aparición y, al mismo tiempo, presentan características cualitativas similares en la estructura del relato informativo, a pesar de que en algunos grupos la alusión del tiempo no es un tema relevante, en otros se referencia un período en un tiempo pasado y en otros se hace referencia al pasado como antesala al presente; en la mayoría de las veces el tiempo solo se implica como una referencia sin que su presencia sea determinante para comprender el mensaje debido a que el discurso principal se concentra en ofrecer explicaciones causales que describen características, procesos relacionados al comportamiento de un fenómeno, o procesos concernientes al funcionamiento de un objeto o artefacto tecnológico.

Por otro lado, existen otras unidades de muestra que conforman una estructura informativa en donde *A2. Temporalidad pasado y presente*, se plantea desde un enfoque diferente; es decir, el relato informativo involucra el

comportamiento de los fenómenos a través de una línea de tiempo (períodos) en donde se observan patrones o constantes ocurridos que anteceden al estado actual (presente). La temporalidad en este grupo de infográficos es muy importante, ya que el seguimiento de estos fenómenos a través del tiempo representa en sí una evidencia o hallazgo científico.

Por su parte, las unidades de muestra que conforman una estructura informativa, en donde predomina *A2.5. Temporalidad presente*, se debe a que el relato informativo involucra hechos noticiosos de actualidad como puede ser algún descubrimiento científico, o el análisis de datos provenientes de los últimos informes concernientes a estudios, evaluaciones o investigaciones científicas realizadas en los últimos años. La temporalidad en ambos grupos de infográficos es muy importante debido a que el impacto de la información se sitúa en un tiempo y espacio concreto en donde se tratan hechos o hallazgos científicos de reciente actualidad e interés público.

Las unidades de muestra que conforman una estructura informativa, en donde predomina *A2.6. Temporalidad presente y futuro*, se debe a que el relato informativo involucra posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno que podrían suceder debido a la situación actual que predomina.

Las unidades de muestra que conforman una estructura informativa, en donde predomina *A2.7. Temporalidad pasado, presente y futuro*, se debe a que el relato informativo involucra posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno que podrían suceder debido a los acontecimientos ocurridos en el pasado, que pudieran afectar al presente y al futuro, o, que el relato informativo involucre un seguimiento histórico en donde se observen los patrones o constantes ocurridos en el pasado, presente y su previsión en el futuro.

**Tabla 11. Planteamiento informativo y espacio físico**

A. Planteamiento informativo		
Código	Subcódigos	Nº de recurrencia de aparición
A3. Espacio Físico	A3.1. Espacio físico que determina una región geográfica.	83
	A3.2. Espacio físico que determina una región perteneciente a un cuerpo relacionado a un ser vivo u objeto.	22
	A3.3. Espacio físico que no determina ningún tipo de región señalada.	6

Fuente: Elaboración propia

El siguiente código *A3. Espacio Físico*, responde a la pregunta *dónde* a partir de la asignación de subcódigos que identifican diferentes regiones geográficas o espacios físicos en donde suceden los hechos, sucesos o acontecimientos ocurridos. Cada unidad de muestra puede registrar de uno a dos tipos de espacios físicos, esto quiere decir que en una misma unidad de muestra se puede hacer una referencia a un espacio físico que determina una *región geográfica* y un *espacio físico que determina una región perteneciente a un cuerpo*, por tanto, la cuantificación de recurrencia de aparición obtenida de los sub códigos expresan el total de veces en que fue citado en el total de las unidades de muestra.

El *A3.1. Espacio físico que determina una región geográfica* en algunos casos es esencial no solo para ubicar el lugar donde ocurrieron u ocurren los hechos o fenómenos, sino también, para poner en contexto las características físicas (topografía, clima, flora y fauna, ...) o socio políticas (demografía, desigualdad social, producto interno bruto, etc.) que predominan en una región, y las cuales son sustanciales para la comprensión del mensaje. Cuando se ponen en contexto las características físicas de una región geografía se debe, en gran medida, a que el relato informativo se centra en explicaciones causales o descriptivas relacionadas al comportamiento de un fenómeno físico natural.

Por otro lado, cuando se ponen en contexto las características sociopolíticas de una región geográfica, el relato informativo se centra en el análisis de datos estadísticos concernientes al comportamiento de un fenómeno de impacto social. Se debe señalar que, en algunos casos, la región geográfica solo se indica como una referencia informativa, por ejemplo, cuando se indica en qué país se llevó a cabo alguna investigación sin que su ausencia represente un dilema para la comprensión del mensaje.

El A3.2. *Espacio físico que determina una región perteneciente a un cuerpo (ser humano, ser vivo u objeto)* hace referencia a un espacio físico concreto para dar explicaciones causales que implican procesos relacionados al comportamiento de un ser vivo o especie o explicaciones causales relacionadas al funcionamiento de un objeto o artefacto tecnológico.

El A3.3. *Espacio físico que no determina ningún tipo de región señalada* se debe a que el relato informativo se centra en si en ofrecer explicaciones causales sobre el comportamiento de un fenómeno o ser vivo o en analizar relaciones, vínculos o variaciones de comportamiento de un fenómeno en donde no es relevante identificar un contexto relacionado a espacio físico en concreto para comprender el significado del mensaje.



**Tabla 12. Planteamiento informativo y acción comunicativa**

A. Planteamiento informativo		
Código	Subcódigos	Nº de recurrencia de aparición
A4. Acción Comunicativa	A4.1. Explicaciones causales que describen las características, propiedades o elementos que distinguen un fenómeno, objeto, artefacto tecnológico.	39
	A4.2. Describe personalidad, rasgos peculiares, aportaciones, y/o descubrimiento de investigadores y/o científicos.	2
	A4.3. Plantea posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno.	16
	A4.4. Explicaciones causales que implican procesos relacionados a un fenómeno científico.	37
	A4.5. Explicaciones causales que implican procesos relacionados al funcionamiento de un objeto o artefacto tecnológico.	12
	A4.6. Analiza datos estadísticos multivariantes concernientes al comportamiento de un fenómeno relativo a la ciencia.	30
	A4.7. Analiza datos que miden el comportamiento de un fenómeno científico relativo a su frecuencia, velocidad, tiempo, distancia, temperatura, etc.	11
	A4.8. Analiza relaciones, vínculos o variaciones de comportamiento de un fenómeno.	8

Fuente: Elaboración propia

El código *A4. Acción comunicativa* responde al *cómo* se efectúa la comunicación a partir de la asignación de subcódigos que concentran de manera general las acciones o tareas realizadas vinculadas al *cómo* se construye el argumento en el mensaje. Cada unidad de muestra puede llegar a registrar más de dos tipos de acciones comunicativas, por tanto, la cuantificación de aparición obtenida de estos subcódigos expresan el total de veces en que fue citado en las unidades de muestra.

El número total de subcódigos registrados es de ocho. Tres subcódigos implican explicaciones causales: *A4.1. Explicaciones causales que describen*

*las características, propiedades o elementos que distinguen un fenómeno, objeto, artefacto tecnológico; A4.4. Explicaciones causales que implican procesos relacionados a un fenómeno científico; y A4.5. Explicaciones causales que implican procesos relacionados al funcionamiento de un objeto o artefacto tecnológico.*

El subcódigo *A4.2. Describe personalidad, rasgos peculiares, aportaciones, y/o descubrimiento de investigadores y/o científicos*, centra su discurso en la vida de un científico reconocido con el objetivo de rememorar su vida y sus aportaciones a la comunidad científica.

El subcódigo *A4.3. Plantea posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno*, pronostica situaciones en el futuro que podrían suceder a través de indicios posibles de medir.

El subcódigo *A4.6. Análisis de datos estadísticos de múltiples variables*, orienta el enfoque informativo de los infográficos hacia el análisis de datos de diversas variables que expresan resultados o hechos noticiosos relativos a la ciencia de impacto social sobre el comportamiento de un fenómeno bajo criterios periodísticos.

El subcódigo *A4.7. Interpreta datos que miden el comportamiento de un fenómeno científico relativo a su frecuencia, velocidad, tiempo, distancia, temperatura, etc.*, desempeña una intención comunicativa complementaria al grupo de subcódigos que implican explicaciones causales.

El subcódigo *A4.8. Describe relaciones, vínculos o variaciones de comportamiento de un fenómeno* orienta su enfoque informativo en la valoración de estas relaciones.

**Tabla 13. Planteamiento informativo y fuentes de documentación**

A. Planteamiento informativo		
Código	Subcódigos	Nº de recurrencia de aparición
A5. Fuentes de documentación	A5.1. Universidades, centros de investigación e investigadores, academias de ciencia, etc.	63
	A5.2. Científico especialista.	27
	A5.3. Libros, enciclopedias o manuales especializados, revistas o sitios web.	19
	A5.4. Artículo de revista científica.	14
	A5.5. Agencias espaciales.	28
	A5.6. Dependencias gubernamentales de investigación y servicios.	59
	A5.7. Empresas privadas.	15
	A5.8. Organismos internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas así como los de carácter intergubernamental.	34
	A5.9. Agencias de noticias.	2
	A5.10. Medios de comunicación.	11

Fuente: Elaboración propia

El código *A5. Fuentes de documentación* integra diez tipos de subcódigos (fuentes). Cada unidad de muestra puede registrar de uno a cinco tipos de fuentes diferentes o repetirse en algunos casos, por tanto, la cuantificación de recurrencia de aparición obtenida de estos subcódigos expresan el total de veces en que fue citado el sub código en las unidades de muestra.

Las fuentes de consulta, aunque no formen parte directa de los contenidos semánticos del infográfico, designan la procedencia, el tipo y el fundamento de la información contenida en el mensaje. Estos son sustanciales para identificar la naturaleza de la información y el tratamiento por el cual ha pasado la información para elaborar el discurso narrativo del producto informativo.

## B. Forma comunicativa

Los resultados generales correspondientes a la categoría de estudio *B. Forma comunicativa*, integra una tabla de resultados donde se identifican los códigos generales (*B1. Objetos textuales* y *B2. Objetos gráficos*) y subcódigos asignados al conjunto de la muestra (100 infográficos) con el objeto de expresar el alcance de recurrencia de aparición. A partir de estos resultados se analizan los componentes que integran la estructura informativa externa de las unidades de muestra.

**Tabla 14. Forma comunicativa, objetos textuales y objetos gráficos**

B. Forma comunicativa		
Código	Clasificación de las respuestas obtenidas por código	Nº de recurrencia de aparición
B1. Objetos textuales	B1.1. Título.	100
	B1.2. Subtítulo.	29
	B1.3. Sumario.	89
	B1.4. Etiquetas de texto.	220
B2. Objetos gráficos	B2.1. Dibujo esquemático.	44
	B2.2. Ilustración.	49
	B2.3. Caricatura.	5
	B2.4. Fotografía.	19
	B2.5 Mapa raster.	5
	B2.6. Diagrama.	9
	B2.7. Mapa vectorial.	18
	B2.8. Imagen sintética.	29
	B2.9. Gráfico de escala de medición.	20
	B2.10. Gráfico estadístico.	36
	B2.11. Mapa estadístico.	4

Fuente: Elaboración propia

Los resultados generales correspondientes a los *B1. Objetos textuales*, identifican signos de naturaleza arbitraria en su denotación y tienen como finalidad encabezar el eje general de la información (contexto informativo). El *B1.1. Título*, es indispensable para enmarcar el asunto a tratar y dar un sentido general a la información; el *B1.2. Subtítulo*, representa el porcentaje más bajo de recurrencia por lo que no son indispensables en la estructura informativa del ICP. Su utilidad consiste en complementar la función del título ofreciendo un contexto más detallado del asunto o tema a tratar; el *B1.3. Sumario*, ofrece un contexto general clave sobre una historia o asunto a tratar, importante para la comprensión general del mensaje; y el *B1.4. Etiqueta de texto vinculada a la imagen*, se emplea y se repite cuantas veces sea necesario detallar algo en la imagen. Su principal función consiste en designar información específica y detallada concerniente al rol informativo que desempeñan las imágenes.

El segundo código *B2. Objetos gráficos*, integran signos icónicos (figurativo y no figurativo) que tienen como finalidad encabezar el eje específico de la información. Forman parte importante de la estructura informativa externa del infográfico y pueden hacer uso de diferentes recursos gráficos. Los tres más recurrentes son: *B2.2. Ilustración*, representa el número de recurrencia más elevado en el ICP, esto se debe en gran medida a su expresión pictórica con un alto nivel de visualización y con una gran capacidad de registro para mostrar detalles; el *B2.1. Dibujo esquemático*, representa el segundo nivel más alto de recurrencia. Es una técnica visual muy útil para representar los rasgos figurativos más esenciales de una imagen y, así, potenciar su significado; y el *B2.10. Gráfico estadístico*, representa gráficamente conceptos abstractos vinculados a la estadística y a la visualización de datos para representar el comportamiento de un fenómeno.

Los siguientes objetos gráficos representan una recurrencia media de aparición: el *B2.8. Imagen sintética*, proviene de las técnicas de visualización científica que se utilizan para representar y/o simular estructuras físicas o conceptos abstractos. A pesar de que son generados por ordenador también puede tener capacidad para registrar detalles y un alto nivel de visualidad; el *B2.4. Fotografía*, se utiliza para documentar, registrar, enriquecer y dar un

mayor soporte a la información; el *B2.9. Gráfico de escala de medición*, se utiliza para documentar (integra pruebas) y dar un mayor soporte al fenómeno observado a través de gráficos que representan conceptos abstractos como valores de frecuencia, velocidad, tiempo, peso, etc.; el *B2.7. Mapa vectorial*, se utilizan para representar gráficamente y métricamente una porción de territorio proyectada de manera bidimensional con el objeto de ofrecer una referencia geográfica de un lugar.

Los siguientes objetos gráficos representan una recurrencia baja de aparición: el *B2.3. Caricatura*, se utiliza para representar de forma figurativa retratos de personajes o escenificaciones con un toque humorístico con el objeto de destacar características relacionadas a la vida de un personaje; el *B2.5. Mapa raster*, se utiliza para representar imágenes de satélite con el objetivo de destacar aspectos relacionados a la topografía, usos de suelo, etc.; el *B2.6. Diagrama*, se utiliza para representar de forma esquemática las variaciones o relaciones existentes entre diversos fenómenos; y el *B2.11. Mapa estadístico*, se utiliza para representar datos estadísticos a partir de las unidades territoriales políticas y administrativas que revelan el comportamiento de un fenómeno.

Cada recurso visual (objeto gráfico) concentra características y propiedades únicas que implican métodos y técnicas propias que determinan la vía por la cual se expresa el mensaje (*forma comunicativa*).

### *C. Función comunicativa*

En la siguiente tabla de resultados se identifican los códigos generales y subcódigos asignados al conjunto de la muestra (100 infográficos) con el objeto de expresar su alcance de recurrencia de aparición. Para efectos de facilitar la visualización de los datos y su análisis, se han dividido los resultados en tres tablas.

**Tabla 15. Función comunicativa y funciones que expresan poca relación**

C. Función comunicativa		
Códigos	Subcódigos	Nº de recurrencia de aparición
C1. Funciones que expresan poca relación con el texto	C1.1. Cambia de ritmo.	62
	C1.2. Ajusta a estilo.	93
	C1.3. Suscita emoción.	37
	C1.4. Implica.	55
	C1.5. Motiva.	49

Fuente: Elaboración propia

La *C1. Función que expresa poca relación con el texto*, se debe a que las imágenes y/o el texto ejercen una función más orientada a expresar un efecto agradable (visualidad) en sus elementos, sin que esto necesariamente produzca efectos reales en la comprensión o en la memoria del lector. Estas funciones pretenden crear un ambiente emocional específico diseñado para atraer al lector. En algunos casos se logra fomentar una respuesta emocional a través de la exhibición de contenido o estilo que es especialmente sorprendente o perturbador.

Estas funciones cumplen un papel importante para atraer (*enganchar*) la atención del lector, por tanto, presentan un alto porcentaje de recurrencia debido a que enfatizan y desarrollan una dimensión estética (nuevos estímulos) relacionada a la composición, diseño y estructura sintáctica de los elementos morfológicos con el objeto de implicar o motivar una lectura por parte del espectador.

**Tabla 16. Función comunicativa y funciones que expresan relación**

C. Función comunicativa		
Código	Subcódigos	Nº de recurrencia de aparición
C2. Funciones que expresan relación próxima al texto	<b>C2.1. Reitera.</b>	98
	<b>C2.2. Describe.</b>	86
	<b>C2.3. Delinea.</b>	46
	<b>C2.4. Ejemplifica.</b>	73
	<b>C2.5. Traduce.</b>	85
	<b>C2.6. Organiza.</b>	99
	<b>C2.7. Ubica.</b>	90
	<b>C2.8. Induce perspectiva.</b>	98
	<b>C2.9. Relaciona.</b>	64
	<b>C2.10. Compara.</b>	30
	<b>C2.11. Contrasta.</b>	28
	<b>C2.12. Establece paralelismo.</b>	60
	<b>C2.13. Concentra.</b>	89
	<b>C2.14. Explica.</b>	90
	C2.15. Define.	86

Fuente: Elaboración propia

La C2. *Función que expresa relación próxima al texto*, se debe a que las imágenes y/o el texto van de la mano para la interpretación del mensaje, uno del otro, dependen entre sí para reforzar su significado. Estas funciones en general representan un porcentaje alto de recurrencia debido a que son funciones que implican y determinan diversas estrategias didácticas para difundir y explicar los conocimientos relativos a la ciencia técnica.



Las funciones *C2.1. Reitera*, *C2.2. Describe*, *C2.3. Delinea*, *C2.4. Ejemplifica* y *C2.5. Traduce*, reafirman o refuerzan el significado de la imagen a través del texto, o viceversa.

Las funciones *C2.6. Organiza*, *C2.7. Ubica* y *C2.8. Induce perspectiva*, se refieren a la forma y al orden estructural que adquieren sus elementos (visuales y textuales) con el propósito de dar un valor o jerarquía de importancia a la información.

Las funciones *C2.9. Relaciona*, *C2.10. Compara*, *C2.11. Contrasta* y *C2.12. Establece paralelismo*, se refieren a los procesos destinados a sacar a la luz conceptos contenidos totalmente dentro del texto y los cuales son relacionados a la imagen. Es una manera de hacer explícitos los conceptos destinados a la comparación, al contraste o a establecer una función de paralelismo con el propósito común de complementar el significado de ambos (texto e imagen).

La función *C2.13. Concentra*, se refiere a representar a elementos esenciales (texto e imagen) la información con el propósito de reducir el exceso informativo para facilitar su retención.

Las funciones *C2.14. Explica* y *C2.15. Define*, se refieren a hacer claro o comprensible un tema a tratar, para ello, se emplean definiciones que determinan las cualidades o significados esenciales de algo. Un modo ayuda al otro a complementar el significado.

**Tabla 17. Función comunicativa y funciones que van más allá del texto**

C. Función Comunicativa		
Código	Subcódigos	Nº de recurrencia de aparición
<b>C3. Funciones que van más allá del texto</b>	<b>C3.1. Interpreta.</b>	98
	<b>C3.2. Enfatiza.</b>	99
	<b>C3.3. Documenta.</b>	52
	<b>C3.4. Desarrolla.</b>	82
	<b>C3.5. Compara.</b>	34
	<b>C3.6. Contrasta.</b>	33
	<b>C3.7. Transforma.</b>	95
	<b>C3.8. Alterna progreso.</b>	34
	<b>C3.9. Modela.</b>	96
	<b>C3.10. Modela proceso cognitivo.</b>	41
	<b>C3.11. Modela proceso físico.</b>	39
	<b>C3.12. Inspira.</b>	7

Fuente: Elaboración propia

La *C3. Función que va más allá del texto*, se refiere al desempeño de las imágenes, donde por sí solas tienen la capacidad para incrementar la capacidad cognitiva del lector más allá de lo que el texto puede lograr, por ejemplo, la visualización científica de una célula o una bacteria, o, la visualización de datos en donde se expresan las variaciones de las emisiones de carbono durante los últimos diez años en el mundo. La función del texto en ambos casos no podría suplir la función de la imagen para relevar y poner en evidencia los dos ejemplos.

Las funciones *C3.1. Interpreta*, *C3.2. Enfatiza* y *C3.3. Documenta*, esclarecen e incrementan la percepción de un tema científico en donde la

imagen ocupa una función como medio estratégico para revelar o poner en evidencia el comportamiento de un fenómeno científico o un hecho noticioso relativo a la ciencia.

Las funciones *C3.4. Desarrolla*, *C3.5. Compara* y *C3.6. Contrasta*, destacan puntos de similitud o puntos de diferencia entre imagen y texto fuera del significado original del texto, lo cual añade nueva información (diferentes capas del mensaje). Estas funciones se implican sobre todo cuando se representan analogías o metáforas para explicar un fenómeno. Se usan con menor frecuencia, sin embargo, representa una estrategia muy interesante y enriquecedora para tratar y divulgar temas científicos.

Las funciones *C3.7. Transforma*, *C3.8. Alterna progreso*, *C3.9. Modela*, *C3.10. Modela proceso cognitivo*, *C3.11. Modela proceso físico* y *C3.12 Inspira*, presentan un porcentaje medio de frecuencia debido a que corresponden a la configuración (modelado) y visualización de los conceptos representados en forma concreta para facilitar su recuerdo.

#### **4.4. Conclusiones de la primera fase de análisis de contenido**

En esta primera fase de análisis se concluye señalando que los resultados obtenidos de la primera categoría de estudio (planteamiento informativo) determinan que tal y como lo apunta De Pablos Coello (1991), la infografía periodística tiene capacidad informativa suficiente y sobrada para tener entidad propia, debido a que responde a las clásicas preguntas del periodismo sajón: *qué, quién, cómo, cuándo, dónde, por qué*, etc. Además, los resultados en esta fase de análisis también identifican otro tipo de preguntas que ofrecen una mayor profundidad a las diferentes capas del mensaje informativo tales como: *¿para qué?, ¿cuánto(s)?, ¿con qué? y ¿cuáles?*.

Los resultados cuantitativos procedentes de esta categoría (planteamiento informativo) identifican una pluralidad de respuestas provenientes de los elementos formales que se implican en la estructura informativa de la ICP. Esta diversidad de respuestas compromete distintos enfoques informativos con diferentes orientaciones. Por ejemplo, se identifica

un grupo de infográficos integrado por 45 unidades de muestra (grupo 1) en donde se observa que los elementos formales de su estructura informativa involucran de forma general explicaciones causales relacionadas al comportamiento de los fenómenos o artefactos tecnológicos (acciones comunicativas). Por otro lado, se identifica otro grupo integrado por 21 unidades de muestra (grupo 2) en donde se observa que los elementos formales de su estructura informativa involucran de manera general el análisis de datos estadísticos de múltiples variables concernientes a hechos noticiosos relativos a la ciencia. Y finalmente, se identifica otro grupo integrado por 34 unidades de muestra (grupo 3) en donde se observa que los elementos formales de su estructura informativa involucran ambas orientaciones (grupo 1 y grupo 2).

Las diversas orientaciones informativas que concurren en cada grupo reflejan diversos enfoques informativos que coinciden en algunos aspectos con los planteamientos informativos descritos en la DMCyT desde la situación comunicativa que desempeña el divulgador científico y el periodista científico (Elías, 2008).

Por otro lado, la forma comunicativa (modo de expresión) en las unidades de muestra manifiestan diversos tipos de representación que conllevan a diversos tipos de correspondencia: el primero, se enfoca en la representación de estructuras espaciales físicas que muestran una semejanza con el objeto físico o estructura física que se quiere decir (imágenes icónicas), en consecuencia, adquieren un tipo de correspondencia literal (nivel de iconicidad alto); el segundo, se enfoca en la representación de estructuras espaciales conceptuales en donde lo que se muestra parece defender lo que se entiende por pura convención, no significa por naturaleza, sino por acuerdo y convención (imágenes no icónicas), por lo tanto, se adquiere un tipo de correspondencia arbitraria o convencional. Su interpretación requiere estar familiarizado con las convenciones más o menos arbitrarias; y el tercero, se enfoca en la representación de una estructura espacial híbrida, es decir, representa al mismo tiempo una estructura espacial física y conceptual, por lo tanto, adquieren un tipo de correspondencia literal y convencional (Engelhardt, 2002).

Finalmente, en lo que respecta a las funciones comunicativas en las unidades de muestra también se refleja una gran pluralidad de funciones comunicativas debido a los enfoques informativos que presentan y la profundidad con la que son abordados. Estos pueden resumirse en cuatro principales funciones: el primero, se relaciona a una dimensión estética orientada a atraer la atención del lector a través de la representación de estímulos que pueden suscitar emoción, motivar o implicar al lector en la lectura del infográfico; el segundo, se relaciona a una función explicativa en donde se emplean técnicas y métodos didácticos que buscan reafirmar, reforzar y hacer comprensible la adquisición de un conocimiento; y el tercero, se refiere a una función que persigue amplificar la capacidad cognitiva del lector a través de la interpretación, transformación y modelado de los conceptos representados en donde la función de la imagen va más allá de lo que el texto puede lograr, en forma explícita y concreta para facilitar el recuerdo.

#### **4.5. Resultados y análisis de contenido de la infografía científica de prensa (segunda fase de análisis)**

A partir de los resultados obtenidos de la primera fase de análisis se realizó una segunda etapa de estudio con el propósito de analizar de manera pormenorizada las características, propiedades y modos de actuación de los tres grupos de infográficos señalados con anterioridad. Para ello, se aplicó de nuevo el instrumento de recolección de datos con el objeto de cuantificar y comparar los elementos y componentes que distinguen a cada grupo.

Los resultados que a continuación se presentan expresan de manera particular el porcentaje de recurrencia de los códigos y subcódigos distribuidos en cada grupo de acuerdo con las categorías de estudio predeterminadas (*A. Planteamiento informativo, B. Forma comunicativa y C. Función comunicativa*).

## A. Planteamiento informativo

### A1. Actores

En la siguiente tabla se expresan los porcentajes de recurrencia de los subcódigos distribuidos en cada uno de los grupos con el objeto de comparar los porcentajes y analizar de manera pormenorizada las características y propiedades cualitativas que distinguen a cada grupo.

**Tabla 18. Planteamiento informativo, actores y recurrencia por grupo**

<b>A1. Actores</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
A1.1. Dependencias Gubernamentales de Investigación y Servicios	0 %	18 %	20 %
A1.2. Agencias Espaciales	4 %	4 %	20 %
A1.3 .Sociedad Civil	0 %	22 %	14 %
A1.4. Universidades, centros de investigación e investigadores	9 %	9 %	3 %
A1.5. Científico o especialista en el Tema	27 %	0 %	23 %
A1.6. Organismos Internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas	7 %	31 %	6 %
A1.7. Medios de comunicación (prensa)	0 %	0 %	6 %
A1.8. Compañías o empresas privadas	0 %	0 %	11 %
A1.9. Países	0 %	54 %	30 %
A1.10. Especie o ser vivo	20 %	9 %	9 %
A1.11. No indica actores concretos	47 %	4 %	14 %

Fuente: Elaboración propia

## **Grupo 1**

El *A1. Actores* no suele ser una parte fundamental del relato informativo, puesto que no presenta un porcentaje elevado de recurrencia. En todo caso, cuando este grupo de infográficos involucra actores, se refiere concretamente a cuatro tipos: *A1.5. Científico o especialista*, persona(s) que son señaladas como referencias para fundamentar el relato informativo; *A1.10. Especie o ser vivo*, puede referirse a cualquier cosa que se encuentre dotada de vida; *A1.4. Universidades, centros de investigación e investigadores*, *A1.6. Organismos Internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas* y *A1.2. Agencias espaciales*, son señalados como dirigentes o líderes de un proyecto de investigación sin que su presencia sea un punto clave o esencial para entender el relato informativo del mensaje.

## **Grupo 2**

El *A1. Actores* es una parte fundamental del relato informativo puesto que indica un elevado porcentaje de recurrencia. Además, su presencia es un punto clave o esencial para entender el relato informativo del mensaje. El *A1.9. Países*, son tratados en el relato informativo como actores; el *A1.6. Organismos Internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas* y el *A1.1. Dependencias gubernamentales de investigación y servicios*, no solo son señalados como fuentes, también se involucran en el desarrollo del relato informativo; y el *A1.3. Sociedad civil*, es referida como un conjunto de población sujeta a estudio perteneciente a una región geográfica.

El *A1. Actores* que presentan una baja recurrencia son: *A1.2. Agencias espaciales*, *A1.5. Científico o especialista*, *A1.7. Medios de comunicación* y *A1.10. Especie o ser vivo*.

## **Grupo 3**

El *A1. Actores* es una parte fundamental del relato informativo puesto que no solo presentan un elevado porcentaje de recurrencia, también integra una gran diversidad de tipos y su presencia forma parte importante del contexto

informativo del mensaje. No obstante, debemos señalar que en este grupo no existe una tendencia predominante por algún tipo de actor y, por el contrario, se suele implicar a más de un actor en el relato informativo. Los tipos de actores concretos que presentan un mayor porcentaje de recurrencia son: *A1.9. Países, A1.5. Científico o especialista, A1.1. Dependencias gubernamentales de investigación y servicios, A1.3. Sociedad civil y A1.2. Agencias espaciales.* Por su parte, el *A1. Actores* que presentan una baja recurrencia son: *A1.6. Organismos Internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas; A1.10. Especie o ser vivo, A1.4. Universidades, centros de investigación e investigadores y A1.11. No indica actores.*

## A2. Temporalidad

En la siguiente tabla se expresan los porcentajes de recurrencia de los subcódigos, distribuidos en cada uno de los grupos con el objeto de comparar los porcentajes y analizar de manera pormenorizada las características y propiedades cualitativas que distinguen a cada grupo.

**Tabla 19. Planteamiento informativo, temporalidad y recurrencia por grupo**

A2. Temporalidad	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
A2.1. Atemporal	60 %	0 %	9 %
A2.2. Temporalidad pasado	25 %	0 %	0 %
A2.3. Temporalidad pasado y presente	5 %	76 %	35 %
A2.4. Temporalidad presente	0 %	14 %	30 %
A2.5. Temporalidad presente y futuro	0 %	4 %	3 %
A2.6. Temporalidad pasado, presente y futuro	0 %	4 %	20 %

Fuente: Elaboración propia



### **Grupo 1**

El *A2. Temporalidad* no suele ser una parte fundamental del relato informativo, puesto que no presenta un porcentaje elevado de recurrencia. En todo caso, cuando este grupo hace alusión al tiempo se remonta a tratar fenómenos o hechos ocurridos en el pasado, o en el pasado que anteceden al presente.

### **Grupo 2**

El *A2. Temporalidad* es una parte fundamental del relato informativo, puesto que indica un porcentaje absoluto de recurrencia, donde se hace alusión a tres estados del tiempo: el primero, *A2.3. Temporalidad pasado y presente*, involucra en el relato informativo resultados o reportes de los últimos informes concernientes a hechos o asuntos de interés público relativos a la ciencia, abarcando un período largo de estudio (pasado y presente); el segundo, *A2.4. Temporalidad presente*, involucra en el relato informativo un hecho o hallazgo científico de reciente actualidad (presente); el tercero, *A2.6. Temporalidad pasado, presente y futuro*, involucra en el relato informativo el comportamiento de un fenómeno en el pasado, presente y futuro; y el cuarto, *A2.5. Temporalidad presente y futuro*, involucra en el relato informativo el comportamiento de un fenómeno en el presente y futuro.

El tratamiento informativo que implica más de una temporalidad genera una perspectiva global sobre los hechos noticiosos. Además, denota una verdadera labor de documentación al interpretar una historial de datos que suelen ser usados no solo para argumentar el relato informativo, si no también, para predecir posibles escenarios en el futuro.

### **Grupo 3**

El *A2. Temporalidad* es una parte fundamental del relato informativo puesto que indica un porcentaje elevado de recurrencia y hace alusión a todos los estados del tiempo antes señalados.

### A3. Espacio físico

En la siguiente tabla se expresan los porcentajes de recurrencia de los subcódigos distribuidos en cada uno de los grupos con el objeto de comparar los porcentajes y analizar de manera pormenorizada las características y propiedades cualitativas que distinguen a cada grupo.

**Tabla 20. Planteamiento informativo, espacio físico y recurrencia por grupo**

A3. Espacio físico	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
A3.1. Espacio físico que determina una región geográfica	69 %	100 %	91 %
A3.2. Espacio físico que determina una región perteneciente a un cuerpo relacionado a un ser vivo u objeto	31 %	0 %	23 %
A3.3. Espacio físico que no determina ningún tipo de región señalada	11 %	0 %	0 %

Fuente: Elaboración propia

#### Grupo 1

El código *A3. Espacio físico* es una parte fundamental del relato informativo puesto que presenta un porcentaje elevado de recurrencia el subcódigo *A3.1. Espacio físico que determina una región geográfica*, el cual involucra en el relato informativo el lugar donde se desarrolló o sucedió un fenómeno o hecho de relevancia científica.

El subcódigo *A3.2. Espacio físico que determina una región perteneciente a un cuerpo relacionado a un ser vivo u objeto*, involucra en el relato informativo una región que forma parte de una estructura perteneciente a

un cuerpo relacionado a un ser vivo u objeto, donde se puntualiza y detallan características y /o explicaciones relacionadas a su funcionamiento.

El subcódigo *A3.3. Espacio físico que no determina ningún tipo de región señalada*, no acentúa un espacio físico concreto, debido a que centra el relato informativo en la explicación de los fenómenos sin que el espacio físico, sea un factor determinante para la comprensión del mensaje, por ejemplo, la explicación de la teoría de la relatividad.

## **Grupo 2**

El código *A3. Espacio físico* es una parte fundamental del relato informativo en este grupo, puesto que presenta un porcentaje absoluto de recurrencia en el subcódigo *A3.1. Espacio físico que determina una región geográfica*. Las características de las regiones geográficas se encuentran sobre todo delimitados por aspectos geopolíticos.

## **Grupo 3**

El código *A3. Espacio físico* es una parte importante del relato informativo puesto que presenta un porcentaje alto de recurrencia. En este grupo, se involucra en el relato informativo todos los espacios físicos antes señalados. Es susceptible de implicar, al mismo tiempo, dos tipos de espacios físicos.

## **A4. Acción comunicativa**

En la siguiente tabla se expresan los porcentajes de recurrencia de de los subcódigos distribuidos en cada uno de los grupos con el objeto de comparar los porcentajes y analizar de manera pormenorizada las características y propiedades cualitativas que distinguen a cada grupo.

**Tabla 21. Planteamiento informativo, acción comunicativa y recurrencia por grupo**

<b>A4. Acción comunicativa</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
A4.1. Explicaciones causales que describen las características, propiedades o elementos que distinguen un fenómeno, objeto, artefacto tecnológico	51 %	0 %	38 %
A4.2. Describe personalidad, rasgos peculiares, aportaciones, y/o descubrimiento de investigadores y/o científicos	4 %	0 %	0 %
A4.3. Plantea posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno	20 %	5 %	15 %
A4.4. Explicaciones causales que implican procesos relacionados a un fenómeno científico	42 %	0 %	34 %
A4.5. Explicaciones causales que implican procesos relacionados al funcionamiento de un objeto o artefacto tecnológico	11 %	0 %	11 %
A4.6 Analiza datos estadísticos de múltiples variables concernientes al comportamiento de un fenómeno relativo a la ciencia	0 %	100 %	30 %
A4.7. Analiza datos que miden el comportamiento de un fenómeno científico relativo a su frecuencia, velocidad, tiempo, distancia, temperatura, etc.	16 %	0 %	9 %
A4.8. Analiza relaciones, vínculos o variaciones de comportamiento de un fenómeno	2 %	10 %	15 %

Fuente: Elaboración propia

## **Grupo 1**

El código *A4. Acción comunicativa* involucra primordialmente tres tipos de subcódigos: el *A4.1. Explicaciones causales que describen las características, propiedades o elementos que distinguen un fenómeno, objeto, artefacto tecnológico*, el *A4.4. Explicaciones causales que implican procesos relacionados a un fenómeno científico* y el *A4.5. Explicaciones causales que implican procesos relacionados al funcionamiento de un objeto o artefacto tecnológico*.

A estas tareas se suman otro tipo de acciones comunicativas (no se abordan de manera aislada) que soportan y complementan las explicaciones causales: *A4.7. Analiza datos que miden el comportamiento de un fenómeno científico relativo a su frecuencia, velocidad, tiempo, distancia, temperatura, etc.*, *A4.3. Plantea posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno* y, *A4.8. Analiza relaciones, vínculos o variaciones de comportamiento de un fenómeno*. En el primero, se involucra en el relato informativo la actuación de los fenómenos científicos expresando datos de medición relacionados a su frecuencia, velocidad, tiempo, distancia, temperatura, entre otros. En el segundo, se involucra en el relato informativo supuestos teóricos o casos hipotéticos que generan posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno ocurrido en el pasado o abordado de manera atemporal; y en el tercero, se involucra en el relato informativo resultados y/o hallazgos científicos que enfatizan los vínculos o relaciones encontradas entre más de dos variables.

El *A4.2. Describe personalidad, rasgos peculiares, aportaciones, y/o descubrimiento de investigadores y/o científicos*, es un tipo de infográfico obituario, no es común, sin embargo, presenta características peculiares que hacen atractivo el relato informativo a través del uso de caricaturas que representan personajes y notas curiosas personificadas a través del despiece de textos. No implican explicaciones causales, si no más bien, difundir o conmemorar la vida de un científico.

## **Grupo 2**

El código *A4. Acción comunicativa* involucra primordialmente el subcódigo *A4.6 Analiza datos estadísticos de múltiples variables concernientes al comportamiento de un fenómeno relativo a la ciencia*. El fin que mayoritariamente se persigue es la visualización de datos con el propósito de identificar tendencias, constantes y/o patrones que amplían la capacidad cognitiva del lector más allá de lo que por sí solo el lector podría asimilar. A esta tarea (acción comunicativa), en ocasiones se le suma el *A4.3. Plantea posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno y/o el A4.8. Analiza relaciones, vínculos o variaciones de comportamiento de un fenómeno* (ambas acciones no se abordan de manera aislada).

## **Grupo 3**

El código *A4. Acción comunicativa* involucra casi todos los tipos de acciones comunicativas descritas con anterioridad (a excepción del subcódigo *A4.2. Describe personalidad, rasgos peculiares, aportaciones, y/o descubrimiento de investigadores y/o científicos*). No obstante, los subcódigos que expresan un mayor porcentaje de recurrencia son: *A4.4. Explicaciones causales que implican procesos relacionados a un fenómeno científico*, *A4.1. Explicaciones causales que describen las características, propiedades o elementos que distinguen un fenómeno, objeto, artefacto tecnológico* y *A4.6 Analiza datos estadísticos de múltiples variables concernientes al comportamiento de un fenómeno relativo a la ciencia*. El tratamiento informativo en este grupo implica más de una acción comunicativa.

## **A5. Fuentes de documentación**

En la siguiente tabla se expresan los porcentajes de recurrencia de los subcódigos distribuidos en cada uno de los grupos con el objeto de comparar los porcentajes y analizar de manera pormenorizada las características y propiedades cualitativas que distinguen a cada grupo.

**Tabla 22. Planteamiento informativo, fuentes de documentación y recurrencia por grupo**

<b>A5. Fuentes de Documentación</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
A5.1. Universidades, centros de investigación e investigadores, academias de ciencia	40 %	10 %	30 %
A5.2. Científico especialista	28 %	0 %	17 %
A5.3. Libros, enciclopedias o manuales especializados, revistas o sitios web	20 %	0 %	7 %
A5.4. Artículo de revista científica	10 %	0 %	7 %
A5.5. Agencias espaciales	8 %	20 %	27 %
A5.6. Dependencias gubernamentales de investigación y servicios	14 %	55 %	37 %
A5.7. Empresas privadas	4 %	15 %	13 %
A5.8. Organismos Internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas así como los de carácter intergubernamental	12 %	45 %	20 %
A5.9. Agencias de noticias	0 %	0 %	3 %
A5.10. Medios de comunicación	0 %	0 %	3 %

Fuente: Elaboración propia

### **Grupo 1**

El código *A5. Fuentes de documentación* presenta un elevado porcentaje de recurrencia a través de los siguientes subcódigos:

*A5.1. Universidades, centros de investigación e investigadores, academias de ciencia, etc.* Algunos ejemplos a destacar son: la Universidad de Birmingham, el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), la Universidad de

California de San Diego, la Universidad Stanford, la Universidad de Michigan, la Universidad de Nuevo Hampshire, la Universidad de California en Santa Cruz (UCSC), la Universidad Carnegie Mellon, la Universidad Nacional de Irlanda (UCC), la Universidad Emory, la Universidad Estatal de Kent, Universidad de Virginia, la Universidad de Harvard, la Universidad de Maryland, la Universidad Rockefeller, entre otros.

*A5.2. Científico especialista*, estas fuentes se obtienen, sobre todo, a través de entrevistas, donde se registra el nombre del científico o especialista, la fecha y el año en que se realizó la entrevista o, en su defecto, solo se registra el nombre del científico quien realizó recopilaciones y sirvieron como fuentes de documentación. En otros casos, se registra el nombre del científico o especialista y se describe una reseña sobre él relacionada a su campo de especialización, premios o reconocimientos adquiridos y la universidad para la que trabaja. Cuando la fuente de documentación solo registra el nombre de un científico o especialista, se deduce que todo el tratamiento de la información en el infográfico proviene de la interpretación realizada por él.

*A5.3. Libros, enciclopedias o manuales especializados, revistas o sitios web*. Algunos ejemplos a destacar son: la Enciclopedia de la Climatología Mundial; W. Gruber “Increíblemente Fácil: Física para todos los días” (libro); D.M. Krone: “Krones Pequeños Manual de Vuelo de Papel” (manual). John Kirkuk: “La Evolución de los Instrumentos Quirúrgicos” (libro), entre otros más.

*A5.6. Dependencias gubernamentales de investigación y servicios*. Algunos ejemplos a destacar son: el Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva, el Laboratorio Nacional de Brookhaven (BNL), el Centro Nacional de Predicción Ambiental (NCEP), el Laboratorio de Investigación del Sistema Terrestre (ESRL), entre otros.

*A5.8. Organismos Internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas así como los de carácter intergubernamental*. Algunos ejemplos a destacar son: la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), el Observatorio Satelital de los Bosques de África Central (OSFAC),



el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), la Sociedad de Conservación de la Vida Silvestre (WCS), entre otros.

*A5.4. Artículo de revista científica.* Se refieren, sobre todo, a las revistas científicas especializadas (peer-reviewed scientific journal) como: el Diario de Biología Experimental, la Serie de Progreso de la Ecología Marina, Nature, Science, entre otras. Las fuentes de documentación registran el título del artículo científico, el nombre de la revista, el volumen, número, fecha y año en que se llevó a cabo la publicación del artículo.

*A5.7. Empresas privadas,* representan un porcentaje bajo de recurrencia y cuando se citan son, por lo regular, empresas fabricantes de objetos o artefactos tecnológicos tales como empresas relacionadas a la fabricación de dispositivos médicos, a la industria de la iluminación, entre otros.

*A5.5. Agencias espaciales,* presentan un porcentaje bajo de recurrencia y cuando se citan hacen referencia principalmente a la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA), la Agencia Espacial Europea (ESA), el Centro Espacial Alemán (DLR).

## **Grupo 2**

El código *A5. Fuentes de documentación* presenta un elevado porcentaje de recurrencia a través de los siguientes subcódigos:

*A5.6. Dependencias gubernamentales de investigación y servicios.* Algunos ejemplos a destacar son: el Centro Nacional de Datos sobre Nieve y Hielo (NSIDC), el Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO), el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), la Administración de Información Energética (EIA), el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC), el Observatorio de Hong Kong, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), el Departamento Nacional de Salud de Sudáfrica, el Instituto Nacional del Cáncer (NCI), el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), entre otros.

*A5.8. Organismos Internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas así como los de carácter intergubernamental.* Algunos

ejemplos a destacar son: el Explorador de Datos Climáticos (CAIT), Mediciones Globales de Hielo Terrestre desde el Espacio (GLIMS), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización Mundial de la Salud (OMS), Banco Mundial (WB), Fondo Monetario Internacional (FMI), Instituto de Recursos Mundiales (WRI), Panthera (Organización Mundial dedicada a la conservación de gatos salvajes), entre otros.

*El A5.5. Agencias espaciales (NASA, ESA, DLR, etc.) y el A5.7. Empresas privadas,* presentan un porcentaje medio de recurrencia. En esta última fuente, se relacionan empresas reaseguradas para documentar informes de riesgos (Münchener Rück); compañías dedicadas a la explotación de “Tierras Raras” en el mundo (HEFA), las cuales también cuentan con informes en la materia, entre otros.

El subcódigo *A5.1. Universidades, centros de investigación e investigadores, academias de ciencia, etc.,* presenta un porcentaje bajo de recurrencia. Algunos ejemplos a destacar son: Duke University, Land Cover Product y Boston University.

### **Grupo 3**

El código *A5. Fuentes de documentación* engloba todas las fuentes citadas con anterioridad y, por lo regular, se implican más de dos fuentes de documentación. A esto se debe agregar que, en este grupo, es donde se registran el *A5.10. Medios de comunicación* y el *A5.9. Agencias de noticias*.

## *B. Forma comunicativa*

### **B1. Objetos textuales**

En la siguiente tabla se expresan los porcentajes de recurrencia de los subcódigos distribuidos en cada uno de los grupos con el objeto de comparar los porcentajes y analizar de manera pormenorizada las características y propiedades cualitativas que distinguen a cada grupo.

**Tabla 23. Forma comunicativa, objetos textuales y recurrencia por grupo**

<b>B1. Objetos Textuales</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
B1.1. Título	100 %	100 %	100 %
B1.2. Subtítulo	16 %	25 %	47 %
B1.3. Sumario	76 %	90 %	80 %
B1.4. Etiquetas de texto vinculadas a la imagen	100 %	100 %	100 %

Fuente: Elaboración propia

### **Grupo 1**

El *B1.1. Título*, presenta el asunto o tema a tratar de manera generalizada y condensada. La pregunta de investigación a la que suele contestar es al *qué* y no suele sobrepasar más de 10 palabras.

El *B1.1. Título*, presenta diversas formas en las que expresa el asunto o tema a tratar. Por ejemplo, puede denotar procesos o acciones relacionados al comportamiento de un fenómeno o ser vivo u objeto o artefacto tecnológico: ‘Un radical corriente en chorro libera un tiempo extremo’, ‘Estocada de alimentación’ y ‘Cómo construir un robot serpiente’; pueden conducir a un lugar físico por las características que distinguen: ‘Una Mirada al Interior del Núcleo de la Luna Fundida’, ‘Arrecifes Monumentales de Australia’ y ‘Conduciendo a una parte de las Galaxias’; puede implicar metáforas relacionadas con algún suceso o fenómeno científico: ‘Un Mundo de Juego’, ‘Sacudiendo la tela del Universo’ y ‘Cazadores de Ecos’; también puede expresar resultados relacionados a un hallazgo o fenómeno científico: ‘La Diferencia es del 1 %’, ‘Mapeo de los Desórdenes Humanos’ y ‘La Masa de la Tierra Clasificada por tipo de Paisaje’; puede implicar el nombre de algún científico destacado: ‘¿Quién fue realmente Einstein’ y ‘Marie Curie, más allá de la ciencia’; pueden implicar sucesos o acontecimientos ocurridos en el pasado que se relacionan a un fenómeno científico: ‘El surgimiento de los mamíferos’, ‘Cómo era Europa’ y

‘Una historia formada por fuerzas oscuras’; o puede expresar características distintivas que se relacionan a una especie o ser vivo, fenómeno, objeto o artefacto tecnológico: ‘Guepardos, diseñados para correr’ y ‘Los Deslizadores Perfectos’, entre otros más.

El *B1.2. Subtítulo*, se emplea en menor proporción y se utiliza principalmente para cumplir con un rol informativo que complementa el *B1.1. Título*, a través de una descripción textual más específica del asunto a tratar.

La pregunta periodística a la que suele contestar el *B1.2. Subtítulo* es otra vez al *qué*, de ahí se pueden anexar detalles como *dónde*, *quién(es)*, *cómo* y *para qué*. Por tanto, cumple con una función reiterativa; de un asunto general que expresa el *B1.1. Título*, el *B1.2. Subtítulo* designa detalles generales como el lugar, el método utilizado para llegar a un fin y/o la utilidad por la que se lleva a cabo.

Por ejemplo, el *B1.1. Título* expresa los resultados de un hallazgo científico de manera abstracta: ‘La Diferencia es del 1%’, el *B1.2. Subtítulo* complementa la información: ‘Las comparaciones del genoma revelan resultados sobre las diferencias que distinguen al *Homo sapiens* de sus parientes’. El *B1.1. Título* expresa sucesos ocurridos en el pasado relacionados a un fenómeno científico: ‘El surgimiento de los mamíferos’, el *B1.2. Subtítulo* complementa la información: ‘La vida en la cuenca de Bighorn, Wyoming’. El *B1.1. Título* expresa características distintivas que se relacionan a un ser vivo, fenómeno, objeto o artefacto tecnológico: ‘Guepardos, diseñados para correr’, el *B1.2. Subtítulo* complementa la información: ‘Una aceleración récord, más que la velocidad punta, convierte al felino en un gran cazador’.

El *B1.2. Subtítulo* en este grupo, implica un tipo de interpretación más literal que el *B1.1. Título*, esto se debe a que ofrece información más detallada y concreta. La cantidad de palabras se encuentra entre 8 y 15 palabras.

El *B1.3. Sumario* es empleado en la mayoría de los casos debido a que cumple con un rol informativo clave para entender el contexto informativo de las imágenes. El *B1.3. Sumario*, designa un relato basado en una historia científica que puede girar alrededor de una expedición, experimento de laboratorio,

hallazgo o fenómeno científico. La amplitud del *B1.3. Sumario* puede variar dependiendo de la complejidad de la historia y del asunto a tratar. El rango de número de palabras contabilizadas es de 24 a 240 palabras.

Las preguntas periodísticas a las que responde el *B1.3. Sumario* varía en función de la historia y de lo que se pretenda resaltar, no obstante, las respuestas periodísticas a las que más contesta son al *qué, quién(es), dónde, cuándo, cómo, con qué, para qué, cuánto(s) y porqué.*

El *B1.4. Etiquetas de texto*, responden en concreto a descripciones que complementan y apoyan el significado de las imágenes, sin ellas, su interpretación sería muy ambigua. En este grupo, el *B1.4. Etiquetas de texto* son muy recurrentes, debido a que integra en el relato informativo más explicaciones y descripciones que otros grupos. Las preguntas de investigación a las que más responde son al *cómo, por qué, cuáles, cuánto(s), quién(es), dónde y con qué.*

El *B1.4. Etiquetas de texto* pueden adquirir diversos tipos de formatos como rótulos, tablas, listas, encabezados y cajas de texto. Los rótulos son letreros que señalan o indican de forma concreta el nombre de lo que se describe en la imagen; las tablas de texto se utilizan para facilitar la organización y clasificación de diversas variables o datos a tratar vinculados a la imagen con el propósito de facilitar su lectura; las listas se utilizan también para organizar información que integra conceptos concretos y análogos entre sí, pueden o no estar numerados.

Cuando las listas no se encuentran numeradas es porque integran viñetas de colores que pueden vincularse semánticamente a los colores representados en la imagen; cuando se encuentra numeradas suelen desempeñar el mismo rol semántico solo que, en lugar de utilizar códigos de colores, utilizan números vinculados a la imagen. Los encabezados y cajas de texto representan cuerpos de texto que amplían y dan una mayor profundidad a las diferentes capas del mensaje, su propósito es complementar el significado de las imágenes.

## Grupo 2

El *B1.1. Título* en este grupo (designa el asunto o tema a tratar) es más concreto que en el grupo anterior, debido a que no sobrepasa más de 6 palabras. La mayoría de estos títulos expresan hechos noticiosos de impacto social relativos a la ciencia: 'Chapucea en el túnel de Asse', 'Contando calorías', 'Cómo el DDT ayudó a frenar una epidemia', 'Riesgo!', '¿Quién puede conseguir un desarrollo limpio?', 'Tiempo loco', 'Falsas esperanzas', 'El Perfil de la contaminación', 'Los patrones de lluvia', 'Fiebre de primavera', 'Una retirada de hielo global', 'Nuestro cosmos lleno de gente', 'Una sorpresa en los gases de efecto invernadero', 'Once hombres en el espacio', 'Basura en el espacio', etc.

El *B1.2. Subtítulo* se emplea en menor proporción, no obstante, se utiliza principalmente para cumplir con un rol informativo que complementa al título, sobre todo, cuando este se expresa de forma muy concreta y con cierta ambigüedad: 'Agua Adentro, Agua Afuera' (título), 'Gran parte de los recursos para mantener la vida se comercializan a través de las fronteras nacionales' (subtítulo); 'Falsas Esperanzas' (título), 'La tasa de aumento de la temperatura mundial puede haber alcanzado una meseta, pero una crisis climática aún se cierne en un futuro próximo' (subtítulo); '¿Quién puede conseguir un desarrollo limpio?' (título), 'Para enriquecerse varios países emergentes aumentan su contaminación. Esto es inevitable' (subtítulo); 'Chapucea en el Túnel de Asse' (título), 'Fugas inestables y muy controvertida en la antigua mina de Asse tienen más de 100.000 barriles de residuos nucleares' (subtítulo); 'Una sorpresa en los Gases de Efecto Invernadero' (título), 'Per cápita, mayores emisores de carbono del mundo son países pequeños' (subtítulo); 'Fiebre de primavera' (título), 'Una nueva temporada del Nilo Occidental, Lyme y el dengue ha comenzado' (subtítulo); 'Basura en el espacio' (título), 'Los escombros en órbita están aquí para quedarse' (subtítulo).

Las preguntas periodísticas a las que responde el *B1.2. Subtítulo* es al *qué, dónde, cuánto* y *cómo*. Los subtítulos presentan un planteamiento

informativo noticioso y de interpretación literal debido a que ofrecen información detallada y concreta. No suelen sobre pasar más de 12 palabras.

El *B1.3. Sumario* se emplea en la mayoría de los casos debido a que cumplen un rol informativo clave para entender el contexto informativo de las imágenes. Los sumarios designan un relato basado en una historia relacionada a un hecho noticioso de interés científico y de impacto social.

La amplitud del *B1.3. Sumario* puede variar dependiendo de la complejidad de la historia y del asunto a tratar. El rango de palabras contabilizadas es de 37 a 404 palabras. Las preguntas periodísticas a las que suelen contestar varían en función de la historia y de lo que se pretenda resaltar, no obstante, las más representativas son: *qué, quién(es), dónde, cuándo, cómo, cuánto(s) y porqué.*

El *B1.4. Etiquetas de texto*, son descripciones que complementan y apoyan el significado de las imágenes. En este grupo, se utilizan menos etiquetas debido a que los textos no implican a gran escala explicaciones causales vinculadas a la imagen. Los diversos formatos (rótulos, tablas, listas, encabezados y cajas de texto, etc.) señalados y descritos con anterioridad, cumplen con el mismo rol funcional dentro de la imagen. Las preguntas de investigación a las que más responden son al *cómo, por qué, cuánto(s), quién(es) y dónde.*

### **Grupo 3**

El *B1.1. Título* es concreto y no sobrepasa más de ocho palabras. La mayoría de estos expresan hechos noticiosos relativos a la ciencia de impacto social pero con un nivel de mayor espectacularidad en su expresión, por ejemplo: 'La zona muerta', 'Una super tormenta en el 2100', 'Gigantes del océano', 'A la deriva en estático', 'Cómo llega el mercurio a nuestro cuerpo', 'Existen planetas en todos lados', 'La Antártida socavada', 'Mirando el interior de un huracán', 'Gigante dormido', 'El juego de las bacterias', 'Nueva protección contra el SIDA', 'Los vuelos espaciales humanos', 'Las manchas y tormentas solares', '400 años después de Galileo, nacen los Megatelescopios',

‘Una extraña nave al espacio’, ‘De África a Astoria a través de todo el mundo’, etc.

El *B1.2. Subtítulo*, también se utiliza para complementar al *B1.1. Título*, sobre todo cuando este no ofrece suficiente información para saber cuál es el asunto a tratar. Algunos ejemplos a destacar son: ‘Gigantes del océano’ (título), ‘¿Dónde y cómo vienen las olas de 10 metros?, Un peligro para los barcos y plataformas’ (subtítulo); ‘A la deriva en estático’ (título), ‘Una creciente ola de ruido artificial está perturbando la vida de los animales’ (subtítulo); ‘El juego de las bacterias’ (título), ‘Un análisis del polvo revela cómo la presencia de los hombres, mujeres, perros y gatos afecta a la variedad de bacterias en un hogar’ (subtítulo); ‘Nueva protección contra el SIDA’ (título), ‘El tratamiento temprano de un cóctel de medicamentos puede reducir el riesgo de propagación de enfermedades’ (subtítulo); ‘Existen planetas en todos lados’ (título), ‘Búsquedas sistemáticas están revelando una plenitud de mundos’ (subtítulo); ‘400 años después de Galileo, nacen los Megatelescopios’ (título), ‘Una nueva generación de observatorios gigantes esta en construcción. Brasil tiene que decidir si quiere ser parte de la próxima revolución astronómica’ (subtítulo); ‘Tridimensional al Natural’ (título), ‘Cómo funcionan los dispositivos 3D sin gafas’ (subtítulo); ‘Una extraña nave al espacio’ (título), ‘Un millonario y la aviación genio se unen para construir el avión más grande del mundo. El objetivo es llevar carga de personas fuera de la tierra’ (subtítulo); ‘De África a Astoria a través de todo el mundo’ (título), ‘El ADN de un solo crisol de Nueva York registra las migraciones prehistóricas que poblaron el planeta’ (subtítulo).

Las preguntas periodísticas a las que responde el *B1.2. Subtítulo* en este grupo, presenta una mayor diversidad de respuestas y su amplitud no sobrepasa más de 16 palabras.

El *B1.3. Sumario* cumple un rol informativo que designa un relato basado en una historia relacionada a un hecho noticioso de interés científico y de impacto social. El argumento que se utiliza compromete explicaciones extensas y profundas de los hechos noticiosos. Las historias giran alrededor de temas relacionados a la tecnología y al funcionamiento de los artefactos tecnológicos;



medioambiente y catástrofes naturales; salud y medicina; expediciones o descubrimientos espaciales. Su amplitud es muy diversa y varia dependiendo de la complejidad de la historia y del asunto a tratar. El rango de palabras contabilizadas es de 28 a 290 palabras. Las preguntas periodísticas a las que responden son: *qué, quién(es), dónde, cuándo, cómo, cuánto(s), para qué y porqué.*

El *B1.4. Etiquetas de texto* cumple con las mismas funciones y formatos señalados con anterioridad (rótulos, tablas, listas, encabezados y cajas de texto, etc.). Su uso es muy recurrente debido a que integran en el relato informativo explicaciones y descripciones vinculadas a la imagen.

## **B2. Objetos gráficos**

En la siguiente tabla se expresan los porcentajes de recurrencia de los subcódigos distribuidos en cada uno de los grupos con el objeto de comparar los porcentajes y analizar de manera pormenorizada las características y propiedades cualitativas que distinguen a cada grupo. El porcentaje de distribución de cada uno de los objetos gráficos fue dividido entre los valores absolutos encontrados en cada uno de los grupos: *B2.1. Dibujo esquemático (44), B2.2. Ilustración (49), B2.3. Caricatura (5), B2.4. Fotografía (19), B2.5. Mapa raster (5), B2.6. Diagrama (8), B2.7. Mapa vectorial (18), B2.8. Imagen sintética (27), B2.9. Gráfico de escala de medición (18), B2.10. Gráfico estadístico (18), y B2.11. Mapas estadístico (5).*

**Tabla 24. Forma comunicativa, objetos gráficos y recurrencia por grupo**

<b>B2. Objetos Gráficos</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
B2.1. Dibujo esquemático	38 %	5 %	59 %
B2.2. Ilustración	69 %	0 %	44 %
B2.3. Caricatura	2 %	0 %	7 %
B2.4. Fotografía	12 %	0 %	32 %
B2.5. Mapa raster	13 %	0 %	3 %
B2.6. Diagrama	13 %	0 %	15 %
B2.7. Mapa vectorial	16 %	14 %	15 %
B2.8. Imagen sintética	26 %	0 %	41 %
B2.9. Gráfico de escala de medición	20 %	0 %	26 %
B2.10. Gráfico estadístico	2 %	100 %	30 %
B2.11. Mapa estadístico	0 %	24 %	0 %

Fuente: Elaboración propia

### **Grupo 1**

El código *B2. Objetos gráficos*, son aquellos que tienden a representar estructuras espaciales que expresan estructuras de espacios físicos, como una región geográfica, un objeto, un ser vivo, entre otros. Estas estructuras conllevan a un tipo de correspondencia literal, debido a que lo que se muestra está basado en la semejanza con el objeto físico o estructura física que se quiere decir (Engelhardt, 2002). El *B2.2. Ilustración*, es uno de los recursos de mayor porcentaje de recurrencia, en gran parte porque es un tipo de representación figurativa (pictórica) con una gran capacidad de registro para

mostrar la apariencia externa o interna de un objeto o ser vivo con gran precisión.

Las técnicas de representación empleadas en el subcódigo *B2.2. Ilustración*, pueden variar, combinarse y solaparse. A continuación se destacan algunas de ellas:

- *la técnica de transparencia*, se utiliza para dejar ver lo que hay adentro de un cuerpo u objeto. En la mayoría de los casos se resaltan únicamente los elementos que son considerados como más importantes (véase figura 55);
- *la técnica de simultaneidad*, enfrenta de manera paralela diversos elementos visuales que son dignos de comparación, por ejemplo, cuando se quiere representar una clasificación de diferentes tipos de objetos o especies (véase figura 56);. También se utiliza para escenificar una acción en la que intervienen de manera paralela diversos elementos como detonadores de un fenómeno;
- *la técnica de corte transversal*, simula la disección de un cuerpo u objeto para dejar ver de manera detallada la estructura interna de un cuerpo u objeto;
- *la técnica de acción*, escenifica un proceso relacionado a un fenómeno científico donde se sigue una ruta o cometido por cumplir, la imagen se puede dividir en varias fases para remarcar diferentes tiempos. Se utiliza sobre todo cuando se estudia el comportamiento físico de un fenómeno o especie determinado por ciertas condiciones (véase figura 57);
- *la técnica de lupa*, se utiliza para visualizar y agrandar algún detalle concreto perteneciente a la estructura física de una región geográfica, objeto, cuerpo o fenómeno y;
- *la técnica de fragmento*, se utiliza para centrar solo la atención en los detalles de una parte o elemento que pertenece a algo.

El B2.1. Dibujo esquemático continúa con un porcentaje elevado de recurrencia en este grupo, y al igual que las *ilustraciones*, tienden a representar imágenes que integran rasgos figurativos esenciales de un objeto o ser vivo con el objeto de destacar los aspectos que hacen referencia explícita a un significado. A pesar de que no representan imágenes con una gran capacidad pictórica, reflejan una gran semejanza con el objeto o estructura física de un lugar o región, por lo tanto, también se pueden aplicar las mismas técnicas de representación señaladas con anterioridad (véase figura 58).

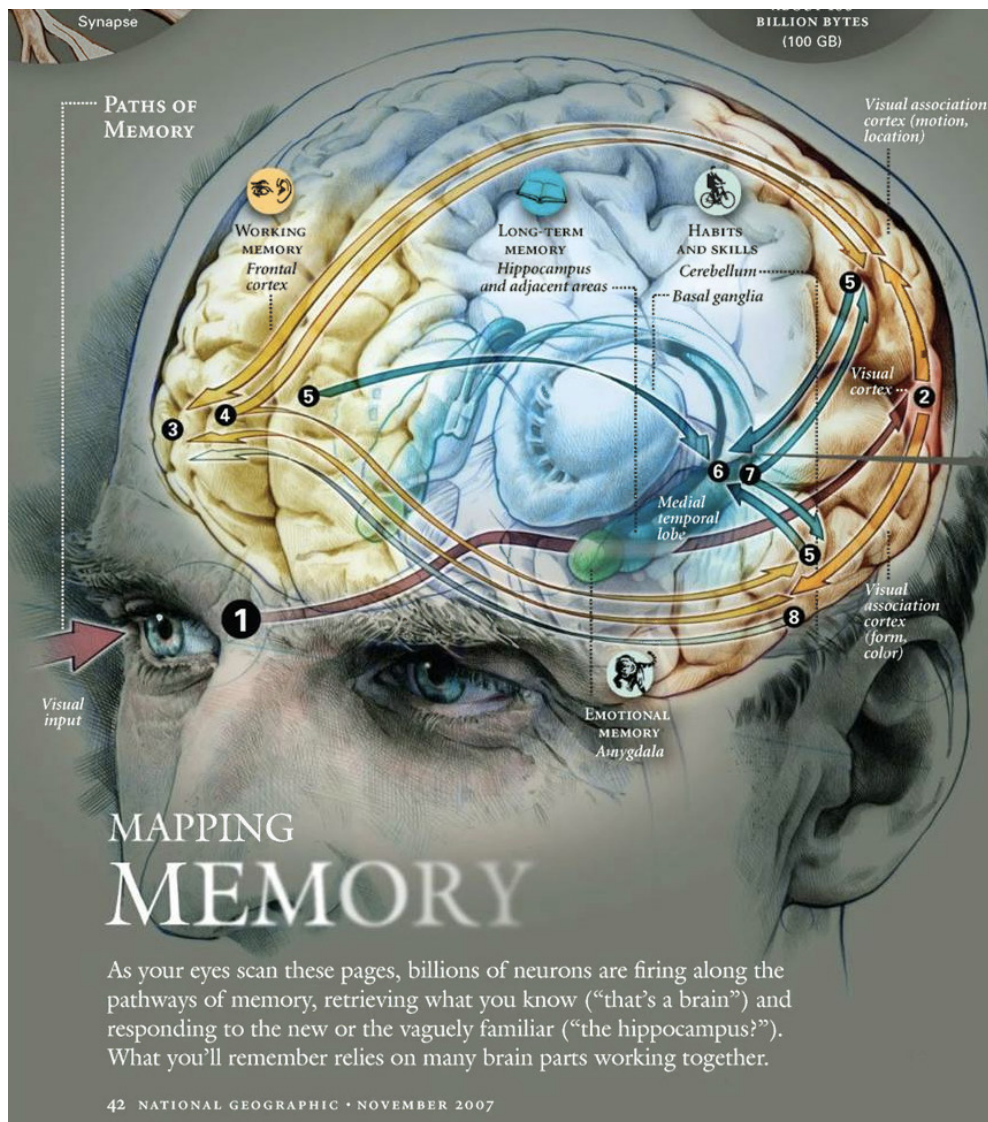


Figura 55. Ilustración que utiliza la técnica de representación de transparencia. Fragmento del infográfico 2.1 NG 07

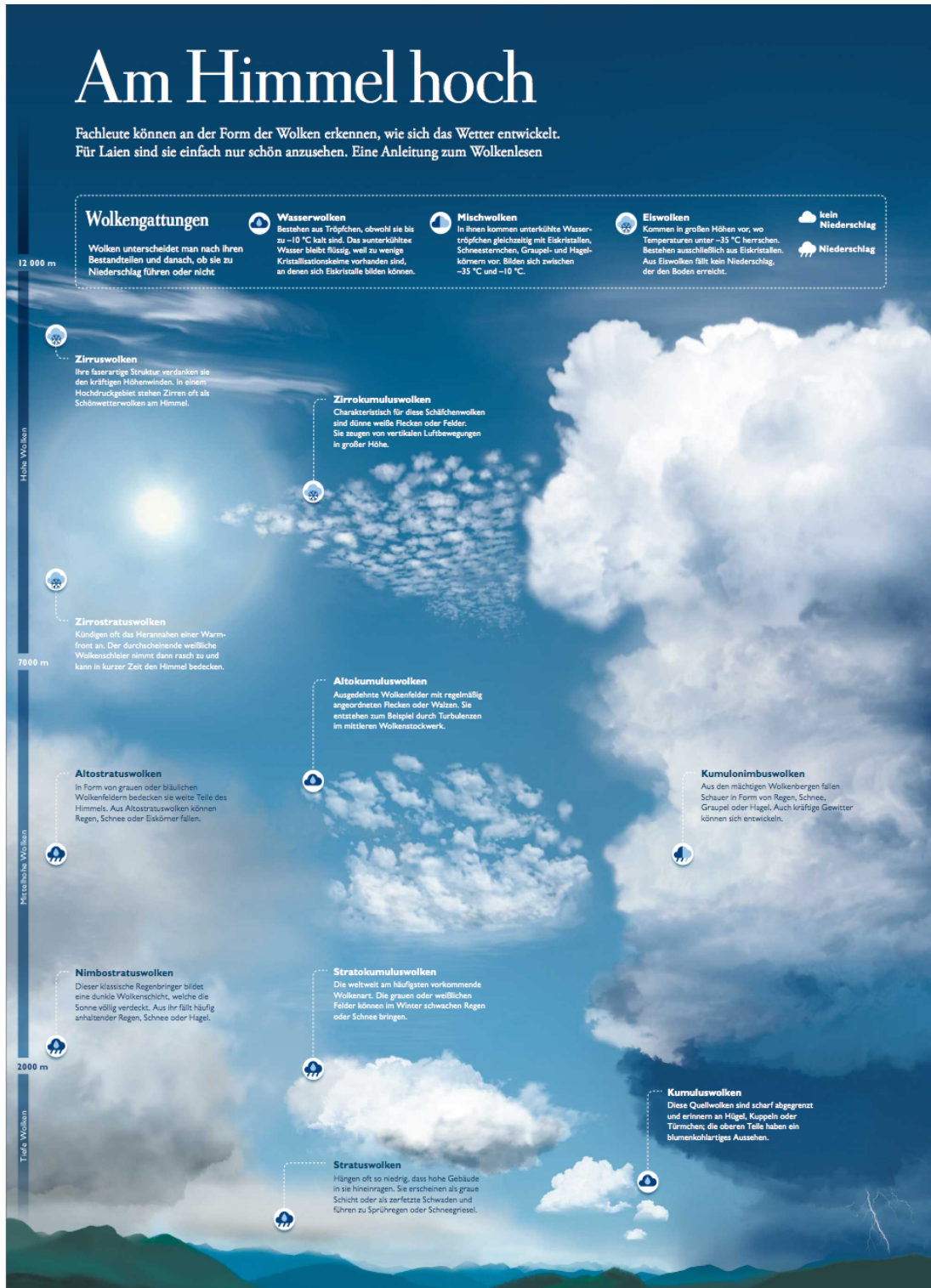


Figura 56. Ilustración que combina diversas técnicas de representación (transparencia, fragmento y acción Infográfico). Fragmento del infográfico 2.16 NG 12

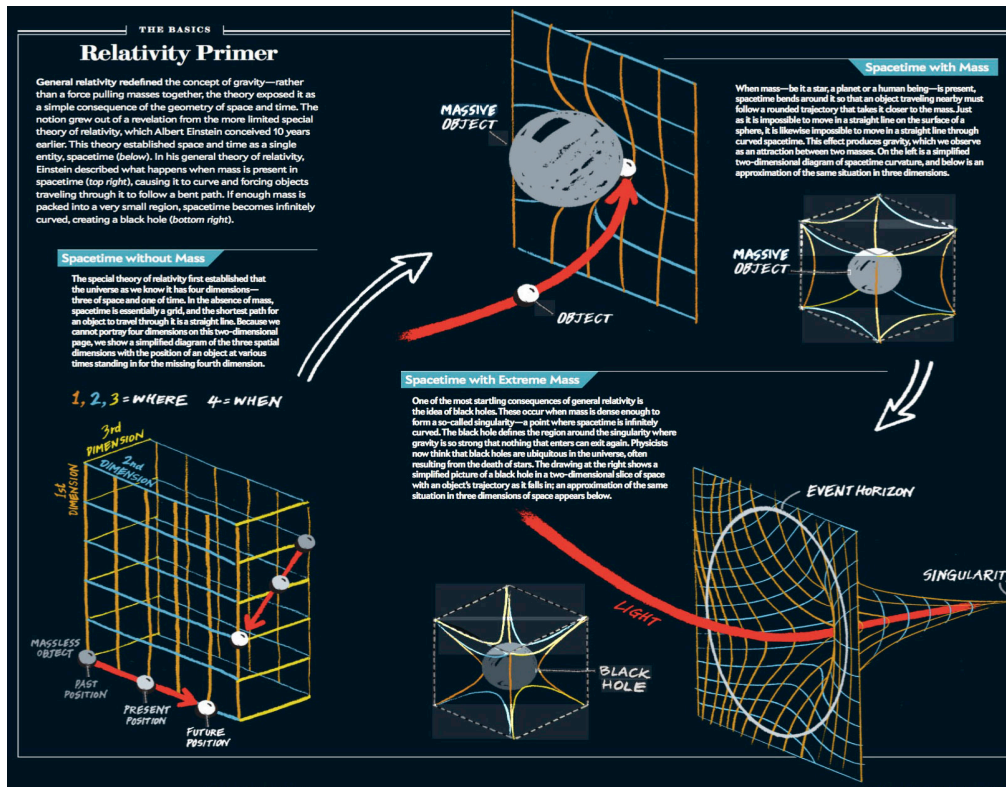


Figura 57. Dibujo esquemático que utiliza la técnica de representación de acción y simultaneidad. Fragmento del infográfico 5.8 SA 15

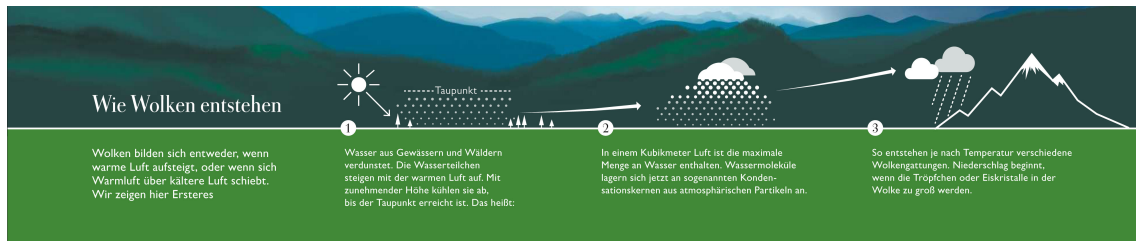


Figura 58. Dibujo esquemático que utiliza la técnica de representación de acción y simultaneidad. Fragmento del infográfico 1.18 DZ 13

El B2.8. *Imagen sintética* es un recurso que también expresa un elevado porcentaje de recurrencia y con una tendencia a representar imágenes científicas que simulan estructuras espaciales físicas.

Estas imágenes provienen de las técnicas de visualización científica generadas por ordenador, por lo que es común la simulación de estructuras físicas como mapas, instrumentos, regiones que pertenecen a la estructura física de un planeta, diagramas de cableado que muestran las conexiones de neurona a neurona de una especie o ser vivo, etc. También pueden simular eventos o fenómenos científicos; por ejemplo: las ondas gravitacionales, la simulación de todas las masas de la Tierra a lo largo de las latitudes y ordenadas por vegetación y uso de suelo, la simulación de cómo sería la distribución de la tierra y el agua en consecuencia de la falta de rotación del planeta (Tierra) en su propio eje, etc. (véase figura 59 y 60).

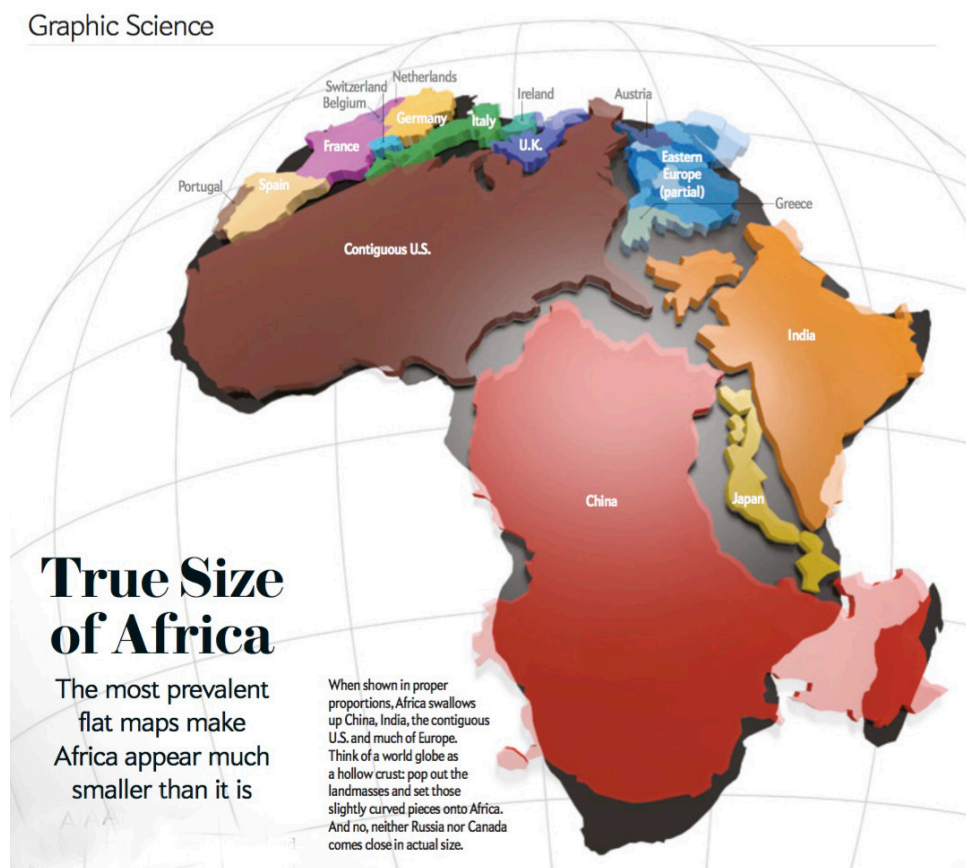
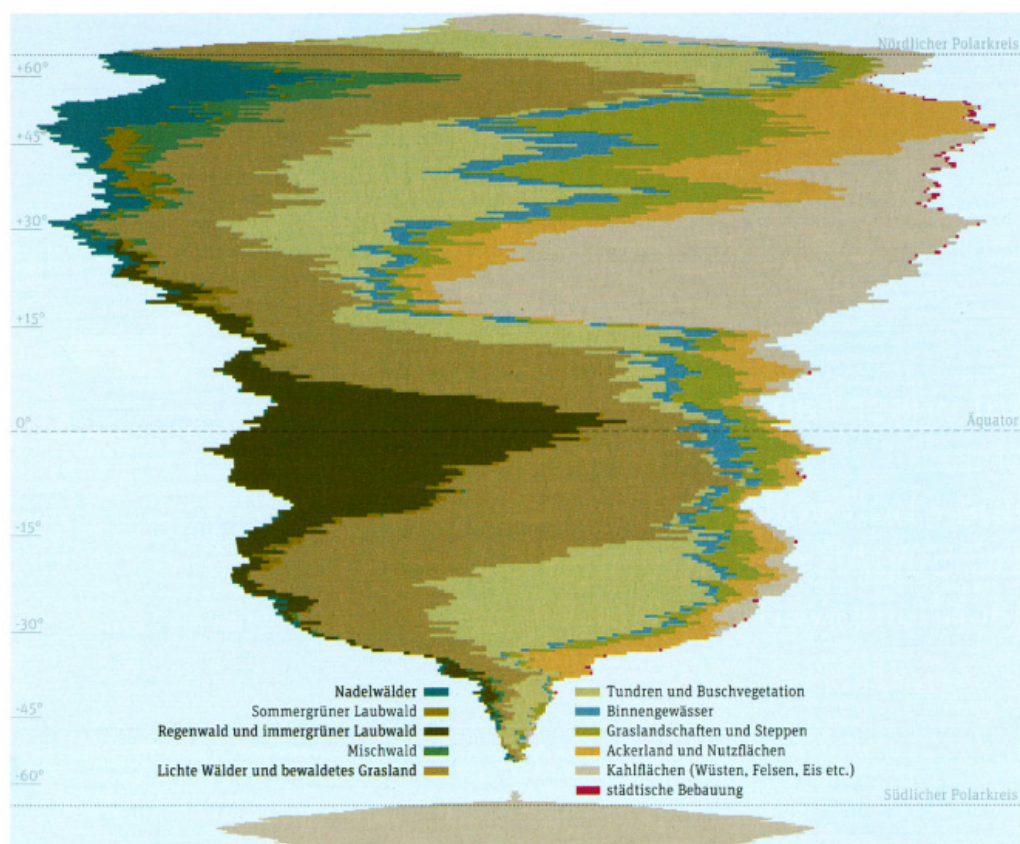


Figura 59. Imagen sintética que simula eventos o fenómenos científicos. Fragmento del infográfico 5.7 SA 15



WELTSPIEL

## LANDSCHAFTEN, SORTIERT

Figura 60. Imagen sintética generada y calculada por ordenador que simula todas las masas de la Tierra a lo largo de las latitudes y ordenadas por vegetación y uso de suelo. Fragmento del infográfico 1.8 RG 10

El subcódigo *B2.7. Mapa vectorial*, representa un porcentaje medio de recurrencia. Al igual que el subcódigo *B2.8. Imagen sintética*, son imágenes generadas por ordenador, sin embargo, el primer subcódigo tiene como finalidad exclusiva representar gráfica y métricamente una porción de territorio proyectada de manera bidimensional. En la mayoría de los casos estos mapas se utilizan como complemento informativo para situar un lugar geográfico, donde acontece un hecho o fenómeno científico (véase figura 61).



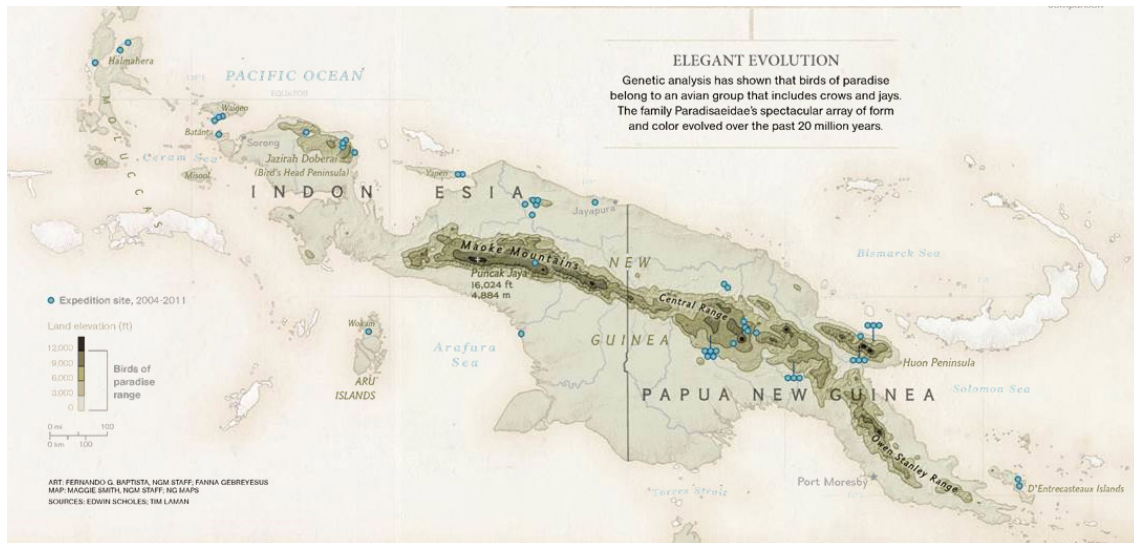


Figura 61. Mapa vectorial que indica las zonas de color donde se concentran y viven los pájaros paraíso, indicando el rango de elevación que alcanzan. Fragmento del infográfico 2.24 NG 12

El subcódigo *B2.4. Fotografía*, representa un porcentaje medio de recurrencia y se utiliza para documentar debido a su carácter ineludible entre fotografía y realidad, por tanto, es un gran soporte de información. Los tipos de fotografías que más se identifican son de objetos y de especies. También se emplean técnicas fotográficas como la micrografía, la fotografía ultravioleta e infrarroja, así como la fotografía aérea y orbital. Este último, utiliza instrumentos ópticos o electrónicos para capturar imágenes no visibles o imposibles de capturar por medio de un lente de cámara ordinario (véase figura 62 y 63).

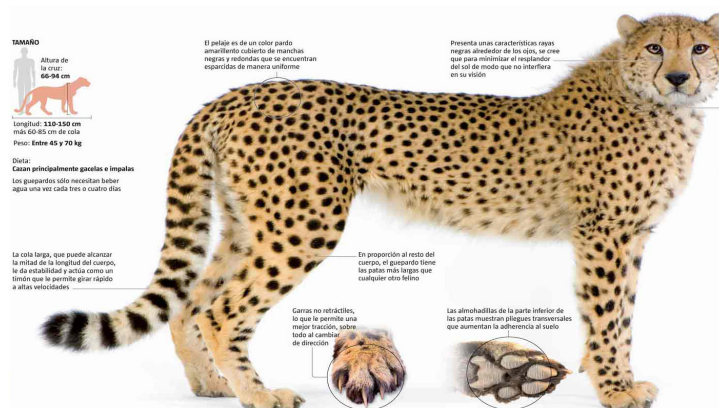


Figura 62. Fotografía de un ser vivo. Fragmento del infográfico 2.12 LV 13

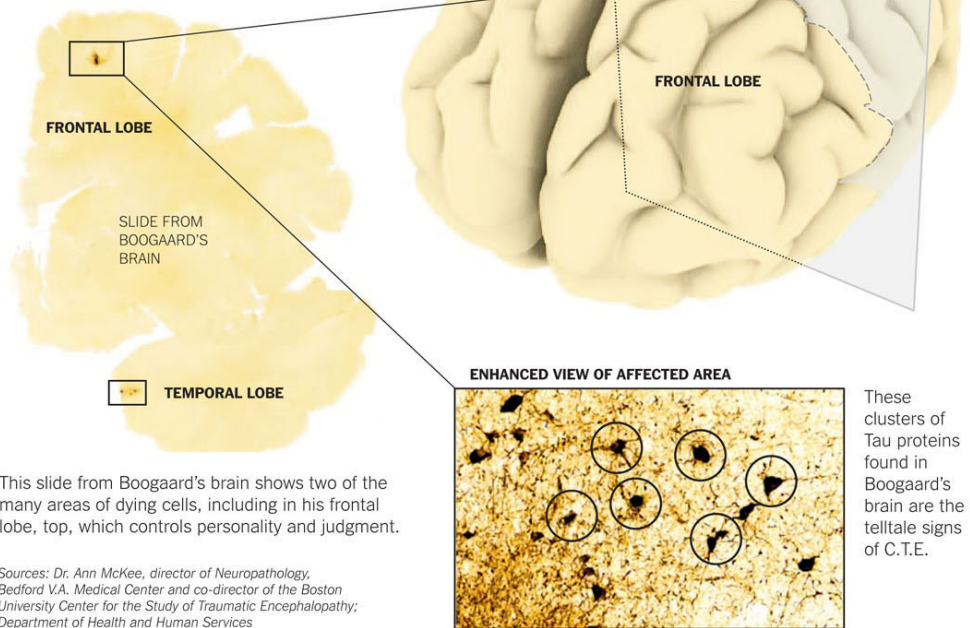
## The Signs and Science of C.T.E.

Dr. Ann McKee, a neuropathologist, received Derek Boogaard's brain within days of his death and began testing it for chronic traumatic encephalopathy, more commonly known as C.T.E. McKee found the disease in many parts of his brain. Below is a look at one of the areas she found.



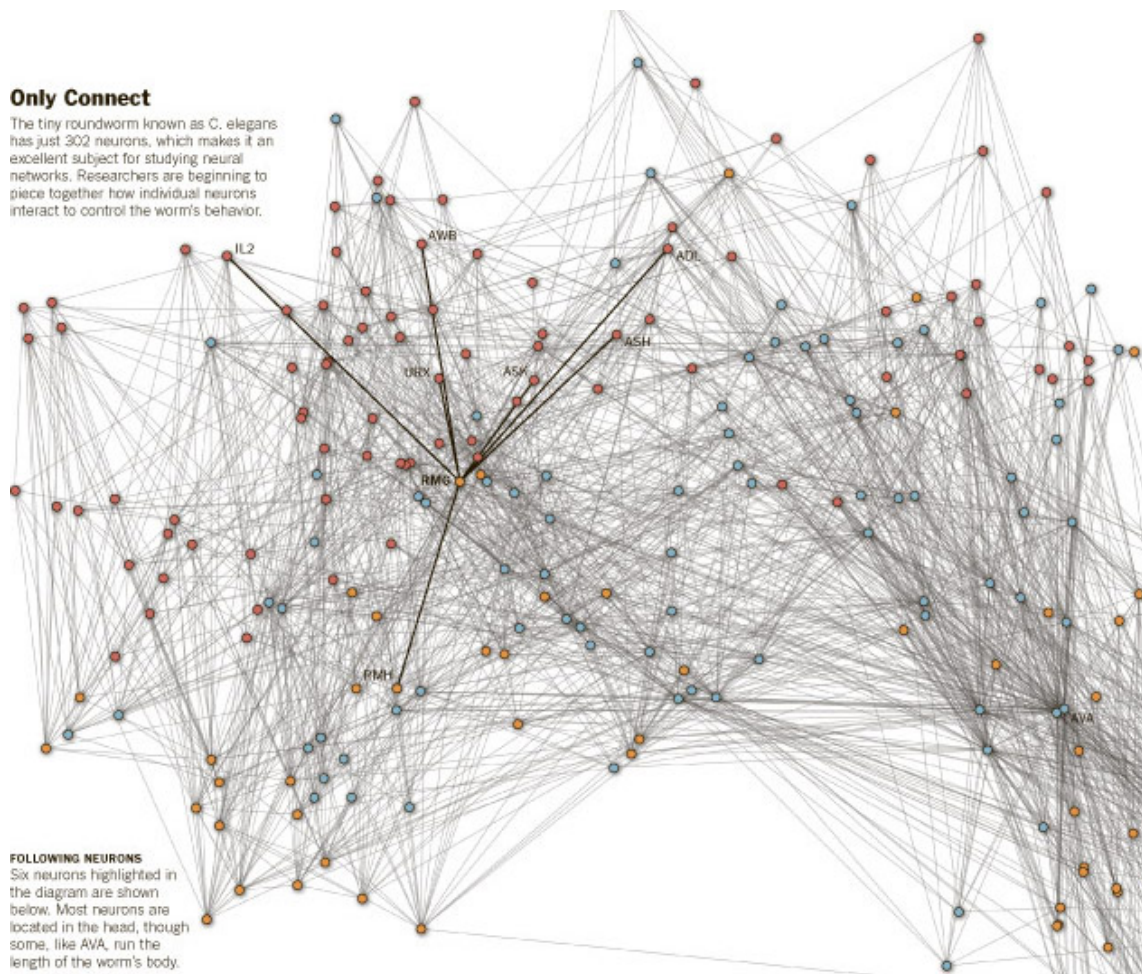
### Inside Boogaard's Brain

C.T.E. can occur in different parts of the brain and can therefore result in a variety of symptoms, including dementia and changes in mood and behavior.



**Figura 63. Fotografía que muestra una región del cerebro a través del uso de instrumentos ópticos o electrónicos (micrografía). Fragmento del infográfico 2.25 NYT 11**

El subcódigo *B2.6. Diagrama*, es una representación esquemática que sirve en este grupo para representar vínculos físicos que revelan el comportamiento de un fenómeno científico; por ejemplo, un diagrama de cableado que muestra las conexiones de neurona a neurona de una especie (véase figura 64).



**Figura 64. Diagrama de conexiones de las neuronas de un gusano. Fragmento del infográfico 2.26 NYT 11**

El subcódigo *B2.5. Mapa raster*, es una imagen de satélite de alta resolución proyectada geográficamente para representar gráfica y métricamente una porción de territorio. A pesar de que no representan un porcentaje elevado de recurrencia, su actuación en este grupo es muy importante debido a que se utiliza para destacar características topográficas de un territorio, uso del suelo, medio ambiente, etc.; por ejemplo, la presentación de una imagen que muestra la gran barrera de arrecifes de Australia capturada a través de una imagen satelital en donde se identifican los tipos y tamaños de arrecifes y su proximidad a la costa (véase figuras 65 y 66).

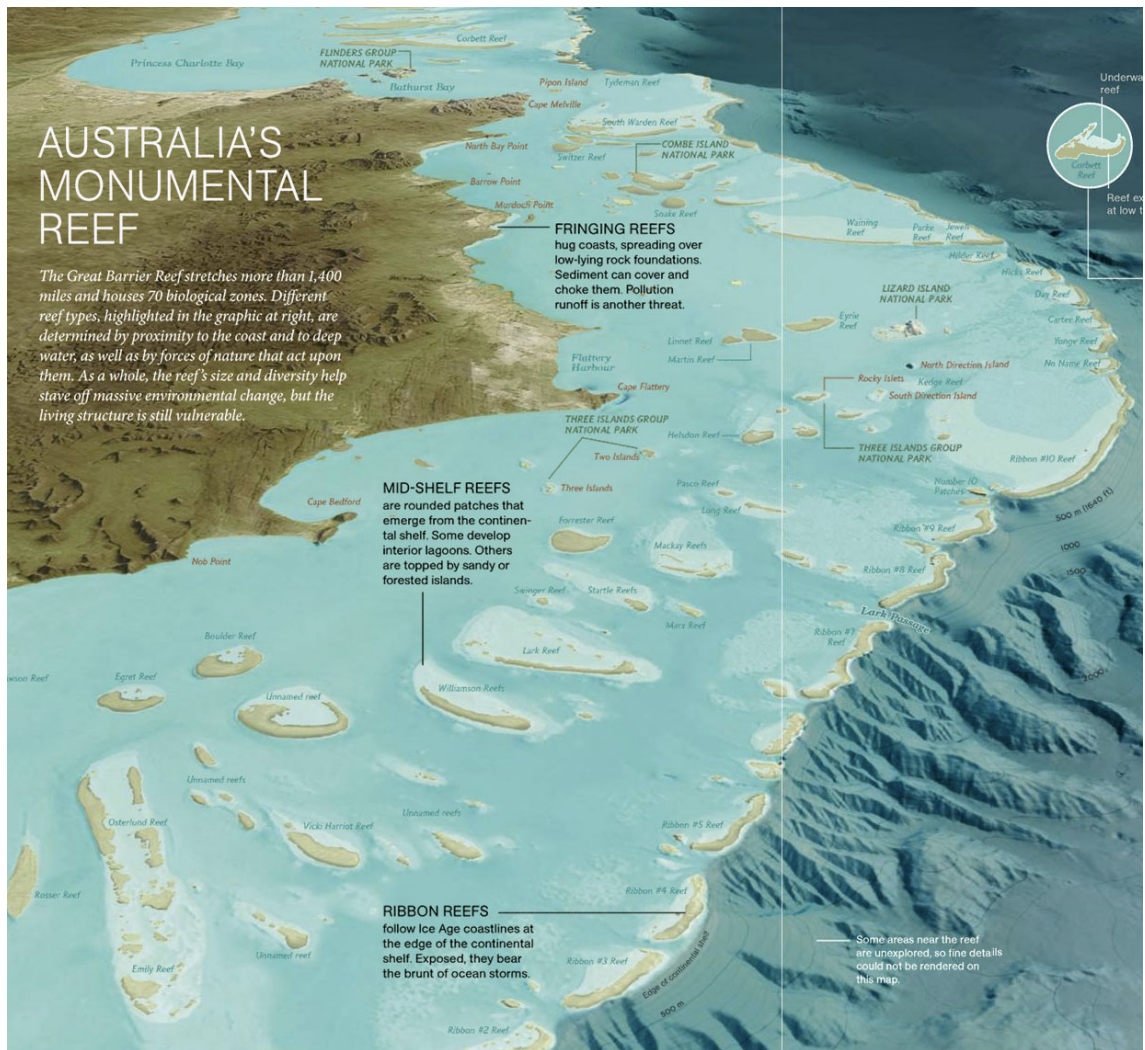


Figura 65. Mapa raster de la gran barrera de arrecifes de Australia. Fragmento del infográfico 1.11 NG 11



Figura 66. Mapa raster que muestra las características topográficas del territorio y uso de suelo de México. Fragmento del infográfico 1.3 NG 07

El subcódigo *B2.3. Caricatura*, es una representación gráfica figurativa de retratos de personas o escenificaciones con un toque humorístico, donde se exageran los rasgos pictóricos de las personas o las acciones implicadas en la escena. Se utiliza sobre todo, cuando se trata un asunto relacionado a la vida de algún científico reconocido con un toque humorístico (véase figura 67).

La recurrencia de representación de estructuras espaciales físicas predomina en este grupo. No obstante, se observó que en algunos casos concretos se representan estructuras espaciales conceptuales para enriquecer y complementar a las imágenes pictóricas a través del subcódigo *B2.9. Gráfico de datos de escala*. Este subcódigo se utiliza, sobre todo, para señalar datos relacionados al comportamiento de un fenómeno, utilizando como variables de

medición la frecuencia, velocidad, tiempo, distancia, temperatura, etc. Por ejemplo, en una unidad de muestra se trata el tema de los murciélagos Miriada en donde se destaca el uso de la ecolocalización para alimentarse, rebotando el sonido de alta frecuencia en los obstáculos y las presas que les ayudan a identificar su alimento. Ahí mismo, se presentan tres gráficas (en eje vertical) que se encuentran paralelas y relacionadas a tres ilustraciones pictóricas que representan las cabezas de tres tipos de murciélagos. Los gráficos muestran la frecuencia del sonido (Hertz) que emiten los murciélagos y su tiempo de duración, así como las características del espacio en donde habitan cada uno de los murciélagos: Palla's Mastiff Bat (habita en espacios abiertos), Black Myotis Bat (habita en bordes del bosque y brechas) y Long-Tongued Bat (habita en espacios estrechos). Los gráficos revelan que el Palla's Mastiff Bat emiten un sonido que viaja más lejos pero con menor frecuencia (más de 10 mili segundos en una frecuencia media de menos de 40 kHz); el Black Myotis Bat emiten un sonido que viaja a una distancia media pero con una frecuencia media alta (10 mili segundos con una frecuencia de más de 40 hertz); y el Long-Tongued Bat emite un sonido que viaja a una distancia más corta pero alcanza una frecuencia muy alta (menos de 10 mili segundos pero con una frecuencia entre 80 y 160 hertz) (véase figura 68).

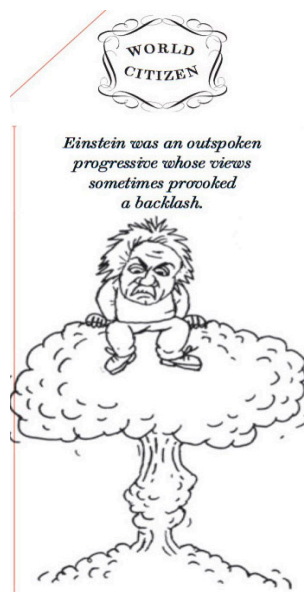


Figura 67. Fragmento del infográfico 5.9 SA 15 que muestra una caricatura de un científico famoso

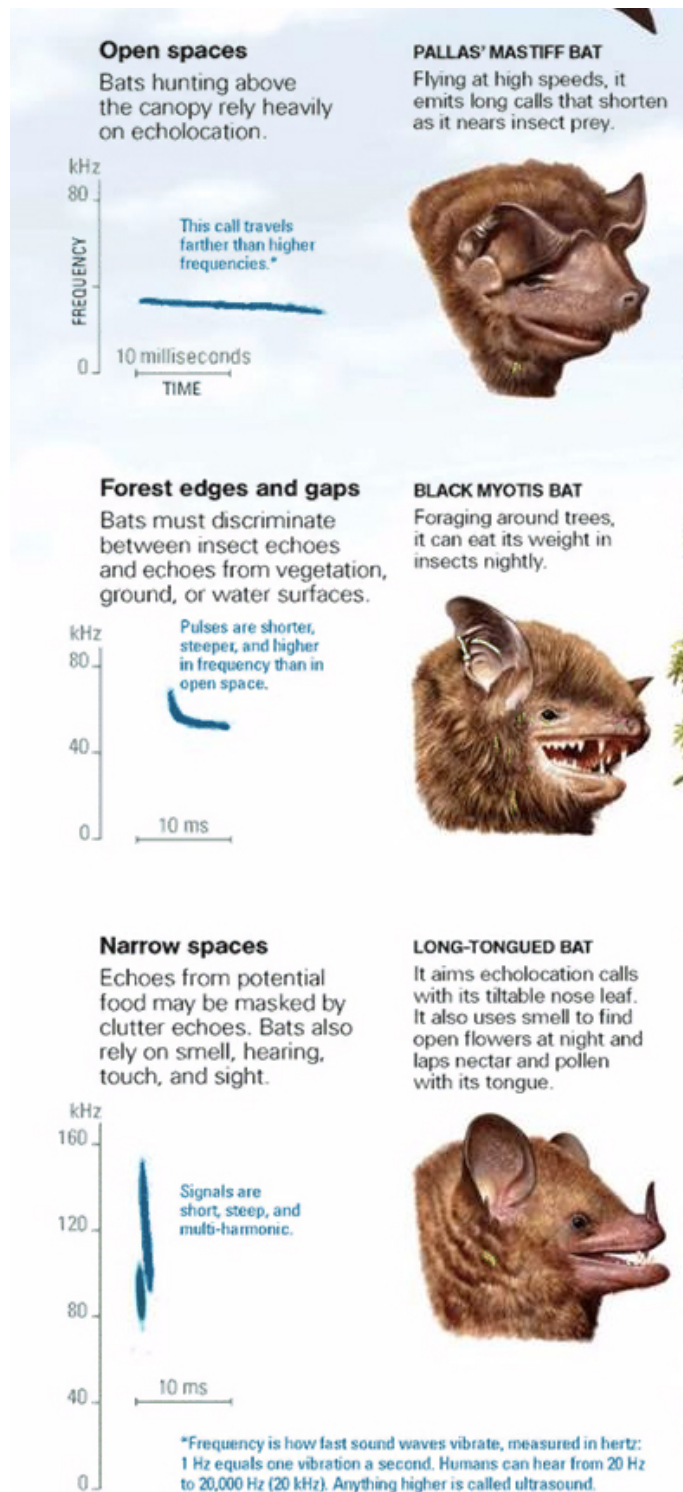


Figura 68. Gráfico de datos de frecuencia (KHz) y tiempo (ms). Fragmento del infográfico 2.22 NG 07

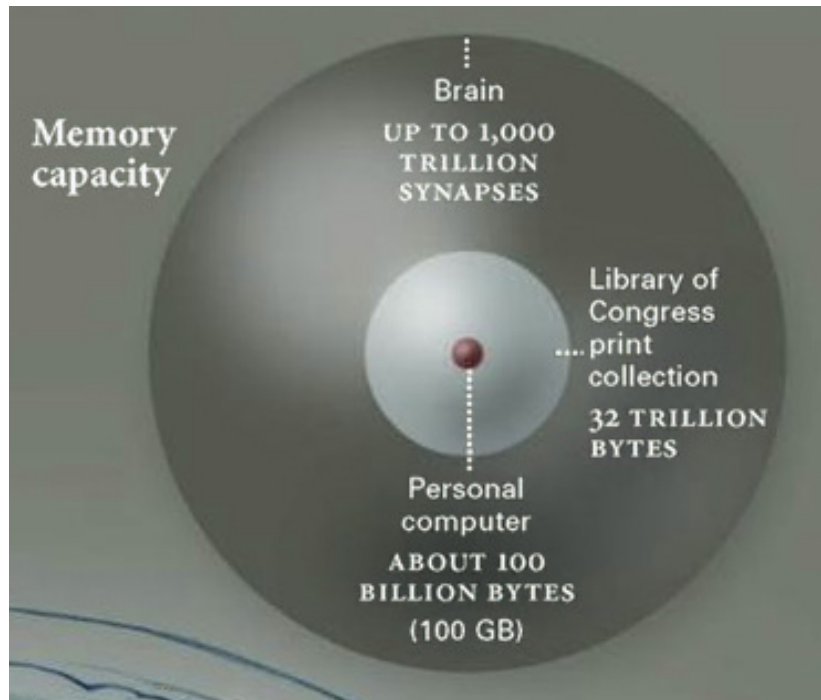
El código *B2.10. Gráfico estadístico*, representa gráficamente dimensiones conceptuales relacionadas al análisis de datos entre dos o más variables que expresan el comportamiento de un fenómeno. No son muy utilizados en este grupo, puesto que expresan un porcentaje muy bajo de recurrencia; sin embargo, pueden ser útiles en ocasiones para complementar y visualizar información específica proveniente de grandes bases de datos con el propósito de identificar tendencias, patrones y constantes relacionadas a un fenómeno.

El tipo de recurso que se utiliza en este grupo es sencillo y corresponde a un tipo de visualización de datos categóricos (gráficos de datos por categoría). Estos se utilizan para representar en la mayoría de los casos datos complementarios a una información, son de menor complejidad en su elaboración debido a que los datos son sencillos y solo existe un valor por cada categoría representada. Un ejemplo concreto es el caso de un infográfico que trata el tema de la memoria y como funciona en los humanos, su discurso se centra en explicaciones y descripciones que implican procesos; sin embargo, ahí mismo se complementa la información a través de la representación de un gráfico de datos de categoría en donde se compara la capacidad de la memoria humana (1,000 trillones de sinapsis) con la capacidad de la colección de la Biblioteca del Congreso (32 trillones de bytes) y con la capacidad de un ordenador personal (100 billones de bytes) (véase figura 69).

Existen casos muy concretos donde se fusionan imágenes y/o gráficos que representan estructuras de espacios físicos y de espacios conceptuales al mismo tiempo (estructuras híbridas), con el propósito de revelar o evidenciar una relación existente entre la morfología que adquiere un espacio o cuerpo físico y los datos que representa. Un ejemplo es el infográfico que trata el tema de cómo se alimenta la ballena. En el relato se destaca el uso de un dispositivo de rastreo insertado en la espalda de la ballena para medir su inmersión debajo del agua durante 7 minutos. Los gráficos presentan datos de las diversas fases de inmersión de la ballena y miden el número de estocadas realizadas, así como patrón de movimiento y la velocidad máxima alcanzada (millas por hora). Ahí mismo, y de manera paralela, se muestran una serie de ilustraciones



análogas a cada gráfico que revelan la morfología que va adquiriendo la ballena en las diferentes etapas de inmersión (véase figura 70).



**Figura 69.** Gráfico de datos por categorías, donde se compara la capacidad de la memoria del hombre (sinapsis) con el de la Biblioteca del Congreso en su colección impresa (bytes), así como el de la memoria de un ordenador personal (GB). Fragmento del infográfico 2.1 NG 07

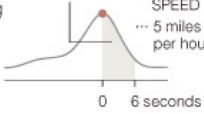
### Lunge Feeding

Scientists tracking fin whales have created the first detailed model of how they feed. After gliding to depths of more than 600 feet in search of krill, a fin whale will repeatedly accelerate and open its mouth wide, engulfing about 20 pounds of krill and more than its own weight in water as it grinds to a halt.

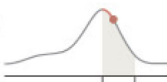


**START OF LUNGE**  
After accelerating into a school of krill, the whale opens its mouth.

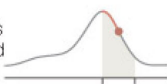
#### Lunge



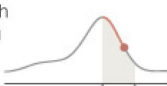
**2 SECONDS**  
Grooves in the blubber between the lower jaws begin to expand.



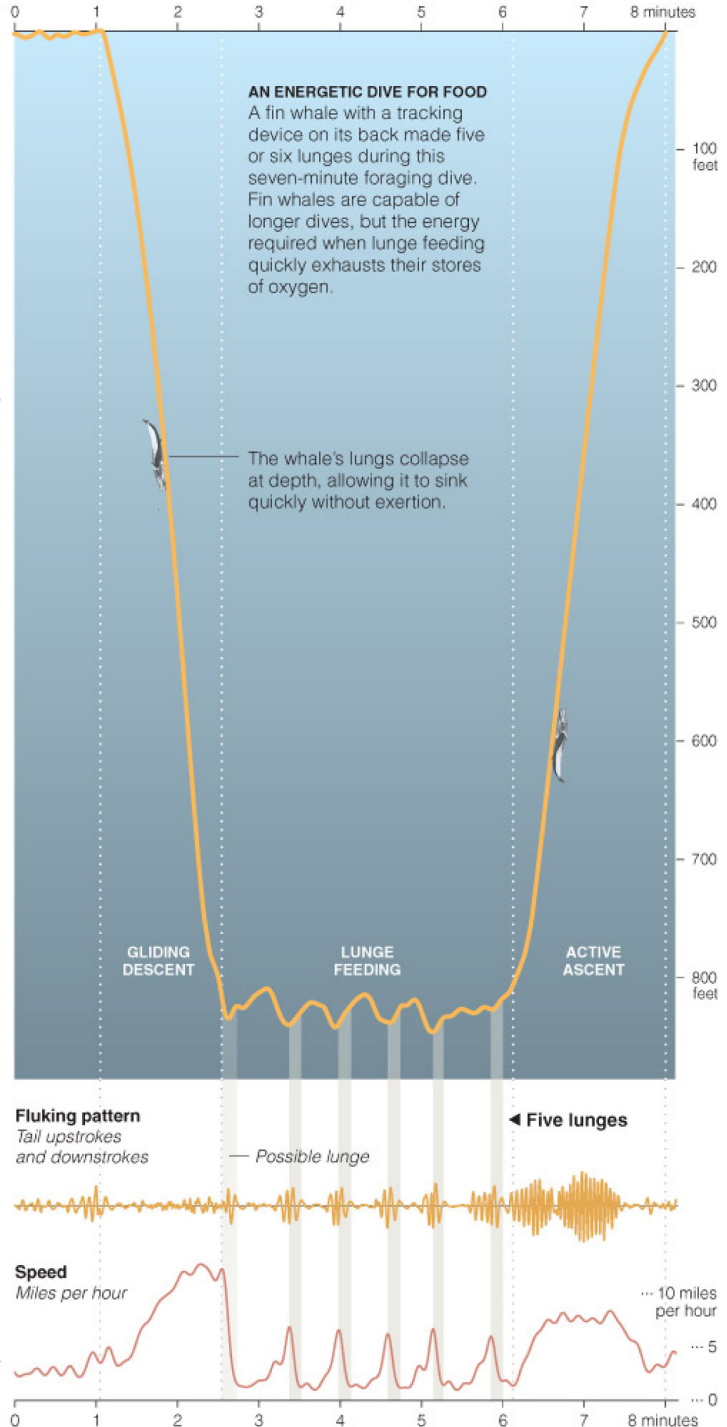
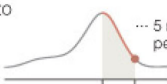
**3 SECONDS**  
Now fully open, the mouth causes massive drag and deceleration.



**4 SECONDS**  
The closing mouth continues to drag as the whale pushes forward.



**6 SECONDS**  
The whale starts to filter out the krill and prepare for another lunge.



Sources: Jeremy A. Goldbogen; Nicholas D. Pyenson; Journal of Experimental Biology; Marine Ecology Progress Series

JONATHAN CORUM/THE NEW YORK TIMES; WHALE ILLUSTRATIONS BY NICHOLAS D. PYENSON

Figura 70. Infográfico que muestra una estructura híbrida donde se combina la representación de una estructura espacial física y conceptual. Infográfico 2.2 NYT 07

## Grupo 2

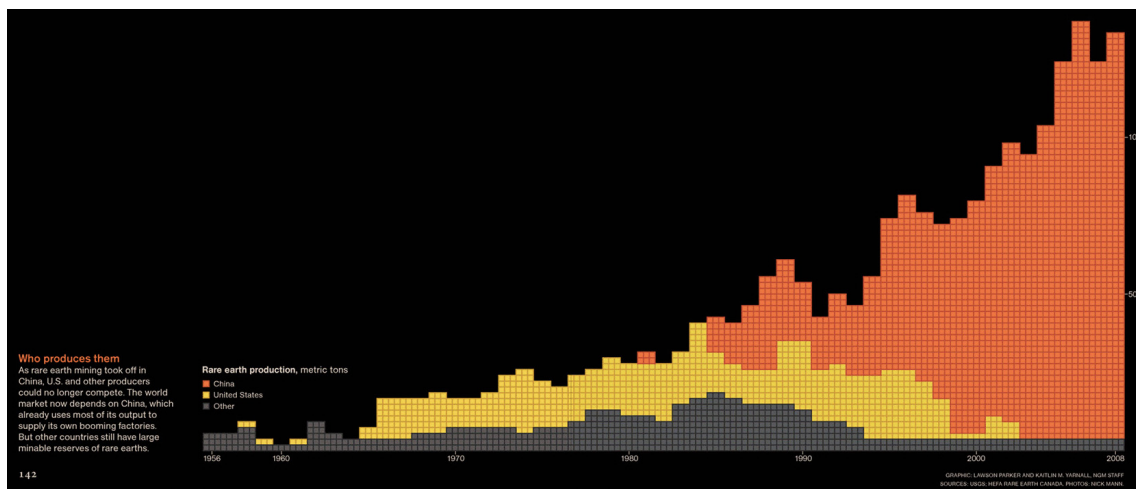
El código B2. Objetos gráficos, integra de manera recurrente en este grupo el subcódigo *B2.10. Gráfico estadístico de múltiples variables*. Este subcódigo representa gráficamente dimensiones conceptuales relacionadas al análisis de datos entre dos o más variables que expresan el comportamiento de un fenómeno y se utilizan para visualizar información proveniente de grandes bases de datos con el propósito de identificar tendencias, patrones y constantes relacionadas a un fenómeno. Este recurso se utiliza para representar estructuras espaciales que expresan estructuras conceptuales, los cuales, conllevan a un tipo de correspondencia convencional o arbitraria, debido a que lo que se muestra, se entiende por pura convención (Engelhardt, 2002).

Sus usos varían en relación con los diversos tipos de gráficos que se emplean. Algunos ejemplos a destacar son:

- *gráfico de datos de categorías*, se utilizan cuando los datos son sencillos y solo existe un valor por cada categoría representada (gráfico de barras, símbolo de parcela, símbolos proporcionales, entre otros);
- *gráfico de datos de categorías de desglose*, se utilizan para reunir varios grupos de datos que pueden ser análogos (gráfico de barras agrupado, gráfico de pastel y gráfico de sectores);
- *gráfico de datos de subcategorías*, se utilizan cuando los datos tienen una estructura jerárquica que es importante para su interpretación (parcela de moisaco, mapa de árbol, etc.);
- *gráfico de datos de serie de tiempo*, se utilizan para visualizar los cambios acumulativos que han sucedido respecto al comportamiento de un fenómeno durante un lapso determinado (barras, líneas, áreas, etc.). También se utilizan para representar ciclos en donde la hora del día, día de la semana y los meses del año se pueden repetir (parcela radial y calendario);

- *gráfico de datos de múltiples variables de correlación*, se utilizan para expresar relaciones entre múltiples variables (diagrama de dispersión) (Yau, 2013).

El *gráfico estadístico de serie de tiempo* es uno de los más recurrentes en este grupo. Algunos ejemplos a destacar son: la presentación de un gráfico de serie de tiempo (área) que muestra el periodo de tiempo en que empezó la minería de tierras “raras” hasta la actualidad (1956-2008) y su producción en toneladas métricas; la presentación simultánea de 16 gráficos de serie de tiempo (líneas) que expresa en promedio los cambios acumulativos en el grosor de los glaciares de 16 regiones que corresponden a diversos países desde 1977 al 2005 (calculado en metros) y; la presentación simultánea de tres gráficos de serie de tiempo (barras) que expresan el historial del número de tormentas ocurridas, inundaciones y víctimas por causa de sequías, calor y frío en Alemania desde 1978 a 2012 (véase figura 71, 72 y 73).



**Figura 71. Gráfico de serie de tiempo (área) que muestra el período en que empezó la minería de tierras “raras” hasta la actualidad (1956-2008) y su producción en toneladas métricas. Fragmento del infográfico 5.1 NG 11**

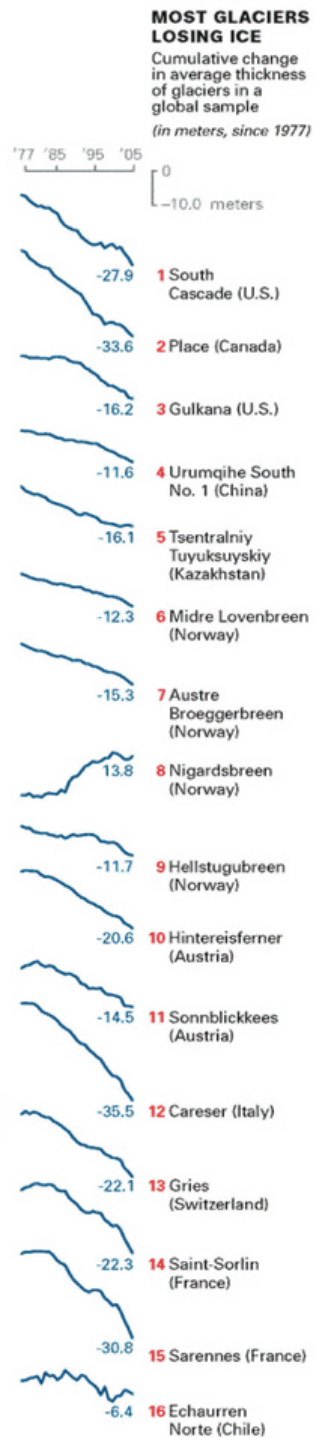


Figura 72. Gráfico de serie de tiempo (líneas) que muestra en promedio los cambios acumulativos ocurridos en el grosor de los glaciares de 16 regiones desde 1977 a 2005. Fragmento del infográfico 1.1 NG 07

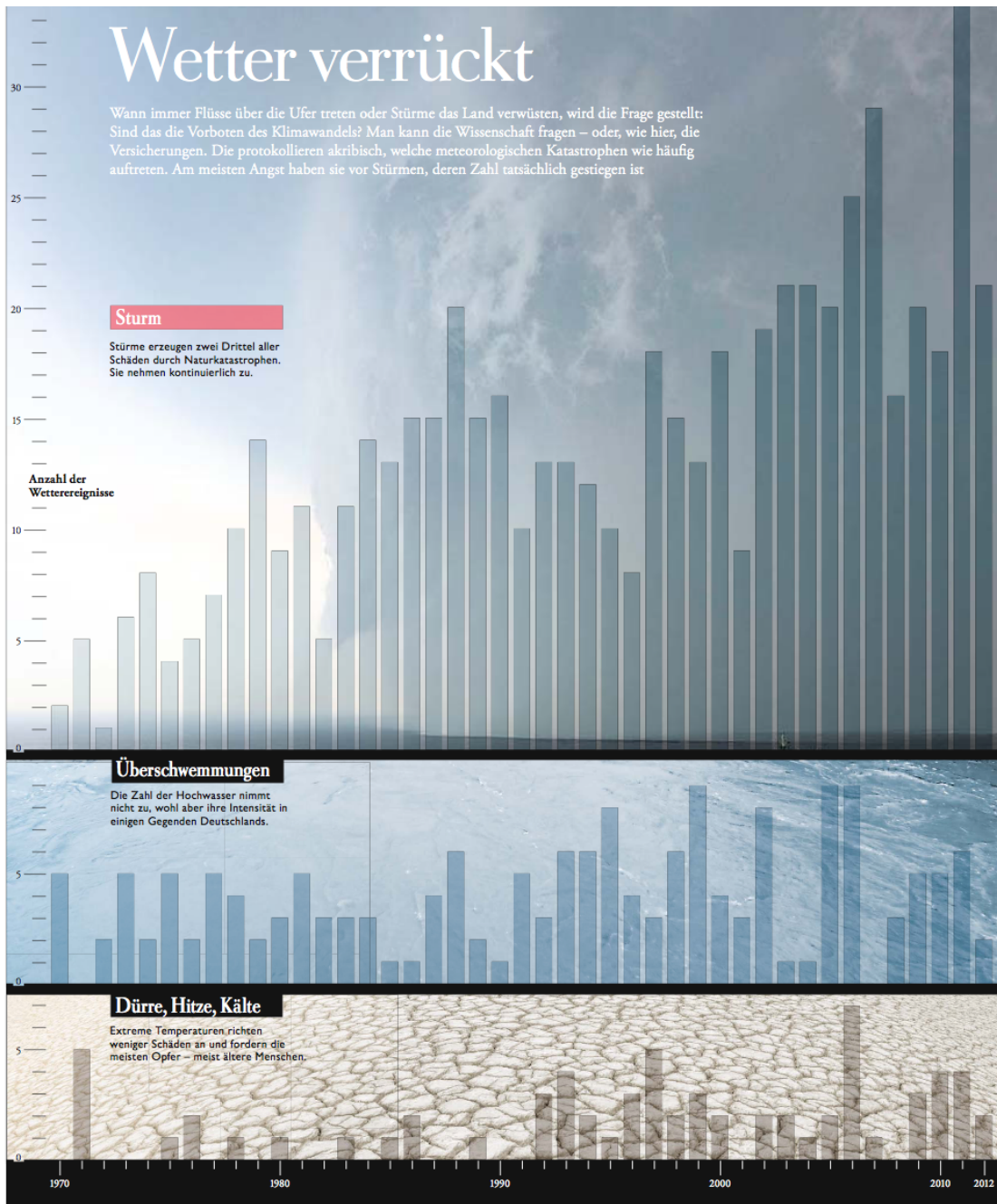


Figura 73. Gráficos de serie de tiempo (barras) que muestra el historial del número de tormentas ocurridas en Alemania, inundaciones y víctimas por causa de sequías, calor y frío desde 1978 a 2012. Fragmento del infográfico 1.26 DZ 13

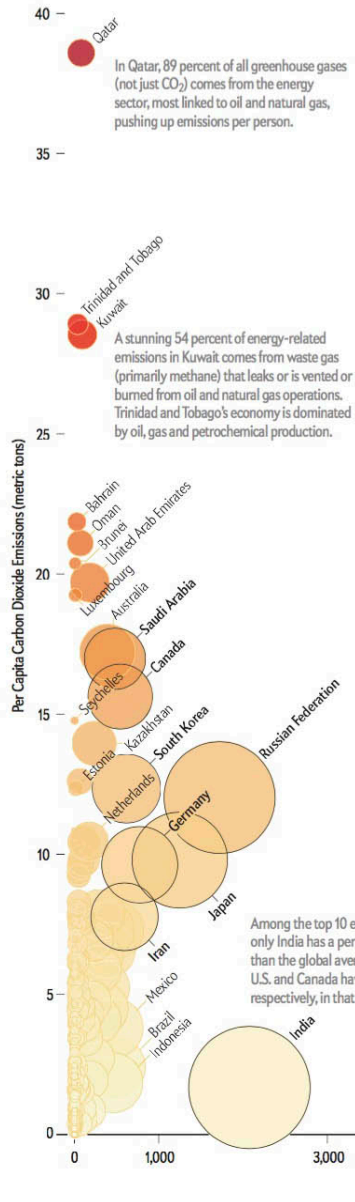
El gráfico de datos de múltiples variables de correlación (diagrama de dispersión) es un recurso muy utilizado. Algunos ejemplos a destacar son:

En un infográfico se presenta un diagrama de dispersión que se utiliza para señalar a los 10 países que más emiten CO<sub>2</sub>. Como variables de medición se tomaron en cuenta las emisiones per cápita de dióxido de carbono (toneladas métricas) y el total de emisiones de dióxido de carbono (megatonnes métricas). A partir de estas variables se identifica la dispersión de cada país hacia arriba, la cual indica los países con mayores emisiones por persona; la dispersión hacia la derecha indica un mayor volumen de cada país por el total de toneladas de emisiones de dióxido de carbono. Esta correlación evidencia cómo Qatar, Kuwait y Trinidad y Tobago, a pesar de ser territorios relativamente pequeños, son los países que más emiten CO<sub>2</sub> por persona. No obstante, las grandes emisiones totales de dióxido de carbono (megatonnes métricas) las lideran la India, Estados Unidos y China por ser los países más poblados, sin embargo, en promedio las emisiones de CO<sub>2</sub> por persona se reducen (véase figura 74).

Otro ejemplo es un gráfico de dispersión utilizado para mostrar más de 30 países y su porcentaje de emisiones de CO<sub>2</sub> (se destaca en color verde los 5 países de mayor consumo de electricidad en el 2012) en relación con el porcentaje de tierra que necesitarían para suministrar toda su electricidad a partir de energías renovables. Cada país se encuentra ubicado de acuerdo con los grados de latitud identificados. La correlación que se puede determinar es que los países más grandes como China y Estados Unidos, necesitan de menos territorio para generar energías renovables debido a la magnitud de su territorio; en cambio, los países más pequeños y que más contaminan, necesitan más territorio para generar energías renovables (véase figura 75).

# A Greenhouse Gas Surprise

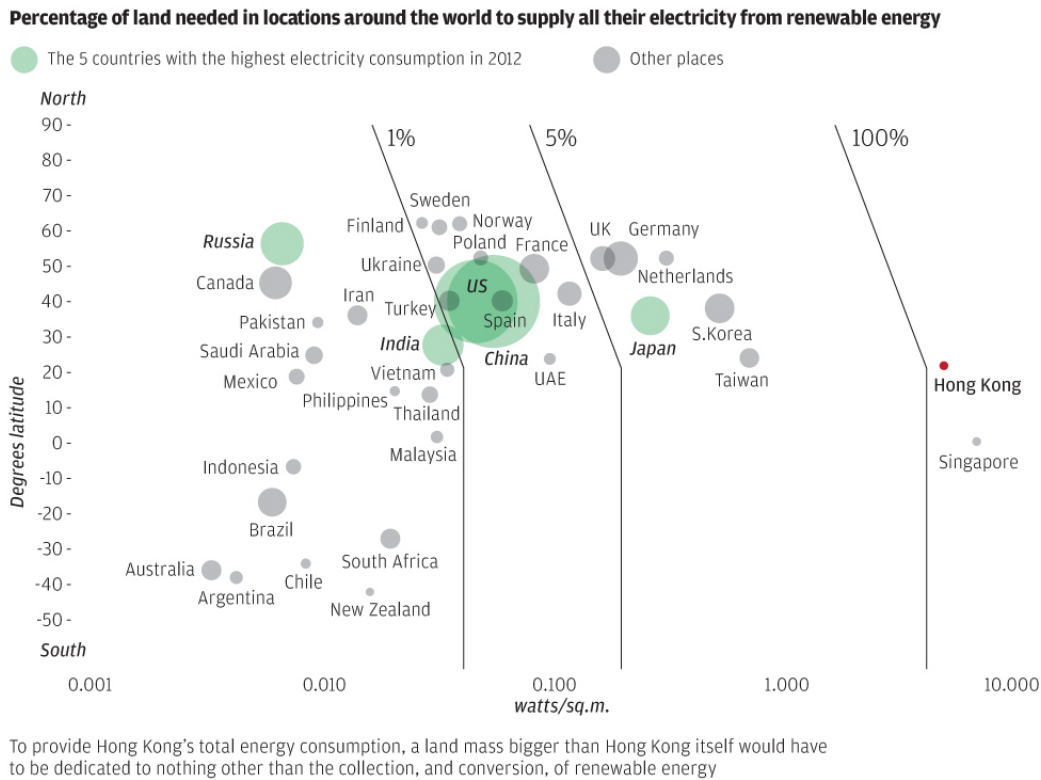
Per capita, the world's greatest carbon emitters are small countries



**China and the U.S.** send much more carbon dioxide into the atmosphere than other countries (*right to left, below*). Yet on a per person basis, Qatar, Trinidad and Tobago, and Kuwait have the highest rates in the world (*top to bottom*), according to researchers at the World Resources Institute; the main reason is that oil and natural gas production—big sources of greenhouse gases—dominate those national economies. The U.S. has a high per capita rate, too, however, suggesting that if Americans work hard to reduce their carbon footprint the world would have a better chance to avoid dangerous global warming. That said, several of the 10 nations with the greatest emissions are developing countries, and if their outputs rise as their standards of living do, which is likely, the world will face a larger challenge. Indeed, the top 10 nations (*black outlines*) produce more CO<sub>2</sub> than all other countries, so they would have to commit to lower emissions if meaningful international agreements are to be reached at the United Nations climate negotiations in Paris in November. —Mark Fischetti

Figura 74. Diagrama de dispersión que señala a los 10 países que más emiten CO<sub>2</sub> per cápita. Infográfico 1.31 SA 15





**Figura 75. Diagrama de dispersión que muestra los 36 países que más emiten CO<sub>2</sub> y el porcentaje de tierra que necesitarían para suministrar toda su electricidad a partir de energías renovables. Fragmento del infográfico 1.30 SCMP 15**

Algunos ejemplos que se pueden señalar de los *gráficos de datos por categoría de desglose* (gráfico de barras agrupado) son:

En un infográfico se representa un gráfico de barras agrupado que expresa el consumo de energía por tipo de fuente en Estados Unidos, China y el resto del mundo. Los porcentajes de consumo se dividen en carbón, aceite, gas natural y otras fuentes que no provienen de emisiones. Este gráfico deja ver la gran magnitud de consumo de energía entre Estados Unidos y China en comparación con lo que se consume en el resto del mundo (véase figura 76). Otro ejemplo, es el infográfico que presenta un gráfico de barras agrupado para expresar el porcentaje de calorías consumidas en 37 países agrupados por regiones geográficas colindantes en donde se señala el tipo de alimento de origen vegetal (ícono de manzana) y de origen animal (ícono de cabeza de

cerdo) que más se consume. La altura de cada barra identifica el número de calorías consumidas diariamente por cada país. Las barras se construyen a través de iconos de cabeza de cerdo (color rojo) e iconos de manzanas (color amarillo) lo cual determina el porcentaje de calorías consumidas por tipo de alimento. Ahí mismo, es sobrepuesta una línea horizontal transversal a las barras que identifica la altura correcta de consumo de calorías diarias recomendadas en el mundo. Este gráfico pone en evidencia a un mundo sobrealimentado (véase figura 77).

### Energy consumption by source

China has pledged to increase to 20 per cent its share of energy consumption from non-emission sources by 2030. Boosting renewable energies, nuclear energy and hydroelectricity will reduce China's reliance on coal, a major source of carbon pollution

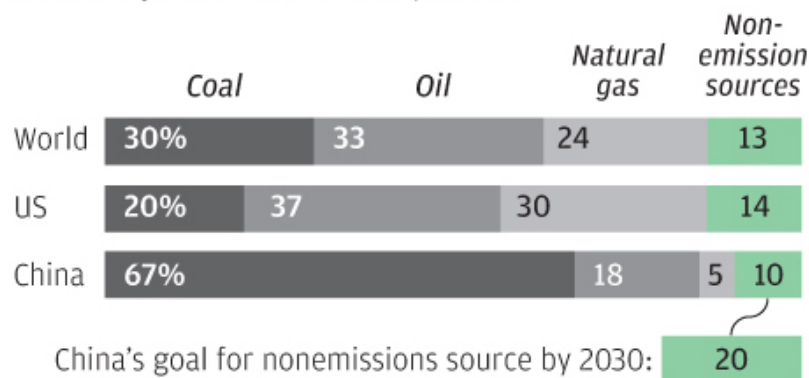
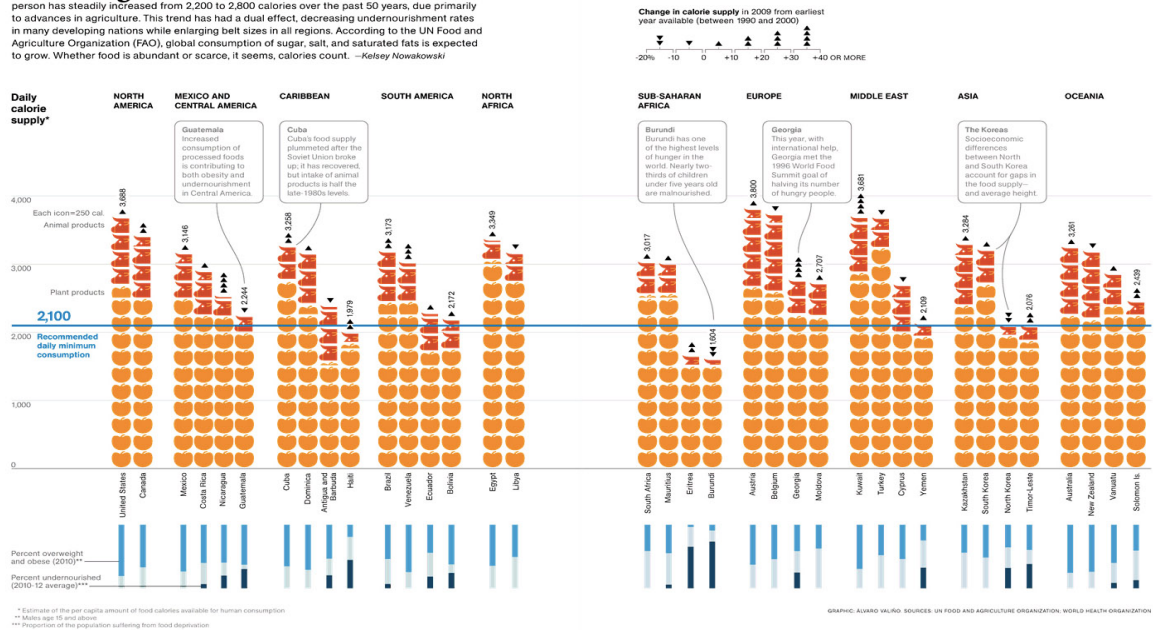


Figura 76. Gráfico de barras agrupado que expresa el consumo de energía por tipo de fuente entre Estados Unidos, China y el resto del mundo. Fragmento del infográfico 1.30 SCMP 15

**Counting Calories** Worldwide, average daily food supply per person has steadily increased from 2,200 to 2,800 calories over the past 50 years, due primarily to advances in agriculture. This trend has had a dual effect, decreasing undernourishment rates in many developing nations while enlarging belt sizes in all regions. According to the UN Food and Agriculture Organization (FAO), global consumption of sugar, salt, and saturated fats is expected to grow. Whether food is abundant or scarce, it seems, calories count. —Kelsey Nowakowski



**Figura 77. Gráfico de barras agrupado que muestra el porcentaje de alimentos de origen vegetal y animal que más se consumen en 37 países reunidos por regiones geográficas. Infográfico 2.8 NG 13**

Existen casos muy concretos en donde se combinan diversos tipos de gráficos (*gráfico de categorías* y *gráfico de serie de tiempo*) para revelar o evidenciar si existe o no relación entre una variable y otra. Por ejemplo, se presenta un gráfico de símbolo de parcela (*gráfico de categorías*) que categoriza las cantidades monetarias que se han invertido en investigación para los diversos tipos de cáncer más padecidos en Estados Unidos (lectura visual en vertical). Cada círculo representa un tipo de cáncer, el tamaño junto con la cantidad señalada revela la cantidad monetaria invertida en investigación. A un costado del gráfico se presenta de manera paralela un gráfico de serie de tiempo (línea). Estos gráficos muestran en promedio el número de víctimas registradas (60 muertes por cada 100,000 personas) desde 1990 al 2007. La lectura de ambos tipos de gráficos revela que en casi todos los tipos de cáncer ha habido una baja de muertes por tipo de enfermedad. No obstante, no revela una correlación directa que entre mayor sea la cantidad

monetaria invertida por tipo de cáncer menor es la cantidad de víctimas (véase figura 78).

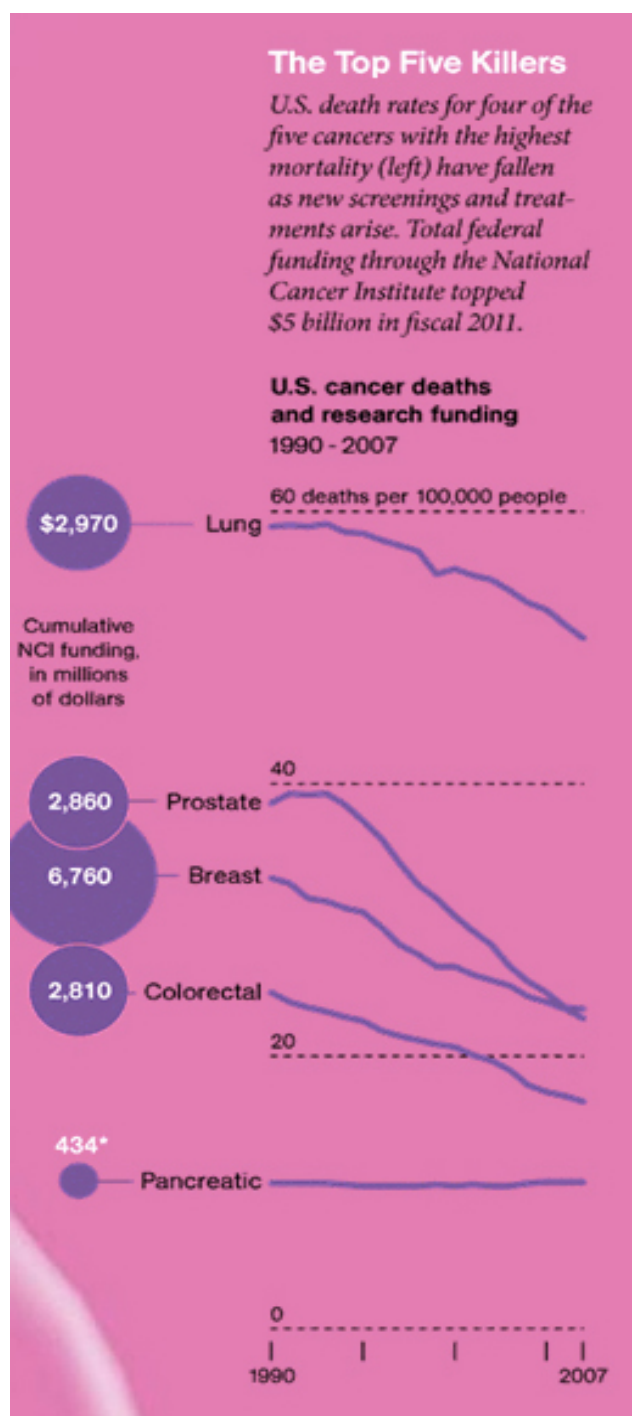
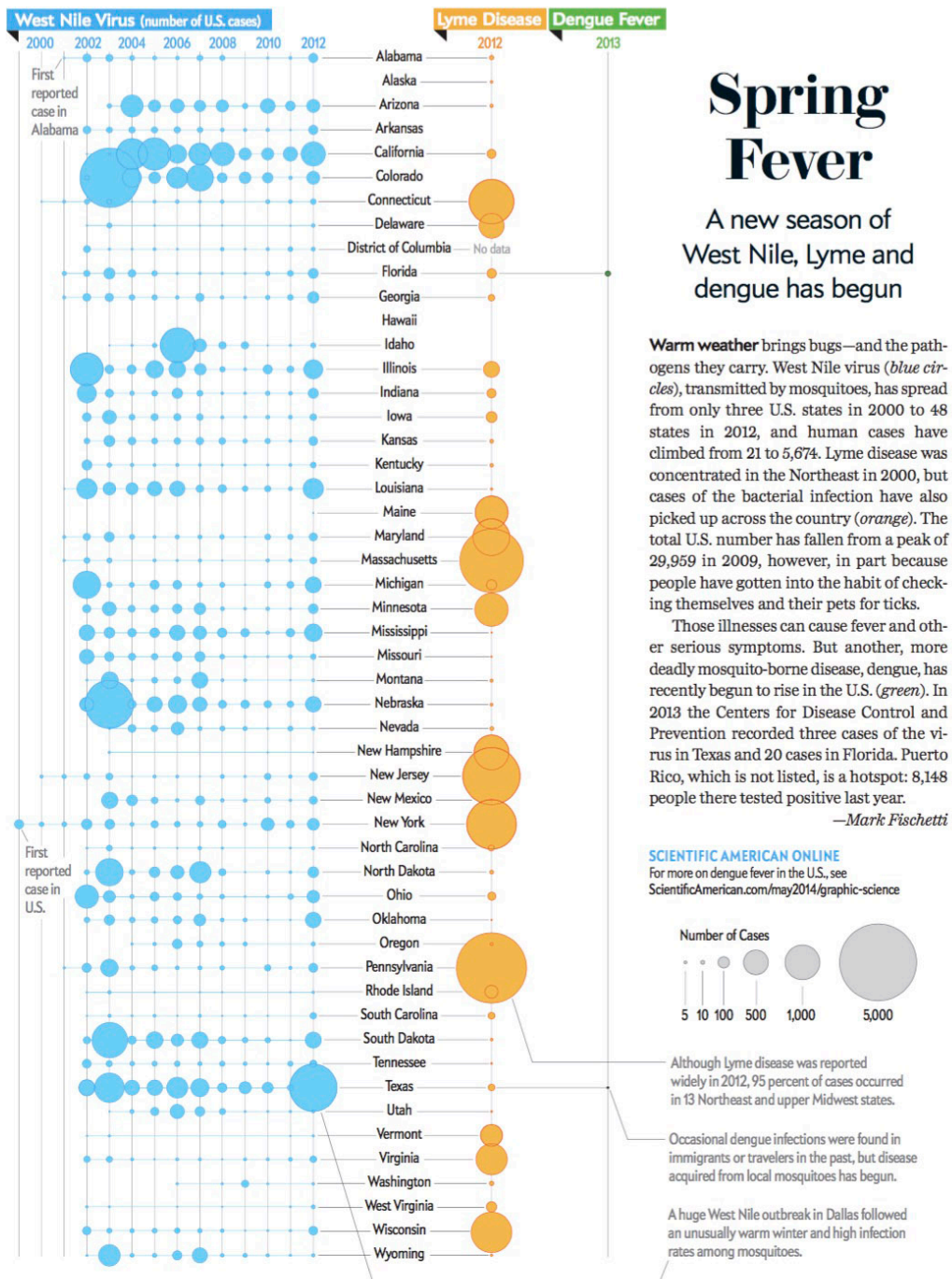


Figura 78. Gráficos de datos estadísticos (de categorías y de serie de tiempo). Fragmento del infográfico 2.15 NG 11

Algunos ejemplos de gráficos estadísticos que representan un estilo muy innovador y creativo, pero con un diseño poco familiar para el lector común son: en un infográfico se trata el tema del clima cálido que trae como consecuencia insectos y patógenos que se propagan como el virus del Nilo Occidental (círculos azules) transmitido por mosquitos y extendido de solo tres comunidades de Estados Unidos en 2000 a 48 comunidades en 2012. El gráfico deja ver cómo los casos humanos de la infección bacteriana han subido y la enfermedad se ha propagado por todo el país (círculos naranja) (véase figura 79).

Otro ejemplo, es el infográfico que trata el tema de la temporada de lluvias en Hong Kong y cómo esto puede ser detonador de ciclones tropicales y tifones. El gráfico que se presenta es un tipo de calendario en donde se indica una serie de tiempo que registra el número de precipitaciones diarias en Hong Kong desde 1990 a 2013 a través de barras de color azul. El tamaño de las barras indica la intensidad de las precipitaciones, los triángulos solapados en algunas barras muestran la señal de aviso del ciclón tropical más alto para ese día. Al final de cada hilera se encuentra un círculo que simboliza el total de la precipitación anual. La vista de la gráfica general muestra una visualización de datos que ayuda a generar comparaciones sobre los años y días que han sido más propensos a formarse tifones o ciclones (véase figura 80).

La lectura y comprensión de ambos gráficos requieren del interés y de cierta inversión de tiempo para explorar la visualización de los datos. Algunos de estos gráficos, incluso, incluyen una leyenda que dice 'Cómo leer esta infografía' en donde se describe la dinámica y el significado de algunos símbolos utilizados para descifrar el mensaje. En este sentido, se debe señalar que este tipo de infográficos provienen de un proceso de visualización de datos (*Big Data*) en donde se explora y experimenta con diversos formatos y técnicas de representación de datos de reciente creación.



84 Scientific American, May 2014

© 2014 Scientific American

Graphic by Jen Christiansen

Figura 79. Gráfico de datos estadístico de diseño original y de autor. Infográfico 1.23 SCMP 13

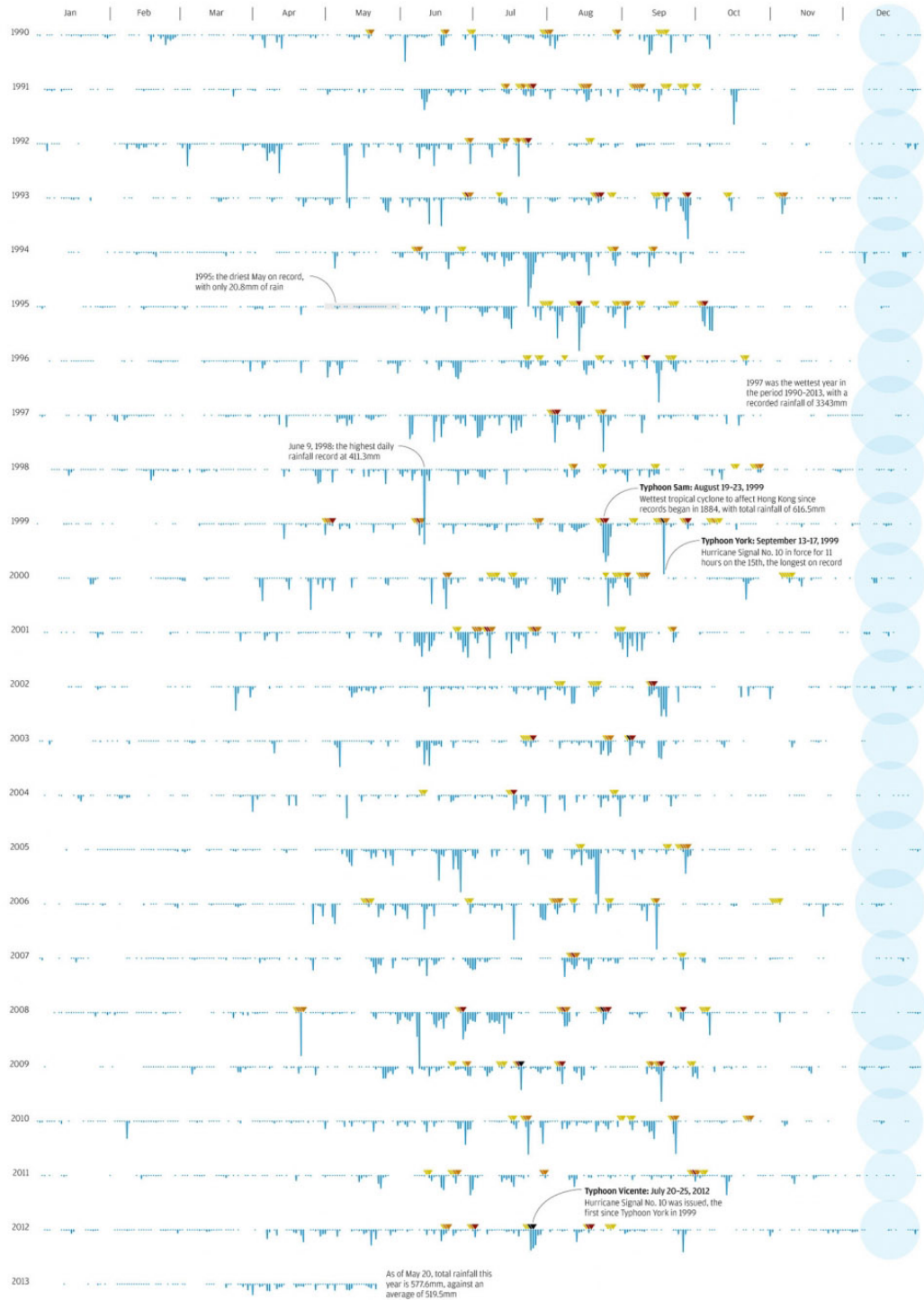
**How to read this infographic**  
 Each year is represented by a row of vertical lines, one for each day. The height of the line indicates the average daily rainfall in millimetres. Triangles show the highest tropical cyclone warning signal for that day

- ▼ Signal 1: standby
- ▼ Signal 3: strong winds
- ▼ Signal 8: gale or storm force winds
- ▼ Signal 9 or 10: increasing strong force winds, hurricane

# Rain patterns

May marks the start of the monsoon season, when umbrellas and wellington boots are everywhere and sunshine is a novelty. Tropical cyclones and typhoons will soon follow, dominating the skies and news channels. Here we look at some of the wettest and driest days since 1990.

**Annual rainfall**  
 Size of circles below shows the total annual rainfall for a given year



Source: Hong Kong Observatory SCMP Graphic: Jane Pong

Figura 80. Gráfico de datos estadístico de diseño original y de autor. Infográfico 2.28 SA

En el grupo 2 el subcódigo *B2.11. Mapas estadísticos* representan un porcentaje medio bajo de recurrencia. Es un recurso muy sustancial y se emplea principalmente para el análisis de datos a partir de las unidades territoriales políticas y administrativas de un país o de un conjunto de países con el propósito de mostrar la distribución en el territorio concerniente a un fenómeno. El subcódigo *B2.11. Mapas estadísticos*, forma parte de las llamadas estructuras híbridas, donde se combinan estructuras espaciales que representan estructuras físicas (mapas) y estructuras espaciales que representan estructuras conceptuales (Engelhardt, 2002).

Algunos ejemplos que destacan son el uso del mapa estadístico para representar y categorizar regiones geográficas que expresan un mayor índice de riesgo en el mundo. Estos datos provienen del Índice Mundial de Riesgo publicado por la "Alianza para el Desarrollo de Obras" y la Universidad de las Naciones Unidas. Los factores que se tuvieron en cuenta para hacer esta evaluación fueron: la región geográfica propensa al peligro natural, la vulnerabilidad a los daños, la capacidad de gestión para reducir los impactos negativos en el caso de un incidente, y la capacidad de adaptación y cambio a largo plazo (véase figura 81).

En otro ejemplo, se plantea el caso hipotético de qué pasaría si los casi 21 millones de kilómetros cúbicos de hielo que representan el 2 por ciento del agua del planeta se llegaran a derretir. A partir de este planteamiento se representa un mapa estadístico de Hong Kong en donde se simula el aumento del nivel del mar en más de 65 metros. Ahí mismo y a través de diferentes tamaños de círculos se representa el número de la población actual que llegaría a estar afectada (véase figura 82).

El subcódigo *B2.7. Mapa vectorial*, *B2.8. Imagen sintética*, *B2.3. Caricatura* y *B2.1. Dibujo esquemático* se utilizan en este grupo en un porcentaje muy bajo de recurrencia. En algunos casos, se emplean solo para atraer la atención del lector, sin que esto necesariamente produzca efectos reales en la comprensión del mensaje. En otros casos, estos recursos cumplen



con una función subordinada; es decir, no suelen ser la imagen principal del infográfico.

Por ejemplo, en un infográfico se muestra un mapa vectorial en donde se representan algunas regiones de Sudáfrica que fueron objeto de investigación debido a que desde mediados de los ochenta hasta el 2005 su población presentó altos índices de infectados de Malaria (véase figura 83); en otro ejemplo se muestra una *imagen sintética* para representar la estructura interna de una mina que contiene más de 100.000 barriles de residuos nucleares que presentan diversas fugas en su estructura. La imagen de la mina presenta ciertos indicadores que localizan las zonas de la fuga (véase figura 84); las *caricaturas* y los *dibujos esquemáticos* en este caso solo se emplearon para atraer la atención del lector, sin que su función sea realmente indispensable.

El subcódigo *B2.6. Diagrama y B2.9. Gráfico de escala de medición*, no se identificaron en este grupo.

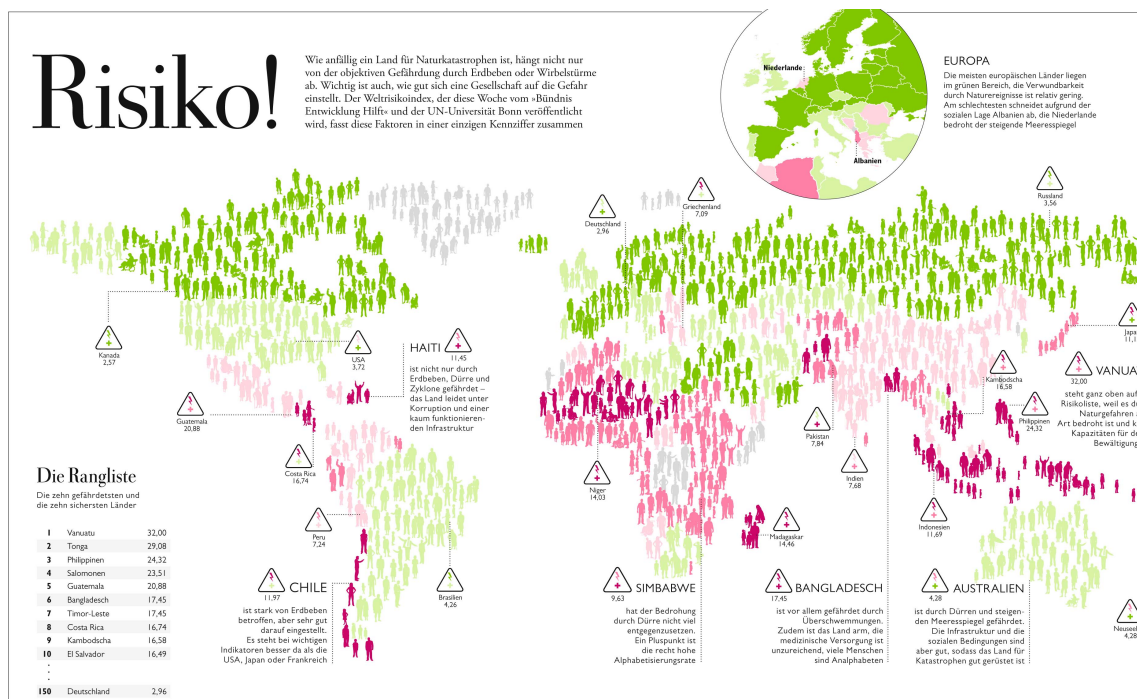
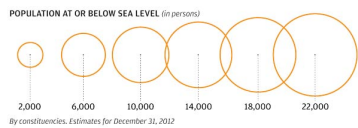
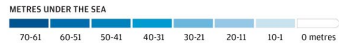


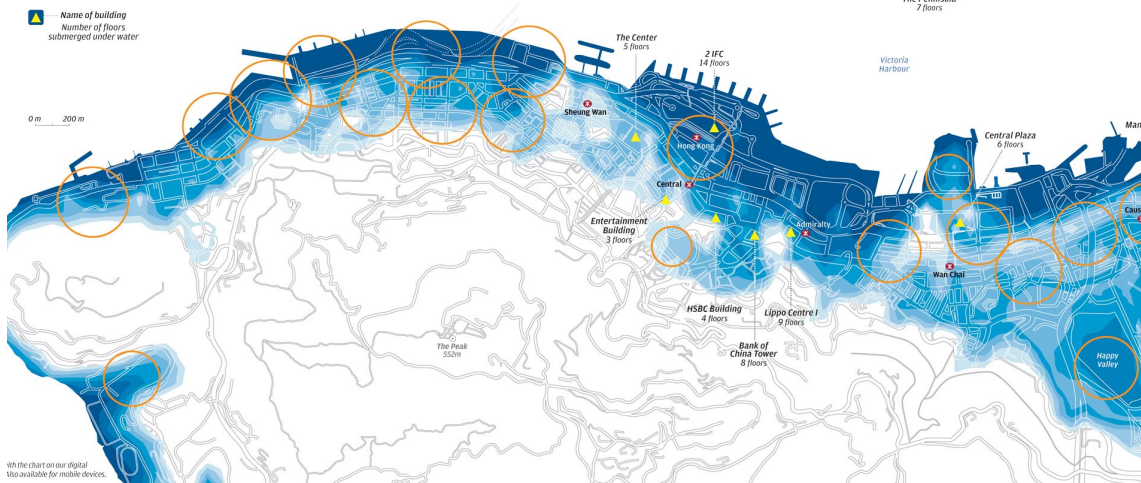
Figura 81. Mapa estadístico que categoriza las regiones geográficas que presentan un mayor índice de riesgo en el mundo. Fragmento del infográfico 1.12 DZ 11

# Under the sea

The earth contains almost 21 million cubic kilometres of ice, or about 2 per cent of the planet's water. As the earth warms, the ice is shrinking. Scientists have warned the Arctic could be free of ice by 2040. If all of the world's ice were to melt, sea levels would rise by more than 65 metres, radically altering shorelines. This is how Hong Kong looks under that scenario



By constituencies. Estimates for December 31, 2012



With the chart on our digital too available for mobile devices.

Figura 82. Mapa estadístico de Hong Kong que muestra el número de la población actual que sería afectada en el supuesto que el agua del planeta aumentará debido al derretimiento de los glaciares. Fragmento del infográfico 1.22 SCMP

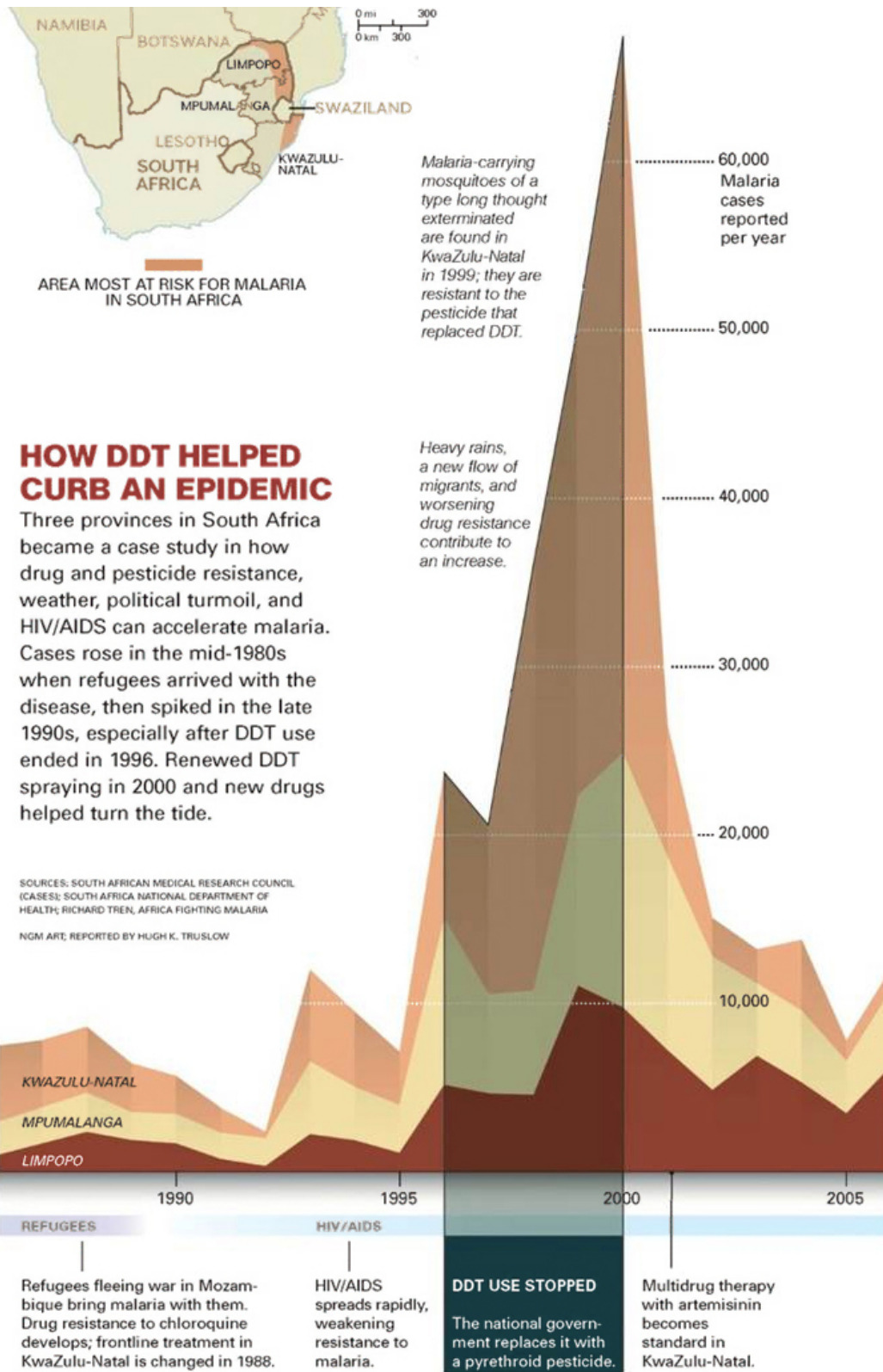


Figura 83. Mapa vectorial que muestra algunas regiones de Sudáfrica que fueron objeto de investigación debido a los altos índices de infectados de Malaria durante 1990 a 2000. Infográfico 2.14 NG 07

# Murks im Untergrund

Undicht, instabil und hochumstritten – im früheren Bergwerk Asse lagern mehr als 100 000 Fässer Atommüll. So sieht der Stollen aus, der fast wöchentlich Schlagzeilen macht



Ein altes, stillgelegtes Salzbergwerk in Niedersachsen, mehrere Hundert Meter unter der Erde – der geeignete Ort, um radioaktive Abfälle sicher zu verwahren? In der Asse, benannt nach dem Höhenzug in der Umgebung, sollte die Endlagerung von Atommüll «reprobiert» werden. Fast 126 000 Fässer schwach- und mittelradioaktiver Abfälle brachte man zwischen 1967 und 1978 hierher. Doch das Projekt für die Ewigkeit ist gescheitert: Die Asse ist nicht «trocken», durch rissiges Gestein und poröse Salzschieften sickert von außen Wasser in die Kammern; immer wieder kommt es zu Zwischenfällen,

sammelt sich kontaminierte Lauge in Pfützen an. Würde nicht ständig Wasser abgepumpt, wäre das Grundwasser wohl längst radioaktiv verseucht. Seit Anfang des Jahres ist die Asse offiziell kein «Versuchsendlager» mehr, sondern ein «endlager vor der Schließung». Die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren zog sich zurück, neuer Betreiber ist das Bundesamt für Strahlenschutz, das derzeit die Optionen einer Schließung prüft. Bis dahin versucht man die Situation unter Kontrolle zu halten. Vergangene Woche wurden an zwei weiteren Stellen kontaminierte Salzlauge entdeckt.

Kernkraftwerke: 67 %



## Wo der Müll herkommt

Kernforschung: 23 %



Industrie: 8 %



Rest: 2 %



Durch den zentralen Schacht führt man in einem Förderkorb in die Asse.

490 bis 750 m

Im August soll in die gesamte Stollflanke der Asse (links) Beton gespritzt werden, um das Bergwerk vor dem Einsturz zu bewahren – und um Zeit zu gewinnen für die Suche nach einer langfristigen Lösung.

511 m

1300 Fässer mittelradioaktiver Abfälle lagern hier. Zuerst wurden sie durch ein Loch in der Decke abgeseigt, später fallen gelassen.

658 m

In Becken und auf Planen werden einströmendes Wasser und entstehende Laugen aufgefangen, bevor sie die darunter liegenden radioaktiven Abfälle erreichen können. Ein Großteil des Wassers wird in einer Kammer in 658 Meter Tiefe gesammelt und abtransportiert.



750 m

In einem Tümpel in Kammer 12 sammelt sich Kalilauge, die mit Cäsium-137 belastet ist – unter anderem durch die Rückstände eines 1973 bei einem Unfall beschädigten Fasses. Zum Teil stammt die Lauge aus einer benachbarten Schicht hochlöslicher Kalisalze.

etwa 750 m

In insgesamt zwölf Kammern an der Südflanke der Anlage lagern etwa 125 000 Fässer mit schwachradioaktiven Abfällen, insgesamt fast 47 000 Kubikmeter. Sie wurden mal liegend, mal stehend gestapelt, teilweise umgekippt und mit Salz und Gestein bedeckt.



Tiefere Kammern böten langfristig mehr Sicherheit. Sie müssten aber noch gebaut werden (siehe unten).

Figura 84. Imagen sintética relacionada a la estructura interna de una mina que presenta fugas inestables de materia radioactiva. Fragmento del infográfico 1.7 DZ 09

### Grupo 3

En el grupo 3 se observó que el código *A2. Objetos gráficos* no representan una tendencia concentrada en determinados tipos de objetos, si no más bien, es común que se combinen o empleen una gran variedad de ellos para agregar diversas capas informativas al infográfico. Los más utilizados en las unidades de muestra son: *B2.2. Ilustración, B2.1. Dibujo esquemático, B2.8. Imagen sintética, B2.7. Mapa vectorial, B2.4. Fotografía, B2.6. Diagrama, B2.5. Mapa raster, B2.3. Caricatura, B2.9. Gráfico de escala de medición y B2.10. Gráfico estadístico de múltiples variables*. No se identificó el *B2.11. Mapa estadístico* en este grupo, quizás porque en la mayoría de los casos son el único y principal recurso visual que se utiliza en los infográficos debido a la complejidad procedimental que requiere su elaboración, por tanto, su enfoque informativo se ve limitado exclusivamente por el análisis datos a partir de las unidades territoriales políticas y administrativas de un país o de un conjunto de países.

Algunos ejemplos que se pueden destacar del código *A2. Objetos gráficos* son: en un infográfico que aborda el tema del Sol en un período de poca o ninguna actividad de manchas solares conocido como mínimo solar. A la derecha, se muestra una imagen (fotografía) de la superficie del Sol tomada el lunes que revela que no hay manchas solares visibles. En contraste la imagen de la izquierda (fotografía) muestra racimos de tamaño de un planeta que corresponde a manchas solares capturadas durante la más reciente actividad en 2001. Ahí mismo, se ilustran algunas imágenes (dibujo esquemático) que explican las causas del porqué se producen las manchas solares. En la parte inferior del infográfico se muestra un gráfico (gráfico de datos estadísticos de serie de tiempo) que expresa los ciclos solares registrados desde 1610 hasta lo que se tiene previsto en el 2010. Por si esto fuera poco, también se presenta otra imagen del Sol (fotografía) de radiación Ultravioleta que evidencia las diferentes temperaturas de la superficie (más fría) y de su atmósfera (más caliente) cuando el sol se encuentra en actividad solar (véase figura 85).

En el siguiente ejemplo se aborda el tema de que pasaría en Nueva York si una oleada de tormenta levantará cinco pies el nivel del mar. Un dato que según autoridades ese es el nivel del mar que se prevé en el 2100 en caso de que sucediera una tormenta como la de 'Sandy'. Como imagen principal se muestra una imagen sintética (producida a través de un modelo de mareas de tempestad por la National Weather Service llamado SLOSH y la US Army Corps of Engineers procedimiento para la traducción de la producción gruesa de un modelo de un mapa detallado de inundación) que simula una inundación en donde se ven algunas de las zonas más importantes de Nueva York afectadas. Aun costado de lado derecho se muestran dos mapas vectoriales que indican y explican la forma de la isla y porque es una región vulnerable a tempestades y mareas. En la parte inferior de lado izquierdo se presentan una serie de dibujos esquemáticos que explican el proceso en que una tormenta va cogiendo fuerza hasta llegar a la costa y la fuerza destructiva que puede provocar. El empleo de diversos tipos de objetos gráficos enriquecen las diferentes capas informativas del mensaje (véase figura 86).

En otro ejemplo se presenta un infográfico que aborda el tema del brote de algas verdes que recientemente ha invadido las aguas del mar Oriental de Shandong, China. Aunque parece inofensivo y divertido para los bañistas, este fenómeno representa un peligro y amenaza masiva para la vida acuática debido a que es inducido por la contaminación humana a través de los fertilizantes y desechos químicos que se vierten en los ríos y luego se incorporan al mar. Este infográfico analiza la situación desde diferentes ángulos: en un primer plano se muestra una ilustración en donde se explica paso a paso el proceso de descomposición de los desechos químicos y los efectos negativos que se producen alrededor de la vida marina. A la derecha (parte superior), se muestra un mapa vectorial que indica las zonas afectadas en el mundo como consecuencia de la reproducción masiva del alga. Abajo de este mapa, se muestra la apariencia física del alga (ilustración) y los animales (dibujos esquemáticos) que representan todas las especies marinas que se encuentran en peligro. De lado izquierdo de la imagen principal (ilustración), se muestra otro mapa vectorial que indica las zonas afectadas en el mar de China.

Ahí mismo (abajo) se muestran dos gráficos que representan la proporción de la zona afectada en kilómetros cuadrados, el primero hace referencia a la zona afectada en Julio 2013, y el segundo hace referencia a la zona afectada en Julio de 2008. El tamaño de los cubos evidencia el crecimiento acelerado de este fenómeno en el 2013 (véase figura 87).

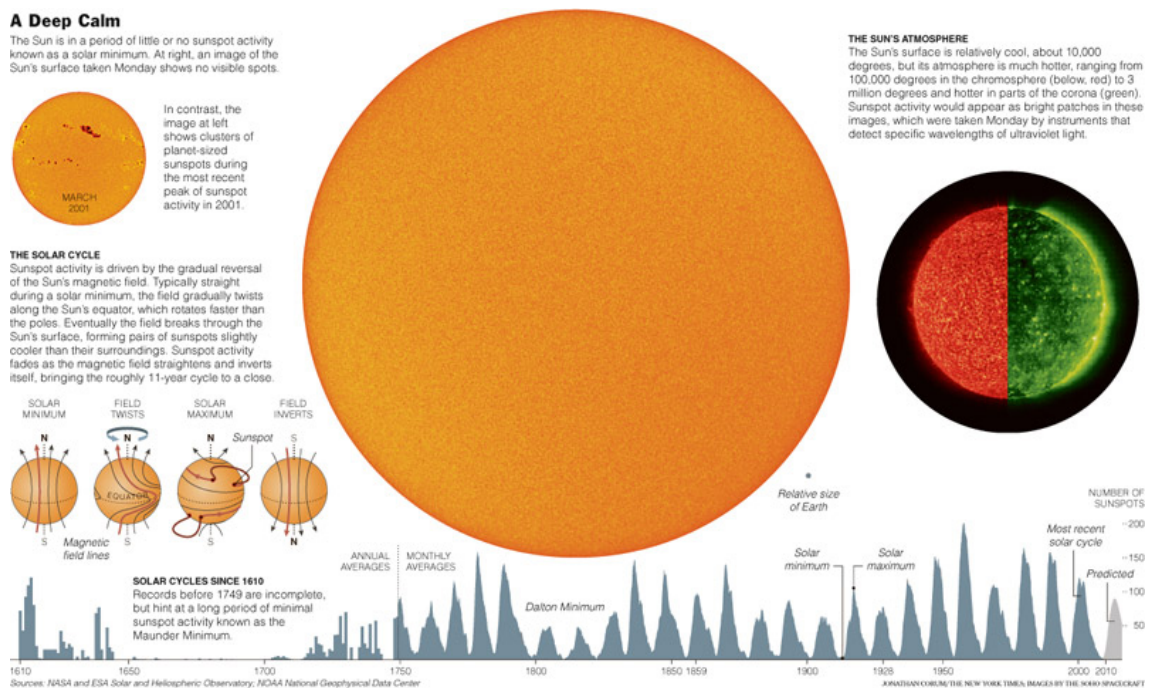


Figura 85. Infográfico 3.4 NYT 09 que emplea diversos tipos de objetos gráficos con el propósito de profundizar en las diferentes capas informativas del mensaje

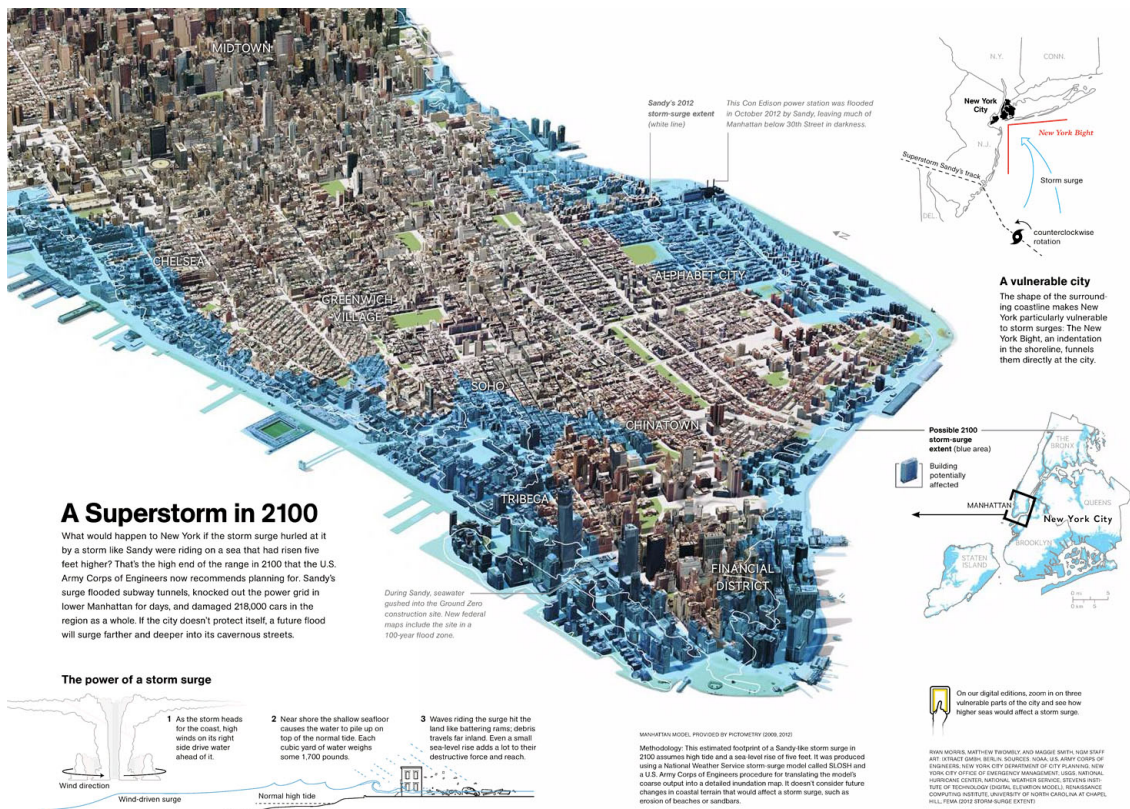


Figura 86. Infográfico 3.4 NYT 09 que emplea diversos tipos de objetos gráficos con el propósito de profundizar en las diferentes capas informativas del mensaje



# The dead zone

An outbreak of green algae, or *hulai* as the Chinese call it, has invaded the seawaters off eastern Shandong. It looks harmless and lots of fun, as beachgoers are pictured frolicking in the green mass. But danger lurks below, with the algae posing a massive threat to aquatic life. Here we examine what lies beyond the layers of tangled seaweed.

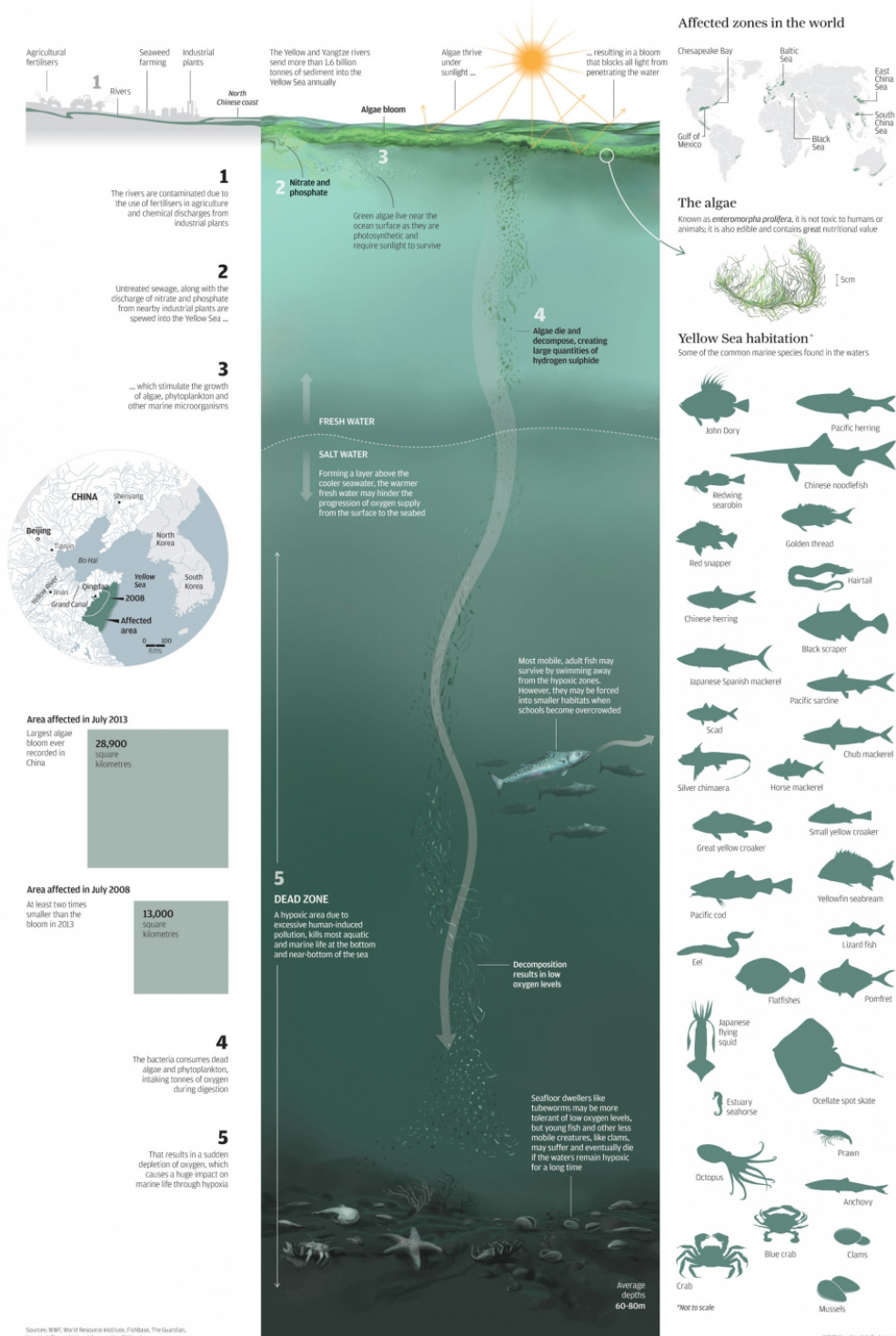


Figura 87. Infográfico 1.20 SCMP 13 que emplea diversos tipos de objetos gráficos para profundizar en las diferentes capas informativas del mensaje

### C. Función comunicativa

En esta categoría de análisis se expresan los porcentajes de recurrencia de aparición de los subcódigos distribuidos en cada uno de los grupos con el objeto de comparar los porcentajes y analizar de manera pormenorizada las características y propiedades cualitativas que distinguen a cada grupo. Para facilitar la presentación de los resultados obtenidos por cada categoría, se han dividido los resultados cuantitativos en tres secciones.

#### C1. Funciones que expresan poca relación con el texto

El código C1. *Funciones que expresan poca relación con el texto*, se refieren a aquellos elementos orientados a expresar un efecto agradable (visualidad), sin que esto produzca efectos reales en la comprensión o en la memoria del lector (Marsh y White, 2003). En este sentido, se debe señalar que la mayoría de las unidades de muestreo analizadas cumplen con esta función de manera implícita, puesto que sus componentes integran un elevado nivel de visualidad, por tanto, todos los grupos expresan un porcentaje elevado de recurrencia.

**Tabla 25. Función comunicativa, funciones que expresan poca relación con el texto y recurrencia por grupo**

C. Función comunicativa			
Códigos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
<b>C1. Funciones que expresan poca relación con el texto</b>			
C1.1. Cambia de ritmo	74%	95 %	74 %
C1.2. Ajusta a estilo	88 %	95 %	90 %
C1.3. Suscita emoción	60 %	0 %	74 %
C1.4. Implica	38 %	90 %	57 %
C1.5. Motiva	76 %	0 %	82 %

Fuente: Elaboración propia

El subcódigo *C1.1. Cambia de ritmo*, se refiere a la interrupción de la continuidad al cambiar a una actividad diferente, lo cual corresponde a ofrecer un nuevo estímulo, algo nuevo o inusual en el texto o imagen. Esta función suele ser muy común sobre todo en el grupo 2 debido a que la composición y diseño de sus elementos (textuales y visuales) tiende a experimentar más y, por tanto, a presentar nuevos estímulos. Por ejemplo, la representación de estructuras híbridas que combinan la representación de una imagen que presenta una estructura física con una estructura conceptual (mapas estadísticos); o el diseño de gráficos de datos de creación propia que representan un estilo muy innovador y creativo.

El subcódigo *C1.2. Ajusta a estilo*, se refiere a la imagen y el texto que coinciden con una misma dimensión estilística; es decir, el texto e imagen se encuentran configurados a través de un método o procedimiento peculiar que expresa personalidad o distinción en el diseño de su estructura sintáctica. Esta función se expresa en todos los grupos de infográficos con un porcentaje alto de recurrencia.

El subcódigo *C1.3. Suscita emoción*, fomenta la respuesta emocional del lector a través de la exhibición de contenido o estilo que es especialmente sorprendente o perturbador; crea un ambiente emocional específico diseñado para atraer al lector. Esta función es común en el grupo 1 y el grupo 2 debido a que se emplea como mecanismo para atraer la atención del lector. Se puede identificar en los títulos o en la imagen principal, donde se busca generar expectativa o espectacularidad por algo.

El subcódigo *C1.4. Implica*, se refiere a mantener la atención del lector sin que el método de atención sea emocional. Esta función se ejerce sobre todo en el *Grupo 2* debido a que los elementos y el diseño de su estructura informativa externa conllevan a lector a detenerse, a explorar e invertir mayor tiempo en la comprensión de sus elementos (textuales y visuales).

El subcódigo *C1.5. Motiva*, se refiere a los elementos que estimulan algunas respuestas del lector no emocionales, como curiosidad o interés por algo. Esta función presenta un porcentaje elevado en el grupo 1 y el grupo 2, debido a que las características de sus elementos (pictóricos) y las estrategias

didácticas que se utilizan para involucrar explicaciones causales, promueven un interés por saber más.

## **C2. Funciones que expresan relación próxima al texto**

El código *C2. Funciones que expresan relación próxima al texto*, se refieren a aquellas funciones donde las imágenes y/o el texto van de la mano para la interpretación del mensaje, uno depende del otro para reforzar su significado.

**Tabla 26. Función Comunicativa, funciones que expresan relación próxima al texto y recurrencia por grupo**

<b>C. Función comunicativa</b>			
<b>Códigos</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
<b>C2. Funciones que expresan relación próxima al texto</b>			
C2.1. Reitera	92 %	46 %	97 %
C2.2. Describe	84 %	60 %	97 %
C2.3. Delinea	20 %	95 %	50 %
C2.4. Ejemplifica	95 %	10 %	95 %
C2.5. Traduce	95 %	90 %	95 %
C2.6. Organiza	96 %	95 %	95 %
C2.7. Ubica	82 %	95 %	87 %
C2.8. Induce perspectiva	92 %	95 %	97 %
C2.9. Relaciona	86 %	5 %	57 %
C2.10. Compara	34 %	0 %	11 %
C2.11. Contrasta	16 %	0 %	37 %
C2.12. Establece paralelismo	80 %	0 %	60 %
C2.13. Concentra	86 %	90 %	83 %
C2.14. Explica	100 %	0 %	85 %
C2.15. Define	64 %	0 %	60 %

Fuente: Elaboración propia

El subcódigo *C2.1. Reitera*, consiste en reafirmar o reforzar el significado de la imagen a través del texto o viceversa. Esta función representa un porcentaje alto de recurrencia sobre todo en el grupo 1 y en el grupo 3.

El subcódigo *C2.2. Describe*, reseña y precisa detalles, características, cualidades y/o circunstancias de algo. Esta función es ejercida sobre todo a través del texto al ofrecer un contexto (sumario) que enriquece la interpretación y el sentido de la imagen. Todos los tipos de infográficos presentan esta función, aunque unos los hacen en menor proporción como el grupo 2, ya que en ocasiones las descripciones que expresa en los sumarios son sumamente cortas y, por tanto, no se logra concretar una descripción como tal.

El subcódigo *C2.3. Delinea*, traduce datos numéricos a una representación visual. Esta función se expresa claramente en el grupo 2 debido a que presenta una tendencia hacia el análisis de datos estadísticos concernientes a hechos noticiosos relativos a la ciencia.

El subcódigo *C2.4. Ejemplifica*, se cumple primordialmente en el grupo 1 y el grupo 2 debido a que en ambos grupos se tiende a ejemplificar a través de modelos (imágenes) que capturan de forma explícita y literal el significado esencial de un concepto.

El subcódigo *C2.5. Traduce*, interpreta y descifra un concepto que convierte de una forma a otra. Todos los grupos de infográficos, en su mayoría, cumplen con esta función ya que de una forma u otra se llega a un proceso de descodificación en donde se utilizan elementos referenciales que comparten el científico y los públicos no expertos.

El subcódigo *C2.6. Organiza*, se refiere a la forma en que se expresa una unidad coherente en la estructura sintáctica del texto e imagen. Todos los grupos de infográficos en su mayoría cumplen con esta función debido a que se pretende dar un orden estructural a los elementos para facilitar su percepción.

El subcódigo *C2.7. Ubica*, se refiere a establecer un momento, lugar o tiempo. Aunque no en todos los grupos de infográficos la alusión al tiempo es relevante (como en el grupo 1), el lugar, en cambio, representa un referente

importante en todos los grupos de infográficos. Por tanto, esta función presenta un elevado porcentaje en todos los grupos.

El subcódigo *C2.8. Induce perspectiva*, se presenta en todos los grupos debido a que inducen al lector de una forma u otra a sopesar la relevancia o importancia del tema. No obstante, en el grupo 3, esta función se ejerce desde una dimensión *pragmática* debido a que en el planteamiento de la información destaca el impacto y/o consecuencias prácticas de un hecho noticioso relativo a la ciencia que pueden derivarse para la vida cotidiana del lector.

El subcódigo *C2.9. Relaciona*, se emplea sobre todo en el grupo 1 y el grupo 3 debido a que utilizan el texto de manera explícita para describir y explicar conceptos que se encuentran presentes tanto en el texto como en las imágenes; es decir, lo que se dice en el texto se dice o se complementa en la imagen, por tanto, existe una relación implícita entre ambos.

El subcódigo *C2.10. Compara*, se emplea sobre todo en el grupo 1 y el grupo 3 debido a que hacen explícitos los elementos destinados a la comparación entre los objetos representados en el texto e imagen. Se utiliza como estrategia didáctica para equiparar las dimensiones o características estructurales de una cosa con otra.

El subcódigo *C2.11. Contrasta*, se emplea sobre todo en el grupo 1 y el grupo 3 debido a que hacen explícitos los elementos destinados al contraste entre los objetos representados en el texto e imagen. Al igual que el subcódigo *C2.10. Compara*, se utiliza como estrategia didáctica para equiparar las dimensiones o características estructurales de una cosa con otra.

El subcódigo *C2.12. Establece paralelismo*, se emplea sobre todo en el grupo 1 y el grupo 3 debido a que las imágenes tienden a mostrar paralelismo o equivalencia con el texto, aunque muestren variaciones con lo presentado, no obstante, el propósito común es complementar el significado de ambos.

El subcódigo *C2.13. Concentra*, es común en los tres grupos de infográficos, ya que la información en la mayoría de las veces se encuentra concentrada en aspectos críticos que interesa resaltar. La concentración se ve manifestada en el tamaño de la imagen y la concentración de texto que le acompaña.

El subcódigo *C2.14 Explica*, se emplea sobre todo en el grupo 1 y el grupo 3 debido a que la construcción del relato informativo involucra un mayor desarrollo de explicaciones causales.

El subcódigo *C2.15. Define*, se emplea sobre todo en el grupo 1 y el grupo 3 debido a que precisa y detalla aspectos esenciales que son clave para entender el mensaje.

### **C3. Funciones que van más allá del texto**

El código *C3. Funciones que van más allá del texto*, se refieren a aquellas funciones donde las imágenes por sí solas incrementan la capacidad cognitiva del lector más allá de lo que el texto puede lograr.

**Tabla 27. Función Comunicativa, funciones que van más allá del texto y recurrencia por grupo**

<b>C. Función comunicativa</b>			
<b>Código</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
<b>C3. Funciones que van más allá del texto</b>			
C3.1. Interpreta	100 %	100 %	100 %
C3.2. Enfatiza	94 %	95 %	95 %
C3.3. Documenta	56 %	90 %	67 %
C3.4. Desarrolla	64 %	95 %	90 %
C3.5. Compara	8 %	85 %	40 %
C3.6. Contrasta	8 %	85 %	37 %
C3.7. Transforma	90 %	95 %	90 %
C3.8. Alterna progreso	4 %	90 %	43 %
C3.9. Modela	100 %	100 %	100 %
C3.10. Modela proceso cognitivo	18 %	95 %	50 %
C3.11. Modela proceso físico	50 %	5 %	60 %
C3.12. Inspira	2%	15 %	10 %

Fuente: Elaboración propia

El subcódigo *C3.1. Interpreta*, se emplea en todos los grupos debido a que representan ideas complejas en forma concreta, algunas de estos en menor o mayor grado de dificultad.

El subcódigo *C3.2. Enfatiza*, se emplea en todos los grupos debido a que proporcionan fuerza o intensidad en la expresión (textual o visual) que le da impresionabilidad o importancia a algo.

El subcódigo *C3.3. Documenta*, se refiere a proporcionar pruebas a través de datos explícitos que atestigüen o demuestren la veracidad de un asunto o tema a tratar, reflejados dentro de la estructura informativa del infográfico. Por ejemplo, la presentación de imágenes fotográficas (ineludible) que capturan la apariencia física de un fenómeno o hallazgo científico, la presentación de datos estadísticos o datos que miden y/o evalúan el comportamiento de un fenómeno. No se debe confundir con las fuentes de documentación que cada documento registra, o con el trabajo de documentación que se hace desde las redacciones para construir el tratamiento de la información. En este sentido, se debe señalar que todos los grupos de infográficos son susceptibles a ejercer esta función.

El subcódigo *C3.4. Desarrolla*, se emplea en los tres grupos de infográficos debido a que amplifican el significado de algo. La sustancia de todo infográfico fundado en un trabajo de documentación se inclina a analizar y profundizar en el conocimiento de algo, por tanto, es evidente que esta función se vea manifestada en los tres grupos.

El subcódigo *C3.5. Compara*, predomina en el grupo 2 debido a que tiende a desarrollar análisis estadístico de múltiples variables donde se logra representar patrones o constantes que pueden ser objeto de comparaciones, un mecanismo que va más allá del texto y que es de gran auxilio para ayudar al pensamiento del lector. El significado del texto, en la mayoría de las veces, queda fuera de este alcance.

El subcódigo *C3.6. Contrasta*, al igual que en la función anterior predomina en el grupo 2 debido a que tiende a desarrollar análisis estadístico de múltiples variables donde se logra representar patrones o constantes que pueden ser objeto de diferencias (contraste), un mecanismo que va más allá



del texto. El significado del texto en la mayoría de las veces queda fuera de este alcance.

El subcódigo *C3.7. Transforma*, se emplea en todos los grupos de infográficos debido a que recodifican en forma concreta la información y proporcionan organización para facilitar el recuerdo. La estructura sintáctica de todo infográfico remite a un orden en el que se prescinde de aquellos detalles que no son relevantes para la comprensión del mensaje, esta discriminación de elementos facilita que aquellos que sí son importantes se vuelvan más visibles.

El subcódigo *C3.8. Alterna progreso*, es una práctica muy común sobre todo en el grupo 2 debido a que la función del texto en relación con la imagen no es reiterativa si no complementaria para seguir el curso de la historia.

El subcódigo *C3.9. Modela* se emplea en todos los grupos de infográficos debido a que proporcionan una descripción utilizada para ayudar a visualizar algo que no se puede observar directamente.

El subcódigo *C3.10. Modela proceso cognitivo*, se emplea sobre todo en el grupo 2 debido a que proporciona la representación visual de un concepto o proceso abstracto.

El subcódigo *C3.11. Modela proceso físico*, se emplea sobre todo en el grupo 1 y en el grupo 3 debido a que las explicaciones causales que involucran en el relato informativo implican la representación visual de procesos materiales o mecánicos de un objeto, fenómeno o ser vivo.

El subcódigo *C3.12 Inspira*, se emplea sobre todo en el grupo 2 debido a que se explora más en el diseño de gráficos de diseño original donde el texto se utiliza como referencia y la imagen por sí sola implica una narrativa visual.

## **4.6. Conclusiones de la segunda fase de análisis de contenido**

En esta segunda fase de análisis se concluye señalando que los resultados provenientes del análisis de contenido de la ICP ayudaron a determinar tres tipos de infográficos que presentan diferentes orientaciones en el tratamiento de la información: a) Infografía de Divulgación Científica y Tecnológica (IDCyT); b) Infografía de Periodismo de Datos de la Ciencia (IPDC) y c) Infografía de Divulgación Periodística de la Ciencia y Tecnología (IDPCyT).

El enfoque informativo que presenta la IDCyT y la IDPCyT se vincula a la situación comunicativa que desempeña el divulgador y el periodista científico. La IPDC por su parte, se vincula a la situación comunicativa que desempeña el periodista científico y el periodista de datos siguiendo un proceso de interpretación de datos procedentes de registros, informes y/o bases de datos suministrados por las ciencias y los científicos naturales, así como el de las especialidades emergentes que nacen alrededor de las ciencias naturales (salud, medioambiente, tecnologías, entre otros) (Elías, 2008).

En adelante, se describen las propiedades de cada uno de los tres tipos de infográficos:

### **a) Infografía de divulgación científica y tecnológica**

#### *Planteamiento informativo*

La IDCyT precisa un planteamiento informativo (*qué se dice*) centrado en el desarrollo de explicaciones causales relacionados a: 1) procesos vinculados al comportamiento de los fenómenos científicos y/o al funcionamiento de objetos o artefactos tecnológicos y 2) descripciones vinculadas a las propiedades o elementos que distinguen un fenómeno, objeto o artefacto tecnológico. A estos planteamientos informativos en ocasiones se le suman otro tipo de cometidos (no se abordan de manera aislada) para complementar y agregar más profundidad a las capas informativas del mensaje: 3) análisis de datos que miden las variaciones de comportamiento de los fenómenos a través

de valores de frecuencia, velocidad, tiempo, distancia, temperatura, entre otros; y 4) interpretación de posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno (visualización de imágenes científicas) en donde se desarrolla un discurso basado en supuestos teóricos o casos hipotéticos que son simulados para exponer casos concretos.

### *Forma comunicativa*

La forma comunicativa de la IDCyT (*¿cómo se dice?*) representa en su mayoría estructuras espaciales físicas con un tipo de correspondencia literal (ilustraciones, dibujos esquemáticos, imágenes sintéticas, mapas, fotografías, entre otros). Este mecanismo es utilizado como medio de traducción y transcodificación que va de un nivel lingüístico especializado al de una representación visual (visualización) materializado en un hecho o proceso físico visible (modelado de proceso físico) en donde se asignan elementos referenciales que comparten el científico y los públicos no expertos (lo que se muestra se basa en la semejanza con el objeto físico o estructura física que se quiere decir). En algunas situaciones concretas también se pueden agregar estructuras espaciales conceptuales con el objeto de representar el análisis de datos que miden las variaciones de comportamiento de los fenómenos (frecuencia, velocidad, tiempo, distancia, temperatura, entre otros) para abordar con mayor profundidad el tratamiento de los mensajes de CyT

De acuerdo con los estudios de Fleming y Levie (1978), las imágenes que presentan un grado de iconicidad (pictórico) son más fáciles de memorizar y acceder a conceptos que aluden a entidades concretas que conceptos asociados a realidades abstractas (no pictórico). Es decir, los conceptos pictóricos en la memoria a largo plazo se vinculan a una imagen mental a través del objeto físico (real) al que se refiere; así, una ilustración pictórica puede evocar no solo términos asociados, sino también, la imagen mental correspondiente. En este sentido, Monterde (2002) señala que las ilustraciones icónicas están mucho más cerca de la realidad representada que del concepto aludido, por oposición a las imágenes de tipo no icónico.

La IDCyT representa información pictórica (literal) empleando diversas técnicas de representación visual que armonizan la información y la hacen más comprensible. De acuerdo con Fernández (1983), este tipo de infográfico se sitúa en un grado de especialización del lenguaje de *primer nivel*. Es decir, un nivel divulgativo dirigido a una audiencia masiva sin ningún conocimiento previo con el objeto de incrementar un saber científico. En cuanto a la forma, este nivel se implica en los medios cuya periodicidad puede llegar a ser diaria (periódicos, diarios, entre otros).

### *Función comunicativa*

Las funciones comunicativas de la IDCyT (*para qué se dice*) adquieren diversos efectos potenciales sobre el receptor: 1) función *estética*, capta la atención del lector a través de la representación de estímulos que suscitan emoción y motivan a la lectura del infográfico, 2) función *explicativa*, emplea técnicas y métodos didácticos que buscan reafirmar, reforzar y hacer comprensible la adquisición y difusión de un conocimiento científico y 3) función *cognitiva*, tiene como principal cometido la *aprehensión* de un conocimiento a través del funcionamiento de las imágenes por sí solas para incrementar la capacidad cognitiva del lector más allá de lo que el texto puede lograr (revelación de la evidencia). De acuerdo con Prieto (2009), esta última función no necesariamente se puede llegar a cumplir, en todo caso, dependerá de la trascendencia de la imagen para llevar a cabo una serie de procesos cognitivos que, aunque emanan del texto, han de desarrollarse con total independencia de este.

## **b) Infografía de periodismo de datos de la ciencia**

### *Planteamiento informativo*

La IPDC determina un planteamiento informativo (*¿qué se dice?*) centrado en la representación gráfica de dimensiones conceptuales relacionadas al análisis de datos estadísticos de múltiples variables que expresan el comportamiento o actuación de los fenómenos a través del tiempo,

enfaticando constantes y/o patrones, vínculos o relaciones encontradas entre más de dos variables que revelan un hecho noticioso relativo a la ciencia. A esta tarea, de forma variable se le suma el planteamiento de posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno (no se abordan de manera aislada) a partir de indicios que son calculados y proyectados en casos concretos con el propósito de complementar o profundizar en las capas informativas del mensaje. Esta labor de interpretación documenta un historial de datos procedentes de los registros, informes, o grandes bases de datos suministrados por las ciencias y los científicos naturales, así como el de las especialidades emergentes que nacen alrededor de las ciencias naturales (Elías, 2008).

### *Forma comunicativa*

La forma comunicativa de la IPDC (*¿cómo se dice?*) representa estructuras espaciales conceptuales con un tipo de correspondencia arbitraria o convencional, es decir, lo que se muestra se entiende por pura convención (gráficos estadísticos, diagramas, gráficos de tiempo, entre otros). Este mecanismo se utiliza para transformar y visualizar datos (modela proceso cognitivo) de un hecho relativo a la ciencia en donde el ojo humano por sí solo no podría ver y, menos aún, interpretar a simple vista un conjunto caótico de datos. La configuración de sus componentes exige un mayor nivel de atención, interés y capacidad resolutive por parte del receptor. En algunas situaciones concretas se pueden agregar estructuras espaciales híbridas (mapas estadísticos, diagramas de tiempo, estadísticos, entre otros) en donde se manifiesta una correspondencia literal y convencional al mismo tiempo (Engelhardt, 2002).

La IPDC representa información cuantitativa que requiere de un mayor grado de complejidad de interpretación debido a que implica la codificación del componente visual a través de entidades abstractas (relaciones cuantitativas) (Carpenter y Shas 1998). Este tipo de infográfico se sitúa en un grado de especialización del lenguaje de *segundo nivel*. Es decir, el grado de especialización del lenguaje periodístico se verá afectado a través de tres

series: la visual lingüística (lenguaje escrito), la visual paralingüística (bastardilla que indica énfasis, los titulares y su tamaño, etc.) y la visual no lingüística (gráficos) (Peltzer, 1991). En cuanto a la forma, este nivel se implica en los medios de periodicidad semanal (revistas semanales o suplementos de los diarios) o programas con secciones especializadas en otros medios (Fernández, 1983).

### *Función comunicativa*

Las funciones comunicativas de la IPDC (*para qué se dice*) adquieren diversos efectos potenciales sobre el receptor: 1) función *estética*, capta la atención del lector a través de la representación de nuevos estímulos que implican al espectador a la lectura del infográfico y 2) función *cognitiva*, persigue la aprehensión de un conocimiento a través del funcionamiento de las imágenes por sí solas (de correspondencia arbitraria o convencional) para incrementar la capacidad cognitiva del lector más allá de lo que el texto puede lograr a través de la interpretación, transformación y modelado de datos que expresan y revelan conceptos representados en forma concreta para facilitar el recuerdo.

## **c) Infografía de divulgación periodística de la ciencia y tecnología**

### *Planteamiento informativo*

La IDPCyT determina un planteamiento informativo (*¿qué se dice?*) centrado en ofrecer un contexto periodístico concerniente a un hecho noticioso relativo a la CyT en donde se destaca la relevancia del tema, impacto o consecuencias de un fenómeno y/o artefacto tecnológico dentro de un contexto social, al tiempo que, se desarrollan explicaciones causales.

### *Forma comunicativa*

La forma comunicativa de la IDPCyT (*¿cómo se dice?*) representa tanto estructuras físicas como estructuras conceptuales. Este mecanismo logra ser un medio de traducción y transcodificación (modela proceso físico), al tiempo que, transforma y visualiza datos (modela proceso cognitivo) sobre un hecho noticioso relativo a la CyT.

La IDPCyT representa información pictórica y cuantitativa. El grado de especialización de lenguaje (*primer nivel y/o segundo nivel*) dependerá del enfoque informativo y peso que se le conceda a cada uno de sus componentes para llevar a cabo determinados fines comunicativos.

### *Función comunicativa*

Las funciones comunicativas de la IDPCyT (*para qué se dice*) adquieren diversos efectos potenciales sobre el receptor: 1) función *estética*, capta la atención del lector a través de la representación de estímulos que pueden suscitar emoción, motivar o implicar a la lectura de los infográficos. Se utilizan estrategias retóricas y visuales destacando aspectos emotivos del mensaje a través de la estructura formal del infográfico: títulos, sub títulos e ilustraciones pictóricas que sobresalen por su grado de espectacularidad; 2) función *explicativa*, emplea técnicas y métodos didácticos que buscan reafirmar, reforzar y hacer comprensible la adquisición y difusión de un conocimiento científico; 3) función *cognitiva*, transforma y modela datos que expresan y revelan conceptos representados en forma concreta para facilitar el recuerdo; y 4) función *pragmática*, induce al lector de una forma u otra a sopesar la relevancia o importancia del tema, es decir, se pone en contexto el impacto y/o consecuencias prácticas que pueden afectar la vida cotidiana del lector proveniente de un hecho noticioso relativo a la CyT.

La función *pragmática* de la IDPCyT manifiesta siete subfunciones comunicativas: *expone*, saca a luz un asunto o hecho noticioso relativo a la CyT por considerarse relevante en un contexto social; *apropia*, implementa y transfiere el sentido común de la ciencia a la vida cotidiana del lector; *ubica*,

poner en contexto los hechos reales delimitados por un momento, lugar o tiempo; *valora*, se toma una actitud crítica ante la información dirigida al destinatario (contextualiza y contrasta); *escenifica*, espectaculariza o teatraliza un hecho noticioso relativo a la CyT; *trasciende*, produce efectos reales que conllevan a la representación social de un conocimiento relativo a la CyT; y *recontextualiza*, establece un lazo comunicativo con el destinatario a través de la reformulación y configuración creativa de los componentes informativos y emotivos del lenguaje (lingüísticos-visuales) para que el destinatario no solo se interese por conocer la información tecnocientífica, sino también, conozca el impacto y/o consecuencias prácticas que pueden derivarse a su vida cotidiana (Alcíbar, 2004).

La IDPCyT se considera como un producto periodístico completo en donde se combinan las propiedades de la IDCyT y la IPDC pero con un tratamiento informativo que va más allá de la mera difusión de los conocimientos relativos a la CyT.



**Tabla 28. Relación de las acciones comunicativas que concurren en cada grupo**

<b>Infografía de divulgación científica y tecnológica</b>	<b>Infografía de periodismo de datos de la ciencia</b>	<b>Infografía de divulgación periodística de la ciencia y tecnología</b>
Explicaciones causales que describe las características, propiedades o elementos que distinguen un fenómeno, objeto, artefacto tecnológico.	_____	Explicaciones causales que describe las características, propiedades o elementos que distinguen un fenómeno, objeto, artefacto tecnológico.
Describe personalidad, rasgos peculiares, aportaciones, y/o descubrimiento de investigadores y/o científicos.	_____	_____
Interpreta posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno.	Interpreta posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno	Interpreta posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno
Explicaciones causales que implican procesos relacionados a un fenómeno científico.	_____	Explicaciones causales que implican procesos relacionados a un fenómeno científico
Explicaciones causales que implican procesos relacionados al funcionamiento de un objeto o artefacto tecnológico	_____	Explicaciones causales que implican procesos relacionados al funcionamiento de un objeto o artefacto tecnológico
_____	Analiza datos estadísticos de múltiples variables concernientes al comportamiento de un fenómeno relativo a la ciencia.	Analiza datos estadísticos de múltiples variables concernientes al comportamiento de un fenómeno relativo a la ciencia
Analiza datos que miden el comportamiento de un fenómeno científico a través de valores que miden su frecuencia, velocidad, tiempo, distancia, temperatura, etc.	_____	Analiza datos que miden el comportamiento de un fenómeno científico a través de valores que miden su frecuencia, velocidad, tiempo, distancia, temperatura, etc.
	Interpreta relaciones, vínculos o variaciones de comportamiento de un fenómeno.	Interpreta relaciones, vínculos o variaciones de comportamiento de un fenómeno.

Fuente: Elaboración propia



## CAPÍTULO 5. MODELO CONCEPTUAL DEL TRATAMIENTO INFORMATIVO DE LA INFOGRAFÍA CIENTÍFICA DE PRENSA

### 5.1. Introducción

El modelo que a continuación se propone representa de forma gráfica un sistema conceptual a través de la integración de componentes y las relaciones que existen entre ellos. Este sistema se refiere al tratamiento informativo de los mensajes que se emiten a través del Infográfico Científico de Prensa (ICP), a través de tres dimensiones:

**Tabla 29. Dimensiones del modelo conceptual del tratamiento informativo de la ICP**

Modelo Conceptual del Tratamiento Informativo del ICP		
<b>Planteamiento informativo</b> ↓ ¿Qué se dice?	<b>Forma comunicativa</b> ↓ ¿Cómo se dice?	<b>Función comunicativa</b> ↓ ¿Para qué se dice?

Fuente: Elaboración propia

El objetivo primordial de este modelo es representar y facilitar la adecuada dimensión y densidad del tratamiento informativo del ICP a través de la configuración de signos de naturaleza icónica (figurativo y no figurativo) y signos de naturaleza abstracta (tipografía) difundidos en los medios informativos impresos. Su utilidad radica en que permite identificar, organizar y pormenorizar el tratamiento informativo del ICP a través de las propiedades y relaciones de sus componentes, así como el modo de actuación que presentan de acuerdo con la situación comunicativa que circunscriben. Por tanto, este modelo puede ser una guía que oriente al proceso de planeación y diseño de los mensajes científicos dirigidos a un público no especialista, ya que ofrece un marco referencial de soluciones comunicativas para razonar sobre las propuestas pertinentes que se adecuen a los objetivos comunicativos que se persiguen.

En este sentido, este modelo está dirigido a todo aquel profesional de la comunicación que se encuentra inmerso en la planeación, producción y diseño

de los mensajes de Ciencia y Tecnología (CyT) difundidos en los medios informativos impresos. La configuración y propiedades de los elementos que integran este modelo, se ha fundamentado, principalmente, en los resultados obtenidos del análisis de contenido del tratamiento informativo del ICP descrito en el capítulo anterior. En este sentido, se debe señalar que es un modelo origen deductivo que ofrece un marco referencial y no absoluto, sobre cómo se pueden plantear y abordar los mensajes de CyT en los medios informativos impresos a través de la infografía de prensa.

## 5.2. Estructura general del modelo

La estructura general del modelo conceptual del tratamiento informativo del ICP se ha diseñado tomando como referencia ontológica la teoría de conjuntos. Esta teoría, a pesar de que procede de una rama de las matemáticas en donde se estudian las propiedades y relaciones de los conjuntos, se ha tomado como herramienta para la formulación de un modelo conceptual del tratamiento informativo de ICP en donde se destinan entidades abstractas que estudian la función y relación de sus elementos (conjunto) como propiedades y conjunto de un sistema (Keith, 2005).

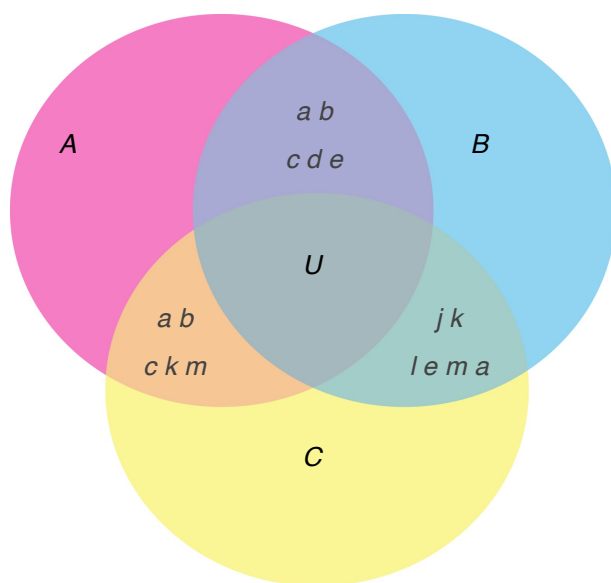
En este sentido, se ha utilizado como instrumento de representación visual la estructura del diagrama de Venn (esquemas) por ser uno de los diagramas más útiles en la teoría de conjuntos. El concepto de conjunto se refiere a una colección o clase de objetos definidos como pueden ser: números, personas, letras, entre otros. Estos objetos se llaman *elementos* o *miembros* del conjunto (Luetich, 2001).

Este diagrama muestra colecciones (*conjuntos*) de cosas (*elementos*) a través de tres conjuntos cerrados en donde se representan 7 regiones que enfatizan, principalmente, relaciones de intersección destacando características en común (quedan fuera del modelo conceptual las relaciones de inclusión y disyunción) sin cambiar la posición relativa de los conjuntos. Los círculos exteriores (región rosa, azul y amarillo) abarcan todos los elementos bajo consideración como entidades abstractas donde comparten un conjunto universal ( $U$ ), situado en el centro de su intersección (región gris).

Es usual denotar los conjuntos por letras mayúsculas ( $A$ ,  $B$  y  $C$ ) y los elementos de los conjuntos se representan por letras minúsculas ( $a$ ,  $b$  y  $c$ ). Al definir un conjunto por sus elementos se escribe

$$A = \{ a, b, c, d \}$$

separando los elementos por coma y encerrándolos entre llaves  $\{ \}$ . Esta, es una forma básica de tabular un conjunto (Keith, 2005).



**Figura 88. Estructura general del modelo conceptual del tratamiento informativo del ICP**

La intersección de los conjuntos  $A$  y  $B$  es el conjunto de los elementos que son comunes a  $A$  y  $B$ , esto es, de aquellos elementos que pertenecen a  $A$  y que también pertenecen a  $B$ . Se denota la intersección de  $A$  y  $B$  por:

$$A \cap B$$

La intersección de los conjuntos  $B$  y  $C$  es el conjunto de los elementos que son comunes a  $B$  y  $C$ , esto es, de aquellos elementos que pertenecen a  $B$  y que también pertenecen a  $C$ . Se denota la intersección de  $B$  y  $C$  por:

$$B \cap C$$

La intersección de los conjuntos  $C$  y  $A$  es el conjunto de los elementos que son comunes a  $C$  y  $A$ , esto es, de aquellos elementos que pertenecen a  $C$  y que también pertenecen a  $A$ . Se denota la intersección por:

$$C \cap A$$

Las regiones de intersección corresponden a entidades abstractas en donde se comparten características o propiedades en común (elementos).

### **5.3. Modelo conceptual del tratamiento informativo de la infografía científica de prensa**

De acuerdo con la estructura general del modelo descrito anteriormente, se presentan tres diagramas con la misma estructura que, de manera independiente, describen y explican las diferentes dimensiones semánticas que conforman el modelo conceptual del tratamiento informativo del ICP. Cada diagrama representa una dimensión de estudio (planteamiento informativo, forma comunicativa y función comunicativa) a partir de tres entidades abstractas permanentes ( $A$ ,  $B$  y  $C$ ) que forman parte de los conjuntos correspondiente a un sistema (tratamiento informativo del ICP). Dependiendo de la dimensión de estudio que se aborde, se representan los elementos de los conjuntos que comparten entre ellos con el objetivo de denotar y connotar propiedades, relaciones y funciones.

En este sentido, se toman como conjuntos permanentes a  $A$ ,  $B$  y  $C$  (áreas circulares de colores). En donde  $A$ ,  $B$  y  $C$  representan los diversos enfoques u orientaciones informativas de los infográficos identificados en esta investigación:

*A = Infografía de Periodismo de Datos de la Ciencia*

*B = Infografía de Divulgación Científica y Tecnológica*

*C = Infografía de Divulgación Periodística de la Ciencia y  
Tecnología*

Los elementos de los conjuntos se representan por letras minúsculas ( $a$ ,  $b$  y  $c$ ), y cambian de entidad abstracta de acuerdo con la dimensión de estudio

que se aborde. Estos se encuentran representados en las áreas de intersección de los conjuntos.

### 5.3.1. Diagrama correspondiente al planteamiento informativo

El planteamiento informativo se refiere a *qué se dice* en los mensajes a partir de los conjuntos permanentes a *A*, *B* y *C* (áreas circulares de colores), los cuales representan los tres tipos de infografías científicas de prensa. Los elementos de los conjuntos de esta dimensión de estudio representan propiedades y características relacionadas al énfasis que se le da al enfoque informativo de cada conjunto (*A*, *B* y *C*) a través de las preguntas periodísticas a las que responden en el relato informativo. Estos elementos se representan en letras minúsculas.

En las áreas de intersección (área de color naranja, lila y verde) se representan y enfatizan las preguntas periodísticas que engloban el enfoque del relato informativo. Por ejemplo, el conjunto *A* presenta un planteamiento informativo centrado primordialmente en el *cómo* (*e*) y en el *cuánto* (*h*). Estos elementos se comparten en el conjunto *B*; el conjunto *B* presenta un planteamiento informativo centrado primordialmente en el *cómo* (*e*), en el *porqué* (*f*), en el *cuál(es)* (*j*), en el *para qué* (*j*) y en el *con qué* (*i*). Estos elementos se comparten en el conjunto *C*; el conjunto *C* presenta un planteamiento informativo centrado primordialmente en el *cuándo* (*b*), en el *quién(es)* (*d*), en el *cuánto* (*h*), en el *dónde* (*c*) y en el *cómo* (*e*). Estos elementos se comparten en el conjunto *A*.

El área de intersección en común de todos los conjuntos (*a*) corresponde al *qué*. Esta pregunta engloba el asunto o tema tratar caracterizado por un mismo objetivo en común, informar sobre ciencia.

Por tanto, el planteamiento informativo de los conjuntos (*A*, *B* y *C*) queda determinada por los siguientes elementos:

$$A = \{ a, b, c, d, e \}$$

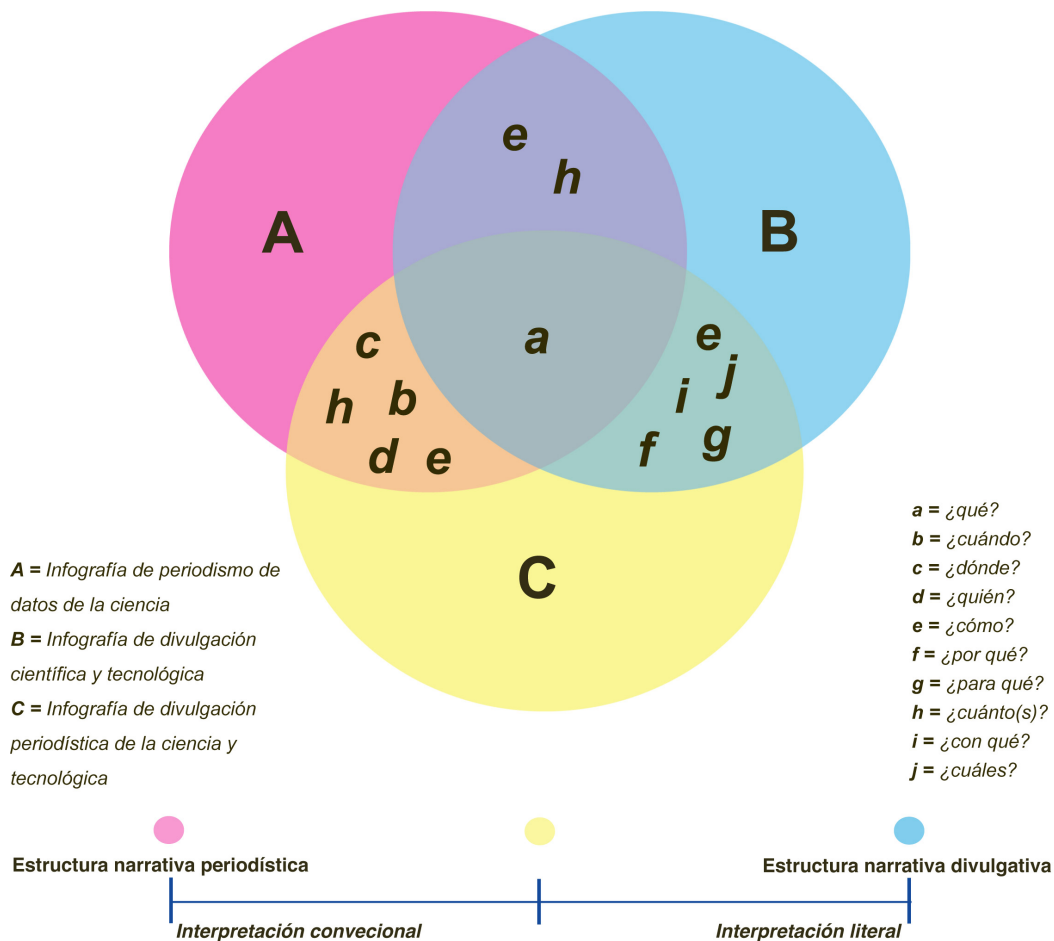
$$B = \{ a, e, f, g, h, i, j \}$$

$$C = \{ a, b, c, d, e, f, g, h, i, j \}$$

La línea horizontal que se encuentra en la parte inferior del diagrama sugiere una escala que expresa la orientación y la intensidad del enfoque informativo que presentan los conjuntos *A* (color rosa), *B* (color azul) y *C* (color amarillo). De lado izquierdo, se muestra una tendencia hacia la representación de una estructura narrativa periodística (*qué, cuándo, dónde, quién, cómo, por qué y para qué*), la cual se relaciona por ubicación y color al conjunto *A*. De lado contrario (derecha), se muestra una tendencia hacia la representación de una estructura narrativa divulgativa (*qué, dónde, cómo, por qué, para qué, con qué y cuáles*), la cual se relaciona por ubicación y color al conjunto *B*. La línea intermedia expresa una dualidad de ambas estructuras, la cual se relaciona por ubicación y color con al conjunto *C* (véase figura 64).



## Planteamiento informativo de la infografía científica de prensa



**Figura 89.** Diagrama que representa las preguntas periodísticas que más se enfatizan de acuerdo con los diversos planteamientos informativos que presenta la ICP

Fuente: Elaboración propia

### **5.3.2. Definición y características de los elementos del conjunto A**

La *infografía de periodismo de datos de la ciencia* (A) enfatiza el tratamiento informativo en el *cómo* (e), en el *cuánto* (h) y el *cuándo* (b) a través de la representación gráfica de dimensiones conceptuales relacionadas al análisis de datos estadísticos de múltiples variables que expresan el comportamiento o actuación de los fenómenos a través del tiempo enfatizando constantes y/o patrones, vínculos o relaciones encontradas entre más de dos variables que revelan un hecho noticioso relativo a la ciencia proveniente de grandes bases de datos, resultados y/o informes científicos.

A esta tarea en ocasiones se le suma el planteamiento de posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno que podría ocurrir en un futuro (no se abordan de manera aislada). Este se basa en pronósticos a partir de indicios que son calculados y proyectados en casos concretos con el propósito de complementar y/o profundizar en las capas informativas del mensaje. Esta labor de documentación interpreta un historial de datos que es usado para argumentar el relato informativo actual y predecir posibles escenarios en un futuro.

Los actores (*¿quién?*) representan un aspecto crucial en el tratamiento informativo de este infográfico debido a que el relato informativo toma como fuente informativa a los actores para argumentar y fundamentar el análisis de los datos estadísticos. Los principales actores que se reconocen son: países que se desenvuelven como protagonistas del relato informativo y/o como variables de análisis. Organismos Internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas; sociedad civil; Dependencias Gubernamentales de investigación y servicios; Universidades, centros de investigación e investigadores, academias de ciencia y agencias espaciales.

La temporalidad (*¿cuándo?*) es un aspecto clave en el tratamiento informativo del infográfico debido a que el relato informativo expresa el comportamiento de un fenómeno a lo largo de un período de años o décadas en donde se puede implicar o combinar el pasado, presente y el futuro.

Los espacios físicos, por su parte (*¿dónde?*), designan regiones geográficas delimitadas por aspectos geopolíticos en donde no necesariamente se visualizan, sino más bien, se identifican como contexto informativo.

Las fuentes de documentación en el tipo A se abastecen principalmente de: Dependencias y/o Institutos Gubernamentales; Organismos internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas así como los de carácter intergubernamental; Universidades, centros de investigación e investigadores, academias de ciencia, agencias espaciales y empresas privadas.

### **5.3.3. Definición y características de los elementos del conjunto B**

La *infografía de divulgación científica y tecnológica (B)* enfatiza el enfoque del relato informativo en el *cómo (e)* y en el *por qué (f)* a través del desarrollo de explicaciones causales relacionados al comportamiento de un fenómeno científico o el funcionamiento de un objeto o artefacto tecnológico. A partir de este contexto es habitual implicar definiciones, clasificaciones y procesos (*¿cuáles?*). Ahí mismo se puede destacar la importancia del tema y su contribución al avance de la ciencia (*¿para qué?*).

A esta tarea, en ocasiones se le suman otro tipo de cometidos (no se abordan de manera aislada), por ejemplo, el análisis de datos (*¿cuántos?*) que miden y expresan el comportamiento de un fenómeno científico basado en valores o escalas de medición de frecuencia, velocidad, tiempo, distancia, temperatura, entre otros; y el planteamiento de posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno (visualización de imágenes científicas) basado en supuestos teóricos o casos hipotéticos que son simulados para exponer casos concretos. A través de este enfoque se puede distinguir el método y/o las herramientas tecnológicas utilizadas para llevar a cabo el proceso de visualización científica (*¿con qué?*).

Los espacios físicos, por su parte (*¿dónde?*), designan regiones geográficas; regiones que forman parte de una estructura perteneciente a un cuerpo relacionado a un ser vivo u objeto (la memoria se localiza en la región

de la corteza cerebral); o simplemente puede no distinguir ninguno de los espacios físicos señalados con anterioridad.

Los actores (*¿quién?*) no representan un aspecto crucial en la estructura narrativa del infográfico debido a que el relato informativo, en la mayoría de las veces, no reconoce actores. En todo caso cuando se identifican estos, se hace referencia a un ser vivo sujeto a estudio; a los investigadores como fuentes o responsables de un hecho o hallazgo científico; a las Universidades, centros de investigación e investigadores responsables de dirigir un proyecto de investigación; a los Organismos Internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas y a las agencias espaciales.

La temporalidad (*¿cuándo?*) no es un aspecto preponderante en la estructura narrativa del infográfico debido a que el relato informativo se expresa de manera atemporal. En todo caso, cuando se hace alusión al tiempo se refiere a hechos ocurridos en el pasado.

Las fuentes de documentación del tipo *B* se abastecen principalmente de: Universidades, Centros de Investigación e Investigadores, Academias de Ciencia, etc.; científico(s) o especialista(s) a través de entrevistas y/o recopilaciones; libros, enciclopedias o manuales especializados, revistas o sitios web. Dependencias y/o Institutos Gubernamentales; Organismos internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas así como los de carácter intergubernamental y artículos de revistas científicas especializadas (*peer-reviewed scientific journal*).

#### **5.3.4. Definición y características de los elementos del conjunto C**

La *infografía de divulgación periodística de la ciencia y tecnología (C)* enfatiza el enfoque del relato informativo en el *cómo (e)* y en el *para qué (g)* a través de un contexto periodístico donde se destaca el impacto y las consecuencias de un hecho relativo a la ciencia y tecnología dentro de un contexto social, al tiempo que puede desarrollar explicaciones causales que aborden el comportamiento de los fenómenos o el funcionamiento de los artefactos tecnológicos (*¿cómo?, ¿porqué? y ¿con qué?*). A estas tareas, en

ocasiones, se le puede sumar otro tipo de cometidos (no se abordan de manera aislada); por ejemplo, el análisis de datos que miden y expresan el comportamiento de un fenómeno científico basado en valores de frecuencia, velocidad, tiempo, distancia, temperatura, etc., o el análisis de datos estadísticos de múltiples variables (visualización de datos) concernientes al comportamiento de un fenómeno basados en resultados y/o hallazgos científicos que enfatizan los vínculos o relaciones encontradas entre más de dos variables (*¿cuántos?*); y el planteamiento de posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno (visualización de imágenes científicas) basado en supuestos teóricos, casos hipotéticos o pronósticos a partir de indicios que son simulados o calculados para exponer casos concretos.

Los actores (*¿quién?*) representan un aspecto importante en la estructura narrativa del infográfico debido a que integran una gran diversidad de tipos de actores, no obstante, no existe una tendencia predominante por algún tipo de actor y, por el contrario, se implica a más de un actor en el relato informativo. Los actores que más se reconoce son: países; Dependencias y/o Institutos Gubernamentales; científico o especialista; agencias espaciales; sociedad civil; empresas privadas; seres vivos; Organismos Internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas; universidades, centros de investigación e investigadores responsables de dirigir un proyecto de investigación; así como medios de comunicación.

Los espacios físicos, por su parte (*¿dónde?*), designan regiones geográficas y/o regiones que forman parte de una estructura perteneciente a un cuerpo relacionado a un ser vivo u objeto.

La temporalidad (*¿cuándo?*) es un aspecto clave en la estructura narrativa del infográfico debido a que el relato informativo se centra en hechos relativos a la ciencia y tecnología en un contexto, sobre todo, actual (presente), a partir de esta temporalidad se pueden hacer referencia a hechos ocurridos en el pasado para poner en contexto la situación actual o implicar el pronóstico de hechos posibles de suceder en un futuro.

Las fuentes de documentación en el IDCyT se abastecen principalmente de todas las fuentes señaladas con anterioridad y es muy susceptible de implicar más de tres fuentes de documentación diferentes: Universidades,

Centros de Investigación e Investigadores, Academias de Ciencia, entre otros; artículos de revistas científicas especializadas (*peer-reviewed scientific journal*); científico(s) o especialista(s) a través de entrevistas y/o recopilaciones; libros, enciclopedias o manuales especializados, revistas o sitios web; Dependencias y/o Institutos Gubernamentales; Organismos internacionales pertenecientes al Sistema de las Naciones Unidas así como los de carácter intergubernamental; agencias espaciales; empresas privadas; medios de comunicación y agencias de noticias.

#### **5.4. Diagrama correspondiente a la forma comunicativa**

La forma comunicativa se refiere a *cómo se dicen* los mensajes en los conjuntos permanentes a *A*, *B* y *C* (áreas circulares de colores) a partir de los elementos morfosemánticos que conforman la estructura externa del ICP. Los elementos (*k*, *l*, *m* y *n*) de los conjuntos *A*, *B* y *C* representan propiedades y características distintivas en su tratamiento informativo reflejados a través de los diferentes tipos de *objetos textuales* (*k*) y *objetos gráficos* (*l*, *m* y *n*).

Los *objetos textuales* (*k*) al encabezar el eje general de la información de los conjuntos *A*, *B* y *C* se encuentran en el área de intersección común de todos los conjuntos (área de color gris). No obstante, su tratamiento informativo varía en razón del planteamiento informativo que distingue cada conjunto (ver tabla 2).

Por su parte, los *objetos gráficos* (*m*, *n* y *l*) encabezan el eje específico de la información desde diferentes aproximaciones. Esto se debe a que adquieren diferentes niveles de representación de acuerdo con su modo de expresión (figurativo y no-figurativo) y el papel informativo que desempeñan, en consecuencia, adoptan diferentes tipos de correspondencia: *literal*, *convencional* o *literal y convencional*.



En las áreas de intersección (área de color naranja, lila y verde) se representan y enfatizan los *objetos gráficos* y el tipo de correspondencia que distinguen. Por ejemplo, el conjunto *A* presenta una forma comunicativa basada en la representación de objetos gráficos con un tipo de correspondencia literal (*l*) y un tipo de correspondencia literal y convencional (*m*). Estos elementos se comparten aunque con diferente tratamiento en el conjunto *B*; el conjunto *B* presenta y reitera su forma comunicativa primordialmente basada en la representación de objetos gráficos con un tipo de correspondencia literal (*l*) y *convencional* (*n*). Estos elementos se comparten en el conjunto *C*, y presenta una forma comunicativa basada en la representación de objetos gráficos con un tipo de correspondencia convencional (*n*). Estos elementos se comparten en el conjunto *A*.

Los objetos gráficos de correspondencia literal (*l*) se distinguen a través de ocho tipos de imágenes: *ilustración* (*l<sub>1</sub>*), *dibujos esquemáticos* (*l<sub>2</sub>*), *imágenes sintéticas* (*l<sub>3</sub>*), *fotografía* (*l<sub>4</sub>*), *mapa raster* (*l<sub>5</sub>*), *mapa vectorial* (*l<sub>6</sub>*), *caricatura* (*l<sub>7</sub>*), *diagramas* (*l<sub>8</sub>*); los objetos gráficos de correspondencia literal y convencional (*m*) se distinguen a través de dos tipos de gráficos: *mapas estadísticos* (*m<sub>1</sub>*) y *modelado físico de datos* (*m<sub>2</sub>*); y los objetos gráficos de correspondencia convencional (*n*) se distinguen a través de dos tipos de gráficos: *los gráficos estadísticos* (*n<sub>1</sub>*) y *los gráficos de datos de escala* (*n<sub>2</sub>*).

En este sentido, queda determinada la forma comunicativa de los conjuntos a través de los siguientes elementos:

$$A = \{ k, l, l_6, m, m_1, n, n_1 \}$$

$$B = \{ k, l, l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7, l_8, m, m_2, n, n_2 \}$$

$$C = \{ k, l, l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7, l_8, m, m_1, m_2, n, n_1, n_2 \}$$

La línea horizontal (situada en la parte inferior del diagrama) como se ha señalado anteriormente, sugiere una escala que expresa la orientación e intensidad del enfoque informativo que presentan los tipos de infográficos (estructura narrativa periodística a estructura narrativa divulgativa) donde la línea intermedia representa la dualidad de ambos tipos de estructuras.



#### **5.4.1. Definición y características de los objetos textuales (k) de los conjuntos A, B y C**

Los objetos textuales (*k*) como se ha señalado anteriormente, tienen como principal tarea encabezar el eje general de la información a través de *títulos, sumarios, subtítulos, etiquetas de texto vinculadas a la imagen, créditos y fuentes de documentación*. Estos dos últimos no forman parte directa de la estructura informativa del ICP, por tanto, no se toman como referencia en esta dimensión. El tratamiento informativo de estos elementos (*k*) varía en razón del planteamiento informativo que distinguen los conjuntos *A, B y C*.

Las siguientes tablas definen y enfatizan de manera pormenorizada el tratamiento informativo de los elementos (*k*) de acuerdo con el conjunto al que pertenecen (*A, B y C*).

**Tabla 30. Tratamiento de los objetos textuales del conjunto A**

Tratamiento informativo de los objetos textuales del conjunto A		
Denominación	Planteamiento	Ejemplo
<p><b>Títulos</b> Expresan de forma condensada el asunto o tema a tratar.</p> <p>La pregunta periodística a la que responden es al <i>qué</i>.</p> <p>No sobrepasan más de 6 palabras.</p>	<p>El tratamiento de los <i>títulos</i> hace referencia a hechos noticiosos relacionados al comportamiento de un fenómeno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 'Contando calorías'</li> <li>- 'Riesgo!'</li> <li>- '¿Quién puede conseguir un desarrollo limpio?'</li> <li>- 'Tiempo loco'</li> <li>- 'Falsas esperanzas'</li> <li>- 'El Perfil de la contaminación'</li> <li>- 'Los patrones de lluvia'</li> <li>- 'Fiebre de primavera'</li> <li>- 'Una retirada de hielo global'</li> <li>- 'Una sorpresa en los gases de efecto invernadero',</li> <li>- 'Basura en el espacio', etc.</li> </ul>
<p><b>Subtítulos</b> Cumplen un rol informativo que complementa o reitera la información que designa el título a través de una descripción textual más detallada y concreta relacionada a un hecho noticioso.</p> <p>Su uso es opcional y no sobrepasan más de 12 palabras.</p> <p>La pregunta periodística a la que responden es al <i>qué y al cómo</i>, etc.</p>	<p>El <i>subtítulo</i> complementa la información del <i>título</i> al mostrar un rol informativo muy ambiguo.</p>	<p><b>Título:</b> 'Agua Adentro, Agua Afuera'</p> <p><b>Subtítulo:</b> 'Gran parte de los recursos para mantener la vida se comercializan a través de las fronteras nacionales'</p>
		<p><b>Título:</b> 'Falsas Esperanzas'</p> <p><b>Subtítulo:</b> 'La tasa de aumento de la temperatura mundial puede haber alcanzado una meseta, pero una crisis climática aún se cierne en un futuro próximo'</p>
		<p><b>Título:</b> '¿Quién puede conseguir un desarrollo limpio?'</p> <p><b>Subtítulo:</b> 'Para enriquecerse varios países emergentes aumentan su contaminación. Esto es inevitable'</p>
<p><b>Sumarios</b> Designa el relato de una historia que expresa un hecho noticioso relativo a la ciencia en donde se destaca la actuación de un fenómeno basado en la interpretación de informes o resultados.</p>	<p>Historia que plantea posibles escenarios o consecuencias basadas en pronósticos a partir de indicios que son calculados y proyectados en forma concreta.</p>	<p>Groenlandia y la Antártida se hundirán en los próximos siglos, los mares podrían crecer 20 pies (los mares de hielo flotante también disminuyeron, sin embargo, estos nos afectan el nivel del mar). El encogimiento de glaciares de montañas (tabla) secaría los ríos y alteraría las tierras.</p>

<p>Su extensión varía en virtud de la profundidad de la historia. El rango de número de palabras puede ir de 37 a 404 palabras.</p> <p>Las preguntas periodísticas a las que suelen contestar son al <i>qué, quién(es), dónde, cuándo, cómo, con qué, cuánto(s) y porqué.</i></p>	<p>Historia en donde se enfatizan los patrones y/o contantes de comportamiento de un fenómeno a partir de la interpretación de datos.</p>	<p><i>Cada vez que llueve se desbordan los ríos y las tormentas devastan el país, a partir de esto se hace la pregunta: Se le puede preguntar a la ciencia o a los seguros: ¿Son estos los precursores del cambio climático?. El meticuloso monitor de los desastres meteorológicos se produce con mucha frecuencia. La mayoría tienen miedo de las tormentas, su número ha aumentado.</i></p>
---	---	--

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 31. Tratamiento informativo de los objetos textuales del conjunto B**

Tratamiento informativo de los objetos textuales del conjunto B		
Denominación	Planteamiento	Ejemplo
<p><b>Títulos</b> Presentan diversas formas en las que expresan el asunto o tema a tratar de manera generalizada y condensada.</p> <p>La pregunta periodística a la que responden es al <i>qué</i>.</p> <p>No sobrepasan más de 10 palabras.</p>	<p>Procesos o acciones relacionados a un fenómeno, ser vivo u objeto o artefacto tecnológico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>'Un radical corriente en chorro libera un tiempo extremo'</i></li> <li>- <i>'Estocada de alimentación'</i></li> <li>- <i>'Cómo construir un robot serpiente'</i></li> </ul>
	<p>Conducen a un espacio físico por las características que distinguen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>'Una mirada al Interior del núcleo de la Luna fundida'</i></li> <li>- <i>'Arrecifes monumentales de Australia'</i></li> <li>- <i>'Conduciendo a una parte de las galaxias'</i></li> </ul>
	<p>Implicar metáforas relacionadas de algún suceso o fenómeno científico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>'Un mundo de juego'</i></li> <li>- <i>'Sacudiendo la tela del universo'</i></li> <li>- <i>'Cazadores de ecos'</i></li> </ul>
	<p>Denotan resultados relacionados a un hallazgo o fenómeno científico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>'La diferencia es del 1 %'</i></li> <li>- <i>'Mapeo de los desórdenes humanos'</i></li> <li>- <i>'La masa de la Tierra clasificada por tipo de paisaje'</i></li> </ul>
	<p>Implican sucesos o acontecidos ocurridos en el pasado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>'El surgimiento de los mamíferos'</i></li> <li>- <i>'Como era Europa'</i></li> <li>- <i>'Una historia formada por fuerzas oscuras'</i></li> </ul>
	<p>Expresan características distintivas relacionadas a un ser vivo, fenómeno, objeto o artefacto tecnológico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>'Guepardos, diseñados para correr'</i></li> <li>- <i>'Los Deslizadores Perfectos'</i></li> </ul>
	<p>Expresan el nombre de un científico(a) destacado como detonador del asunto principal a tratar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>'¿Quién fue realmente Einstein?'</i></li> <li>- <i>'Marie Curie, más allá de la ciencia'</i></li> </ul>

<b>Tratamiento informativo de los objetos textuales del conjunto B</b>		
<b>Denominación</b>	<b>Planteamiento</b>	<b>Ejemplo</b>
<p><b>Subtítulos</b> Cumplen con un rol informativo que complementa o reitera la información que designa el título a través de una descripción textual más detallada y concreta del asunto o tema a tratar.</p> <p>Implica un tratamiento informativo más literal y menos conceptual.</p> <p>Su uso es opcional y no sobrepasan más de 15 palabras.</p> <p>La pregunta periodística a la que responden es al <i>qué</i>, y de ahí se pueden anexar respuestas al <i>dónde</i>, <i>quién(es)</i>, <i>cómo</i>, etc.</p>	<p><i>Título y subtítulo</i> denotan resultados relacionados a un hallazgo o fenómeno científico. El <i>subtítulo</i> complementa la información respondiendo al <i>cómo</i> (comparaciones del genoma) y al <i>quién(es)</i> (<i>Homo sapiens</i> de sus parientes).</p>	<p><b>Título:</b> 'La diferencia es del 1 %' <b>Subtítulo:</b> 'Las comparaciones del genoma revelan resultados sobre las diferencias que distinguen al <i>Homo sapiens</i> de sus parientes'</p>
	<p>El <i>título</i> implica sucesos o acontecidos ocurridos en el pasado, mientras que el <i>subtítulo</i>, conduce a un espacio físico por las características que distingue, por tanto, proporciona detalles del <i>dónde</i>.</p>	<p><b>Título:</b> 'El surgimiento de los mamíferos' <b>Subtítulo:</b> 'La vida en la cuenca de Bighorn, Wyoming'</p>
	<p><i>Título y subtítulo</i> expresan características distintivas relacionadas a un ser vivo, fenómeno, objeto o artefacto tecnológico, El <i>subtítulo</i> reitera la información respondiendo al <i>quién(es)</i> (felino) y al <i>cómo</i> (<i>convierte al felino en un gran cazador</i>).</p>	<p><b>Título:</b> 'Guepardos, diseñados para correr' <b>Subtítulo:</b> 'Una aceleración récord, más que la velocidad punta, convierte al felino en un gran cazador'</p>
<p><b>Sumarios</b> Designan un relato basado en una historia peculiar para entender el contexto informativo general del mensaje y de las imágenes.</p> <p>Su extensión es muy diversa y varía en virtud de la profundidad del relato. El rango de número de palabras puede ir de 24 a 240 palabras.</p>	<p>Historia corta basada en un experimento de laboratorio.</p>	<p>Los científicos de la NASA han simulado las ondas gravitacionales de la fusión violenta de dos agujeros negros. Una predicción de la teoría de la relatividad general de Einstein, las ondas gravitacionales nunca se han detectado directamente.</p>
	<p>Historia basada en una expedición.</p>	<p>Cuando los astronautas del Apolo visitaron la luna perforaron no más de diez pies de profundidad. Sin embargo, los instrumentos que dejaron atrás están ayudando a aprender aún hoy en día acerca de la vida interior de nuestro vecino celeste ...</p>

<b>Tratamiento informativo de los objetos textuales del conjunto B</b>		
<b>Denominación</b>	<b>Planteamiento</b>	<b>Ejemplo</b>
Las preguntas periodísticas a las que suelen contestar son al <i>qué, quién(es), dónde, cuándo, cómo, con qué, para qué, cuánto(s) y porqué.</i>	Historia basada en una teoría científica	<i>Si un período de inflación estiró rápidamente el universo justo después de que nació, podríamos ser capaces de encontrar la prueba en algo de la luz más antigua que vemos: el fondo cósmico de microondas (CMB), que se emite solo 380.000 años después del Big Bang ...</i>
	Historia basada en el planteamiento de posibles escenarios (casos hipotéticos)	<i>Y si la tierra no pudiera dar vuelta en su propio eje?. Por supuesto que el ritmo del día y la noche sería diferente, por ejemplo, un día tomaría todo un año y los cambios climáticos devastarían al planeta. Pero eso no es todo, además, la distribución de la tierra y el agua cambiarían por completo ...</i>
	Historia basada en el comportamiento de un fenómeno científico (fenómeno físico natural o comportamiento de un ser vivo).	<i>Como dos aviones de gran altitud golpean el viento alrededor de la tierra en cada hemisferio. Cuando este golpe de viento se dobla en el polar se magnifica su fuerza (pág. izq.), anormalmente se convierte en aire caliente o frío que puede golpear grandes regiones de un continente ...</i>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 32. Tratamiento informativo de los objetos textuales del conjunto C**

Tratamiento informativo de los objetos textuales del conjunto C		
Denominación	Planteamiento	Ejemplo
<p><b>Títulos</b> Expresan de forma condensada el asunto o tema a tratar.</p> <p>La pregunta periodística a la que responden es al <i>qué</i>.</p> <p>No es común que sobrepasen más de 8 palabras.</p>	<p>El tratamiento de los <i>títulos</i> hace referencia a hechos noticiosos relativos a la ciencia de impacto social pero con un nivel de mayor espectacularidad en su expresión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 'La zona muerta'</li> <li>- 'Una super tormenta en el 2100'</li> <li>- 'Gigantes del océano'</li> <li>- 'A la deriva en estático'</li> <li>- 'Cómo llega el mercurio a nuestro cuerpo'</li> <li>- 'Existen planetas en todos lados'</li> <li>- 'La Antártida socavada'</li> <li>- 'Mirando el interior de un huracán'</li> <li>- 'Gigante dormido'</li> <li>- 'El juego de las bacterias'</li> <li>- 'Nueva protección contra el SIDA'</li> <li>- 'Una extraña nave al espacio'</li> </ul>
<p><b>Subtítulos</b> Cumplen con un rol informativo que complementa o reitera la información que designa el título a través de una descripción textual más detallada y concreta relacionada a un hecho noticioso.</p> <p>Implica un tratamiento informativo más literal y menos conceptual.</p> <p>Su uso es opcional y no sobrepasan más de 16 palabras.</p> <p>La pregunta periodística a la que responden es al <i>qué, dónde, quién(es), cuánto(s), con qué, para qué y cómo</i>, etc.</p>	<p>El <i>subtítulo</i> complementa la información del <i>título</i> ofreciendo una descripción textual más amplia y detallada del asunto a tratar.</p>	<p><b>Título:</b> 'Gigantes del océano' <b>Subtítulo:</b> '¿Dónde y cómo vienen las olas de 10 metros? Un peligro para los barcos y plataformas.'</p>
		<p><b>Título:</b> 'Una extraña nave al espacio' <b>Subtítulo:</b> 'Un millonario y la aviación genio se unen para construir el avión más grande del mundo. El objetivo es llevar carga de personas fuera de la Tierra.'</p>
		<p><b>Título:</b> 'Nueva protección contra el SIDA' <b>Subtítulo:</b> 'El tratamiento temprano de un cóctel de medicamentos puede reducir el riesgo de propagación de enfermedades'</p>
		<p><b>Título:</b> 'Existen planetas en todos lados' <b>Subtítulo:</b> 'Búsquedas sistemáticas están revelando una plenitud de mundos'</p>

		<p><b>Título:</b> '400 años después de Galileo, nacen los Megatelescopios'</p> <p><b>Subtítulo:</b> 'Una nueva generación de observatorios gigantes está en construcción. Brasil tiene que decidir si quiere ser parte de la próxima revolución astronómica' tierra' (subtítulo).</p>
<p><b>Sumarios</b> Designan un relato basado en una historia peculiar relacionada a un hecho noticioso de interés científico y de impacto social.</p> <p>Su extensión es muy diversa y varía en virtud de la profundidad de la historia. El rango de número de palabras puede ir de 28 a 290 palabras.</p> <p>Las preguntas periodísticas a las que suelen contestar son al <i>qué, quién(es), dónde, cuándo, cómo, cuánto(s), para qué y porqué.</i></p>	<p>Historia que plantea posibles escenarios o consecuencias basadas en pronósticos a partir de indicios que son calculados y proyectados en forma concreta.</p> <p>Historia basada en un hecho noticioso de impacto social de reciente actualidad.</p> <p>Historia basada en viajes o expediciones humanas.</p>	<p><i>¿Qué le pasaría a Nueva York si una oleada de tormenta levantará cinco pies el nivel del mar?. Ese es el nivel del mar que se prevé en el 2100 en caso de que suceda una tormenta como la de Sandy..... Ingenieros y Ejército ahora recomiendan planificar, debido a que en la pasada tormenta "Sandy" inundo túneles del metro, noqueo la electricidad eléctrica en el bajo Manhattan durante días y daño 218.000 coches en la región en su conjunto. Si la ciudad no se protege a sí mismo .....</i></p> <p><i>Una vieja mina de sal abandonada en Baja Sajonia tiene cientos de metros bajo tierra ..... Cerca de 126 mil barriles de residuos radiactivos de baja y media fueron traídos desde 1967 hasta 1978 aquí. Pero el proyecto fracasó por la eternidad..... a través de la roca agrietada y las capas porosas de sal filtran el agua desde el exterior en las cámaras..... La semana pasada, las salmueras contaminadas fueron descubiertos en otros dos lugares.</i></p> <p><i>Los seres humanos han viajado a las costas lejanas del Sistema solar a través de los ojos de los exploradores robóticos, naves espaciales, sondas y rovers que han enviado de vuelta progresivamente imágenes y datos sorprendentes. Las líneas de color ilustran casi 200 misiones no tripuladas desde 1958.....</i></p>

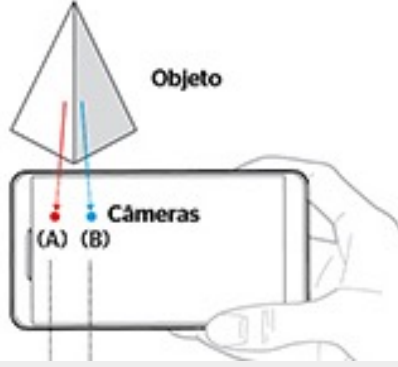
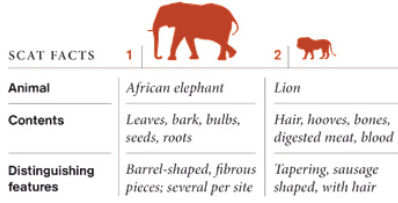
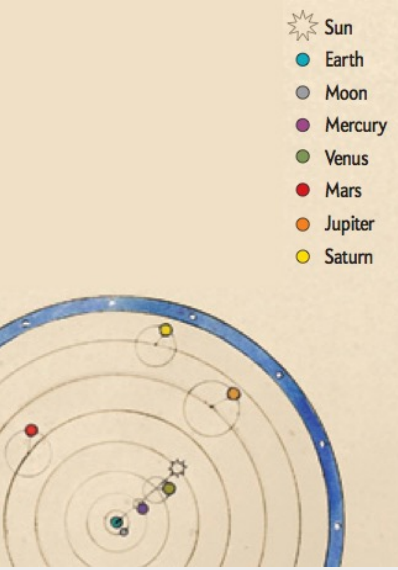










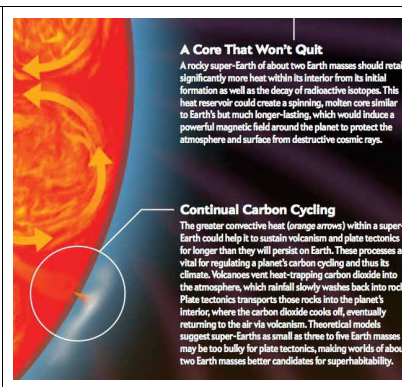
	<p>Historia basada en el funcionamiento de un objeto o artefacto tecnológico</p>	<p><i>LA VELA solar ha sido un sueño de los escritores de ciencia ficción hace medio siglo. Ahora, pueden hacerse realidad. El día 18, la Agencia Espacial japonesa lanzará la primera nave espacial propulsada por la fuerza de las partículas de luz llamadas fotones. El nombre Ikaros, la sonda se moverá de dos maneras. Los primeros cohetes funcionan con electricidad generada por las células solares.....</i></p>
	<p>Historia basada en el comportamiento de un fenómeno científico (fenómeno físico natural o ser vivo).</p>	<p><i>El sol puede liberar aerosoles de electrones y protones llamada eyección de masa coronal. Por encima, las imágenes muestran la más grande y de más rápida eyección nunca antes medida, una nube masiva que se movió hasta 2,200 millas por segundo. Una gran eyección dirigida a la Tierra podría dañar gravemente las redes eléctricas.</i></p>

Fuente: Elaboración propia

Las etiquetas de texto funcionan por igual en todos los conjuntos (A, B y C) y su principal tarea es designar información específica y detallada concerniente al rol informativo que desempeñan los objetos gráficos. Adquieren diversos tipos de formatos como: *rótulos, tablas, listas, encabezados y cajas de texto.*

**Tabla 33. Tratamiento informativo de las etiquetas de texto de los conjuntos A, B y C**

Tratamiento informativo de las etiquetas de texto de los conjuntos A, B y C											
Denominación	Tratamiento informativo	Ejemplo									
<b>Rótulos</b>	Son letreros que señalan o indican de forma concreta una referencia semántica.										
<b>Tablas</b>	Se utilizan para facilitar la organización y clasificación de diversas variables o datos a tratar vinculados a la imagen principal del infográfico.	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Animal</th> <th>1 African elephant</th> <th>2 Lion</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Contents</td> <td>Leaves, bark, bulbs, seeds, roots</td> <td>Hair, hooves, bones, digested meat, blood</td> </tr> <tr> <td>Distinguishing features</td> <td>Barrel-shaped, fibrous pieces; several per site</td> <td>Tapering, sausage shaped, with hair</td> </tr> </tbody> </table>	Animal	1 African elephant	2 Lion	Contents	Leaves, bark, bulbs, seeds, roots	Hair, hooves, bones, digested meat, blood	Distinguishing features	Barrel-shaped, fibrous pieces; several per site	Tapering, sausage shaped, with hair
Animal	1 African elephant	2 Lion									
Contents	Leaves, bark, bulbs, seeds, roots	Hair, hooves, bones, digested meat, blood									
Distinguishing features	Barrel-shaped, fibrous pieces; several per site	Tapering, sausage shaped, with hair									
<b>Listas</b>	<p>Se utilizan para organizar información que integra conceptos concretos y análogos entre sí, pueden o no estar numerados.</p> <p>Cuando las listas integran números o viñetas de colores implican un rol semántico vinculado a la imagen.</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li> Sun</li> <li> Earth</li> <li> Moon</li> <li> Mercury</li> <li> Venus</li> <li> Mars</li> <li> Jupiter</li> <li> Saturn</li> </ul>									

<p><b>Encabezados y cajas de texto</b></p>	<p>Son <i>títulos</i> insertos en un cuerpo de texto que tienen como propósito ampliar y dar una mayor profundidad a las diferentes capas del mensaje.</p>	 <p><b>A Core That Won't Quit</b> A rocky super-Earth of about two Earth masses should retain significantly more heat within its interior from its initial formation as well as the decay of radioactive isotopes. This heat reservoir could create a spinning, molten core similar to Earth's but much longer-lasting, which would induce a powerful magnetic field around the planet to protect the atmosphere and surface from destructive cosmic rays.</p> <p><b>Continual Carbon Cycling</b> The greater convective heat (orange arrows) within a super-Earth could help it to sustain volcanism and plate tectonics for longer than they will persist on Earth. These processes are vital for regulating a planet's carbon cycling and thus its climate. Volcanoes vent heat-trapping carbon dioxide into the atmosphere, which rainfall slowly washes back into rock. Plate tectonics transports these rocks into the planet's interior, where the carbon dioxide cools off, eventually returning to the air via volcanism. Theoretical models suggest super-Earths as small as three to five Earth masses may be too bulky for plate tectonics, making worlds of about two Earth masses better candidates for superhabitability.</p>
--	--	--

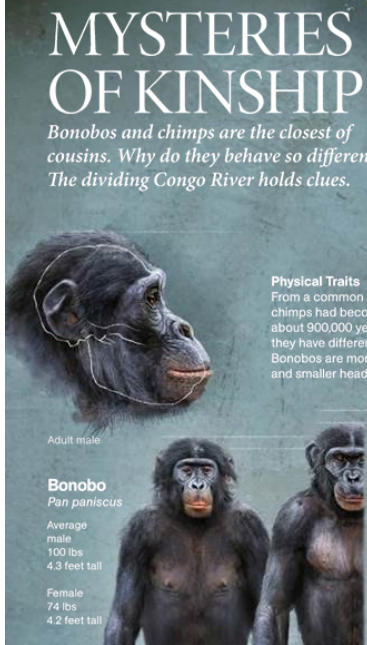
Fuente: Elaboración propia

### 5.4.2. Definición y características de los objetos gráficos (l, m y n) de los conjuntos A, B y C


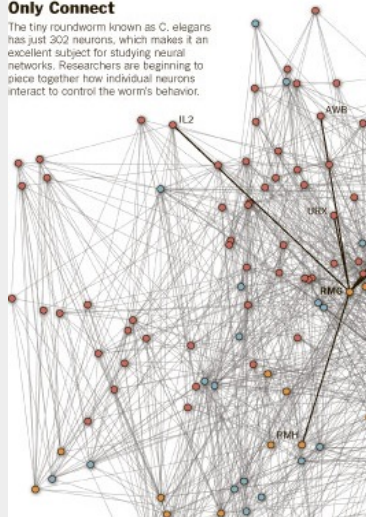
Los *objetos gráficos (l, m y n)* como ya se ha señalado anteriormente, encabezan el eje específico de la información desde diferentes aproximaciones: los de correspondencia literal (*l*) como las *lustración (l<sub>1</sub>)*, *el dibujo esquemático (l<sub>2</sub>)*, *la imagen sintética (l<sub>3</sub>)*, *la fotografía (l<sub>4</sub>)*, *el mapa raster (l<sub>5</sub>)*, *el mapa vectorial (l<sub>6</sub>)*, *la caricatura (l<sub>7</sub>)* y *el diagrama (l<sub>8</sub>)*. Los de correspondencia literal y convencional (*m*) como los *mapas estadísticos (m<sub>1</sub>)* y *el modelado físico de datos (m<sub>2</sub>)*; y los de correspondencia convencional (*n*) como los *gráficos estadísticos (n<sub>1</sub>)* y los *gráficos de datos de escala (n<sub>2</sub>)*.

En las siguientes tablas se definen de manera pormenorizada cada uno de estos elementos (*l, m y n*).

**Tabla 34. Objetos gráficos de correspondencia literal**

Objetos gráficos de correspondencia literal (m)		
Referencia semántica	Tratamiento	Ejemplo
<p>Representa estructuras espaciales físicas (región geográfica, objetos, un seres vivos, etc.) que adquieren en su mayoría un tipo de correspondencia literal, debido a que lo que se muestra se basa en la semejanza con el objeto físico o estructura física que se quiere decir.</p>	<p><b>Ilustración (I1)</b> Se utiliza para hacer representaciones figurativas que integran detalles pictóricos con una gran capacidad de registro para mostrar la apariencia externa o interna de un objeto o ser vivo con gran precisión.</p> <p>Se utilizan diversas técnicas de representación como la de transparencia, de simultaneidad, de corte transversal y de acción.</p>	 <p><b>MYSTERIES OF KINSHIP</b> Bonobos and chimps are the closest of cousins. Why do they behave so differently? The dividing Congo River holds clues.</p> <p><b>Physical Traits</b> From a common ancestor, chimps had become about 900,000 years ago they have different traits. Bonobos are more slender and smaller heads.</p> <p>Adult male Average male: 100 lbs, 4.3 feet tall Female: 74 lbs, 4.2 feet tall</p>
	<p><b>Dibujo esquemático (I2)</b> Designa una representación gráfica que integra los rasgos figurativos esenciales de un objeto o ser vivo con el propósito de destacar los elementos que hacen referencia explícita a un significado.</p>	<p><b>La novedad técnica residió en el meca</b></p>  <p><b>Funcionamiento del mecanismo...</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Al girar la manivela se hace girar una rueda dentada...</li> <li>... y esta hace girar el eje directriz</li> <li>El eje directriz mueve todo el mecanismo interior de la cámara</li> </ol>
	<p><b>Imagen sintética (I3)</b> Representan imágenes creadas por ordenador provenientes de las técnicas de visualización científica. Se utilizan para representar o simular eventos o fenómenos científicos, por ejemplo: la masa de la Tierra a lo largo de las latitudes y ordenadas por vegetación y uso de suelo.</p>	 <p>Legend: Nadelwälder, Sommergrüner Laubwald, Regenwald und immergrüner Laubwald, Lichte Wälder und bewaldetes Grasland, Tundra, Binnengrasland, Ackerland, Kulturland, städtisch</p> <p>WELTSPIEL   LANDSCHAFTEN, SORTIERT</p>

	<p><b>Fotografía (I4)</b>  Es una representación de una imagen extraída de la realidad como hecho ineludible entre fotografía y realidad. Se utiliza para documentar, registrar, enriquecer y dar un mayor soporte a la información.</p>	
	<p><b>Mapa raster (I5)</b>  Es una representación de imágenes de satélite de alta resolución proyectadas geográficamente para representar gráficamente y métricamente una porción de territorio. Se emplean para destacar las características topográficas o uso de suelo de una región.</p>	
	<p><b>Mapa vectorial (I6)</b>  Representa imágenes generadas por vectores matemáticos con la finalidad de representar gráficamente y métricamente una porción de territorio proyectada de manera bidimensional.</p>	

	<p><b>Caricatura (17)</b>  Es una representación figurativa de retrato(s) de un personaje(s) donde se exageran algunos rasgos pictóricos con un toque humorístico para enfatizar el significado de algo. También se pueden representar escenificaciones de acontecimientos relevantes con el propósito de destacar algo.</p>	<p><i>Einstein was an outspoken progressive whose views sometimes provoked a backlash.</i></p> 
	<p><b>Diagramas (18)</b>  Es una representación esquemática que sirve para representar vínculos físicos que revelan el comportamiento de un fenómeno científico, por ejemplo, un diagrama de cableado que muestra las conexiones de neurona a neurona de un ser vivo (gusano).</p>	<p><b>Only Connect</b>  The tiny roundworm known as <i>C. elegans</i> has just 302 neurons, which makes it an excellent subject for studying neural networks. Researchers are beginning to piece together how individual neurons interact to control the worm's behavior.</p> 

Fuente: Elaboración propia

El conjunto *A* y el conjunto *B* como se muestra en el diagrama correspondiente a la forma comunicativa comparten los objetos gráficos de correspondencia literal (*l*) y los que incluyen tanto una correspondencia literal como conceptual (*m*). El conjunto *A* representa objetos gráficos de correspondencia literal (*l*) delimitado por la representación de mapas vectoriales (*l<sub>6</sub>*), mientras que el conjunto *B* abarca un abanico más amplio de posibilidades de representación como las *lustración* (*l<sub>1</sub>*), *los dibujos esquemáticos* (*l<sub>2</sub>*), *las imágenes sintéticas* (*l<sub>3</sub>*), *la fotografía* (*l<sub>4</sub>*), *el mapa raster* (*l<sub>5</sub>*), *el mapa vectorial* (*l<sub>6</sub>*), *la caricatura* (*l<sub>7</sub>*) y *los diagramas* (*l<sub>8</sub>*).

El conjunto *A* y el conjunto *B* como se muestra en diagrama correspondiente a la forma comunicativa también comparten los *objetos gráficos de correspondencia literal y convencional* (*m*) a través de la representación de estructuras híbridas como *mapas estadísticos* (*m<sub>1</sub>*) y *el modelado físico de datos* (*m<sub>2</sub>*). El conjunto *A* se enfoca primordialmente y de manera constante a la representación de mapas estadísticos (*m<sub>1</sub>*), mientras que el conjunto *B* se enfoca en la representación de manera variable al *modelado físico de datos* (*m<sub>2</sub>*). Se pueden obtener los dos tipos de correspondencia cuando se representan por separado las estructuras espaciales físicas y conceptuales en un mismo espacio, o cuando se fusionan en un mismo espacio ambos tipos de estructuras (estructura híbrida).

El conjunto *B* como se muestra en el diagrama correspondiente a la forma comunicativa comparte los mismos *objetos gráficos* de correspondencia literal (*l, l<sub>1, l<sub>2, l<sub>3, l<sub>4, l<sub>5, l<sub>6, l<sub>7, l<sub>8</sub></sub></sub></sub></sub></sub></sub></sub>*) y los de correspondencia convencional (*n, n<sub>2</sub>*) con el conjunto *C*. Los objetos gráficos de correspondencia convencional (*n*) del conjunto *B* se representan a través del *modelado físico de datos* (*n<sub>2</sub>*).

El conjunto *C* y el conjunto *A* también comparten los *objetos gráficos* de correspondencia convencional (*n*). En este caso, se enfocan en la representación de *gráficos estadísticos* (*n<sub>1</sub>*) de diversos tipos como los gráficos de datos de categorías (gráfico de barras, símbolo de parcela, símbolos proporcionales, etc.), los gráficos de datos de categorías de desglose (gráfico de barras agrupado, gráfico de pastel y gráfico de sectores), los gráficos de datos de sub-categorías (parcela de moisaco, mapa de árbol, etc.), los gráficos de datos de serie de tiempo (barras, líneas, áreas, entre otros) y los gráficos de

datos de múltiples variables de correlación (diagrama de dispersión) (Yau, 2013).

**Tabla 35. Objetos gráficos de correspondencia literal y convencional**

Objetos gráficos correspondencia literal y convencional ( <i>m</i> )		
Referencia semántica	Tratamiento	Ejemplo
<p>Representa estructura espaciales físicas y conceptuales que adquieren un tipo de correspondencia literal y convencional.</p> <p>Se pueden obtener los dos tipos de correspondencia cuando se representan por separado las estructuras (físicas y conceptuales) ó, cuando se fusionan en un mismo espacio (estructura híbrida), como es el caso de los <i>mapas estadísticos</i> o el <i>modelado de físico de datos</i>.</p>	<p><b>Mapa estadístico (<i>m1</i>)</b> Representa gráficamente dimensiones conceptuales y físicas que expresan el comportamiento de un fenómeno a partir del análisis datos de las unidades territoriales políticas y administrativas de un país o de un conjunto de países con el propósito de mostrar la distribución en un territorio.</p>	
	<p><b>Modelado físico de datos (<i>m2</i>)</b> Representa gráficamente dimensiones físicas (procesos de acción de un objeto o ser vivo) y conceptuales (datos de escalas) correlativas que revelan los patrones de comportamiento de un fenómeno.</p>	

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 36. Objetos gráficos de correspondencia convencional**

Objetos gráficos de correspondencia convencional (n)		
Referencia semántica	Tratamiento	Ejemplo
<p>Representan estructuras espaciales conceptuales (gráficos de datos, diagrama de datos, gráficos de tiempo, etc.). Adquieren en su mayoría un tipo de correspondencia convencional o arbitraria debido a que lo que se muestra se entiende por pura convención. Es decir, no significa algo por naturaleza, sino por acuerdo y convención. Por tanto, su interpretación requiere estar familiarizado con las convenciones más o menos arbitrarias.</p>	<p><b>Gráficos de datos de escala (n1)</b>                      Son representaciones conceptuales que miden el comportamiento de un fenómeno a través de escalas de medición relacionadas a la frecuencia (KHz), intensidad (dB) velocidad (mph, kmh, ft/s, etc.), tiempo (ms, min, s, etc.), distancia (miles), profundidad (ft), temperatura (°F), etc.</p>	
	<p><b>Gráfico estadístico de múltiples variables (n2)</b>                      Representa gráficamente dimensiones conceptuales relacionadas al análisis de datos entre dos o más variables. Se utilizan para visualizar información proveniente de grandes bases de datos con el propósito de identificar tendencias, patrones y constantes de comportamiento de un fenómeno.</p>	

Fuente: Elaboración propia

## 5.5. Diagrama correspondiente a la función comunicativa

La función comunicativa se refiere a *para qué se dicen* los mensajes en los conjuntos permanentes a *A*, *B* y *C* (áreas circulares de colores). Esta función refleja la actitud e intención del emisor con respecto al público al que se dirige y se determina a partir del planteamiento informativo que persigue el ICP y las relaciones funcionales que desempeñan sus componentes (*objetos textuales y objetos gráficos*) para ejercer un rol comunicativo. Los elementos que integran las funciones comunicativas de los conjuntos *A*, *B* y *C* se vinculan a cuatro dimensiones: *estética (ñ)*, *explicativa (o)*, *cognitiva (p)* y *pragmática (q)*. Estos elementos representan propiedades y características distintivas con respecto a la función que desempeñan y sus potenciales efectos sobre el receptor.

El área de intersección en común de todos los conjuntos *A*, *B* y *C* (área de color gris) corresponde a una función comunicativa vinculada a una *dimensión estética (ñ)*. En las demás áreas de intersección (área de color naranja, lila y verde) se representan el resto de los elementos (*o*, *p* y *q*) distribuidos de acuerdo con la función comunicativa que distinguen los conjuntos (*A*, *B* y *C*). Por ejemplo, el conjunto *A* presenta una función comunicativa vinculada a una dimensión cognitiva (*o*). Esta función es compartida de manera variable en el conjunto *B*; este conjunto función presenta una función comunicativa primordialmente vinculada a una dimensión explicativa (*p*). Este enfoque es compartido en el conjunto *C*; este conjunto presenta una función comunicativa vinculada a una dimensión cognitiva (*o*) y pragmática (*q*). Esta función es compartida en el conjunto *A*.

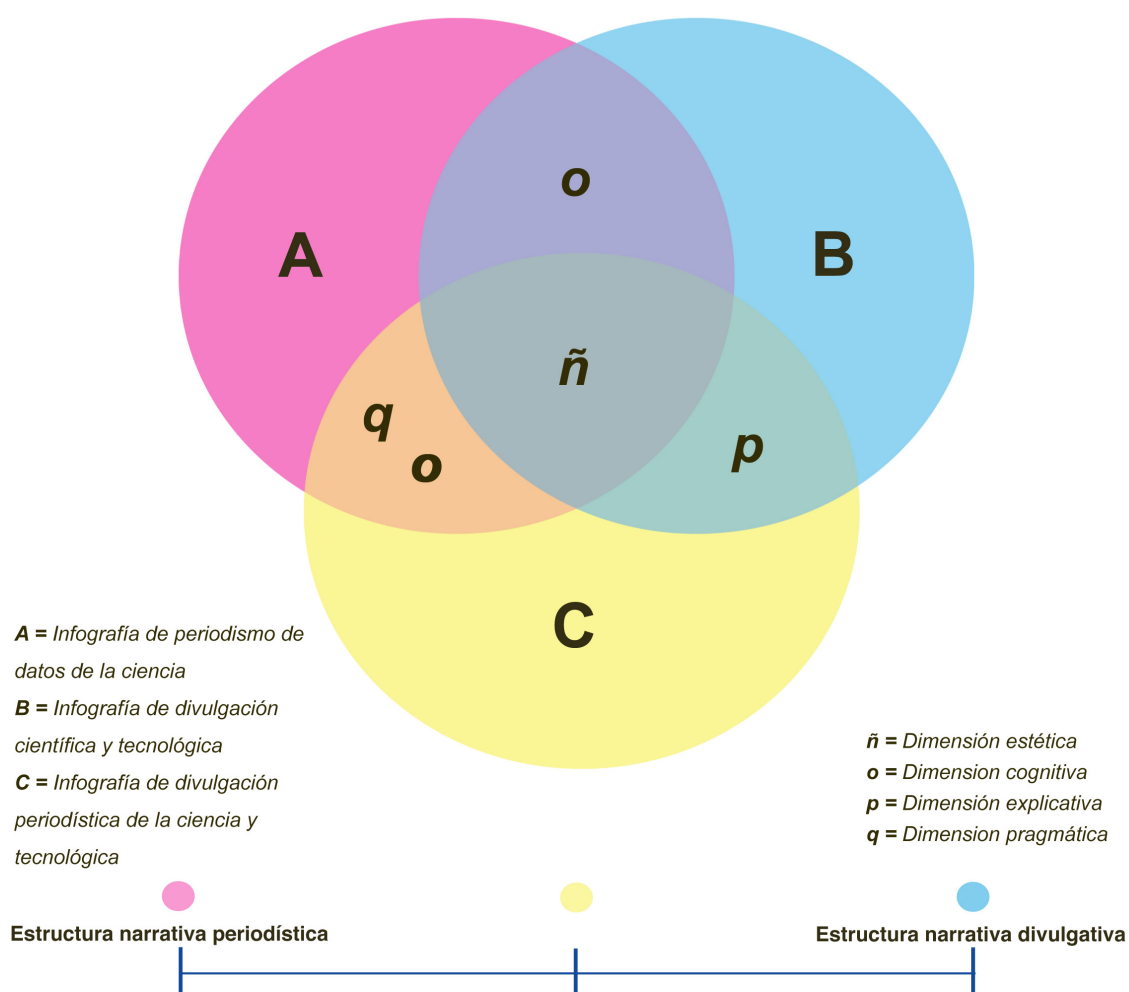
El planteamiento informativo de los conjuntos (*A*, *B* y *C*) queda determinada por los siguientes elementos:

$$A = \{ o, q \}$$

$$B = \{ o, p \}$$

$$C = \{ o, p, q \}$$

## Función comunicativa de la infografía científica de prensa



**Figura 91. Diagrama que representa las funciones comunicativas de los conjuntos A, B y C a través de cuatro dimensiones (ñ, o, p y q)**

Fuente: Elaboración propia

### **5.5.1. Definición y características de las funciones comunicativas (ñ, o, p y q) de los conjuntos A, B y C**

#### *Dimensión estética*

Su principal cometido es atraer la atención del lector a través del efecto agradable (visualización) de sus elementos, sin que esto necesariamente produzca un efecto real en la comprensión o en la memoria del lector; sin embargo, puede contribuir a dirigir la atención a determinados aspectos que se quieren resaltar. Por sus características cualitativas esta dimensión expresa poca relación con el texto y sus principales funciones son: *organizar, motivar, estilizar, implicar, estimular, dirigir y suscitar emoción.*

La función *organizar* se refiere a la forma en que se expresa una unidad coherente en la estructura sintáctica de sus elementos para facilitar su percepción; la función *motivar* se refiere a estimular algunas respuestas del lector no emocionales como la curiosidad o interés por algo; la función *estilizar* se refiere a la forma en que se expresa una misma dimensión estilística a través de la configuración, personalidad o distinción del diseño de sus elementos; la función *implicar* se refiere a mantener la atención del lector sin que el método de atención sea emocional; la función *estimular* se refiere a interrumpir la continuidad o cambiar a una actividad diferente ofreciendo un nuevo estímulo, algo nuevo o inusual en el texto o imagen que anima a seguir de cerca sus elementos; la función *dirigir* se refiere a conducir la atención del lector influenciado de una manera u otra; la función *suscitar emoción* corresponde al hecho de fomentar una respuesta emocional en el lector a través de la exhibición de contenido o estilo que es especialmente sorprendente o perturbador, crea un ambiente emocional específico diseñado para atraer al lector.

#### *Dimensión cognitiva*

La dimensión *cognitiva* tiene como principal cometido la aprehensión de un conocimiento a través del funcionamiento de las imágenes por sí solas para incrementar la capacidad cognitiva del lector más allá de lo que el texto puede

lograr. Esto se obtiene por medio de la revelación de la evidencia, mostrando aquello que permanece oculto, ya sea tras un conjunto caótico de datos, en una lista de números (estructuras espaciales conceptuales) o en una objeto cuya estructura interna es excesivamente compleja (estructuras espaciales físicas) (Cairo, 2008, p. 29). Por tanto, esta dimensión va más allá del texto.

De acuerdo con Prieto (2009), estas funciones están basadas en la interacción de imágenes y texto pero trasciende este último ya que implica una serie de procesos cognitivos que, aunque emanan del texto, han de desarrollarse con total independencia de este (Prieto, 2009, p. 86).

Las principales funciones que desempeña esta dimensión son: *interpretar*, *inducir perspectiva*, *correlacionar*, *desarrollar*, *transformar*, *documentar* y *modelar procesos cognitivos*.

La función *interpretar* se relaciona con proporcionar imágenes de ideas complejas en forma concreta; la función *inducir perspectiva*, se refiere incitar al lector a ver las cosas en sus verdaderas relaciones o importancia relativa; la función *correlacionar*, se puede referir a dos aspectos: el primero se relaciona a un tipo de correlación estadística en donde existe una relación lineal o de proporcionalidad entre dos variables estadísticas, por ejemplo, si se tienen dos variables (A y B) existe una correlación cuando al disminuir los valores de A lo hacen también los de B y viceversa; el segundo se refiere a la correlación que existe entre cada variable al evidenciar cuán grande es una variable en función de otra, es decir: soldados por habitante o gasto en defensa per cápita. De acuerdo con Cairo (2011) este último ofrece un nivel de profundidad en la lectura y es de gran importancia para reducir posibles errores de interpretación que pueden generarse a partir de la presentación de información considerada como incompleta; la función *desarrollar*, se refiere a la función que desempeñan las imágenes al amplificar el significado, expandir y expresar en detalle información; la función *transforma*, se refiere a recodificar en forma concreta proporcionando organización para facilitar el recuerdo; la función *documentar*, se refiere a proporcionar pruebas explícitas que atestigüen o demuestren la veracidad de un asunto a tratar reflejados dentro de la estructura informativa del infográfico, por ejemplo la presentación de imágenes fotográficas (ineludible) que captura la apariencia física de un fenómeno o

hallazgo científico, la presentación de datos estadísticos o datos que miden y/o evalúan el comportamiento de un fenómeno. En este sentido, no se debe confundir con las fuentes de documentación que cada medio registra y presenta en el infográfico; finalmente, la función *modelar proceso cognitivo*, se refiere a proporcionar la representación visual de un concepto o proceso abstracto.

### *Dimensión explicativa*

La dimensión *explicativa* tiene como principal cometido hacer claro o comprensible un tema a tratar en donde la imagen y el texto van de la mano para el entendimiento del mensaje, por tanto, esta dimensión expresa relación próxima al texto.

Las principales funciones que desempeña esta dimensión son: *orientar, reiterar, relacionar, definir, traduce, fundamentar y modelar proceso físico*.

La función *orientar*, se refiere a la forma en que dirige o instruye de manera explícita una cosa o concepto; la función *reiterar* se refiere en reafirmar o reforzar el significado de la imagen a través del texto o viceversa; la función *relacionar*, se refiere a los procesos destinados a sacar a la luz conceptos contenidos totalmente dentro del texto, estos se pueden expresar a través de comparaciones en donde se hacen explícitos los elementos destinados a la comparación entre los objetos representados en el texto e imagen, o a través del contraste, en donde se hacen explícitos los elementos previstos de contraste entre los objetos representados en el texto e imagen. La función *definir*, se refiere determinar o identificar las cualidades o significados esenciales de algo; la función *traducir* se refiere al proceso de interpretación y desciframiento de un concepto que se convierte de una forma a otra; la función *fundamentar*, se refiere a cimentar o argumentar de manera explícita una cosa o concepto; y la función *modelar proceso físico*, se refiere a proporcionar representación visual del proceso material o mecánico de algo.

## *Dimensión pragmática*

La dimensión *pragmática* tiene como principal cometido hacer que el destinatario no solo esté interesado en conocer los contenidos o relaciones conceptuales del asunto del que se le informa, sino también conocer el impacto y/o consecuencias prácticas que pueden derivarse para su vida cotidiana.

Las principales funciones que desempeña esta dimensión son: *plantear*, *trascender*, *apropiarse*, *ubicar*, *recontextualizar*, *valorar* y *escenificar*.

La función *plantear* se relaciona con la propuesta de un asunto o hecho noticioso relativo a la ciencia considerado como relevante en un contexto social; la función *trascender* se refiere a ir más de allá de informar al lector, produciendo efectos reales que conllevan a la representación social de un conocimientos relativo a la ciencia; la función *apropiación* se relaciona no solo a la adopción de un conocimiento relativo a la ciencia por parte del destinatario, sino que, a su vez, el destinatario implemente y transfiera el sentido común de la ciencia en su vida cotidiana; la función *ubicar* se refiere a poner en contexto hechos reales delimitados por un momento, lugar o tiempo; la función *recontextualizar* se refiere a establecer un lazo comunicativo con el destinatario a través de la reformulación y configuración creativa de los componentes informativos y emotivos del lenguaje (lingüísticos-visuales) en donde se comprometen todos los niveles lingüísticos empleando instrumentos comunicativos estandarizados (Alcibar, 2004); la función *valorar* se refiere a la actitud crítica ante la información dirigida al destinatario (contextualiza y contrasta); y la función *escenificar* se refiere a la *espectacularización* o *teatralización* de un hecho noticioso relativo a la ciencia y de impacto social.

La siguiente tabla muestra el conjunto de las principales funciones comunicativas a través de cuatro dimensiones y sus respectivos enfoques.

**Tabla 37. Funciones comunicativas de la ICP**

<b>Dimensión estética</b>	<b>Dimensión explicativa</b>	<b>Dimensión cognitiva</b>	<b>Dimensión pragmática</b>
<i>organiza</i>	<i>orienta</i>	<i>interpreta</i>	<i>expone</i>
<i>motiva</i>	<i>reitera</i>	<i>induce perspectiva</i>	<i>trasciende</i>
<i>implica</i>	<i>relaciona</i>	<i>correlaciona</i>	<i>apropia</i>
<i>estiliza</i>	<i>define</i>	<i>desarrolla</i>	<i>ubica</i>
<i>estimula</i>	<i>traduce</i>	<i>transforma</i>	<i>recontextualiza</i>
<i>dirige</i>	<i>argumenta</i>	<i>documenta</i>	<i>valora</i>
<i>suscita emoción</i>	<i>modela proceso físico</i>	<i>modela proceso cognitivo</i>	<i>escenifica</i>

Fuente: Elaboración propia



## **CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES**

### **1. El desarrollo histórico de la imagen científica en la divulgación de la ciencia concurre con épocas de revoluciones racionalistas sucedidas primordialmente en la Italia del Renacimiento, en la Francia de la Ilustración y en la ciencia anglosajona de la Revolución industrial hasta nuestros días**

La divulgación de la ciencia en Occidente a partir del siglo XV, encontró los medios técnicos (desarrollo de la imprenta) e intelectuales (estrategias retóricas) que facilitaron su diseminación, utilizando como principal fuente los sistemas verbales (lenguaje escrito). Por el contrario, los sistemas no verbales (lenguaje visual) se enfrentaron con limitaciones técnicas para su reproducción, difusión y propagación. Aun a pesar de que las técnicas de reproducción de imágenes fueron mejorando con el tiempo, los procesos de impresión continuaron siendo laboriosos y costosos, reduciendo considerablemente su presencia en las publicaciones editoriales y de prensa.

A partir del siglo XX, la imagen científica tuvo un impacto crucial en la historia de la divulgación de la ciencia como vehículo de razonamiento, visualización y circulación del conocimiento científico en las sociedades modernas. No obstante, su desarrollo abarca tres períodos de revoluciones racionalistas: la Italia del Renacimiento, la Francia de la Ilustración y la ciencia anglosajona de la Revolución industrial hasta nuestros días.

La primera revolución racionalista coincide con los ideales reflejados en la Italia del Renacimiento y otros países europeos. Durante esta época, se manifestó una clara intención por recuperar el saber de la antigüedad clásica orientado hacia la búsqueda del conocimiento y la verdad frente a la doctrina teocéntrica engendrada durante la Edad Media. Los temas científicos más representativos de este período son los relacionados con la astronomía, la física, la medicina y la geografía.

Las imágenes científicas que se producen a través de las grandes mentes de esta época, reflejan tres tipos de corrientes ideológicas: a) las que

representaron tal cual el saber de la antigüedad clásica como las nuevas ediciones del atlas de Ptolomeo; b) las que combinan el saber de la antigüedad clásica con nuevos planteamientos en la forma de concebir el conocimiento científico, como la representación gráfica de las órbitas de la Tierra y los planetas de Nicolás Copérnico o la representación gráfica del Sistema solar de Johannes Kepler y c) las que representan nuevos conocimientos científicos utilizando como método de comprobación a la observación, como las representaciones gráficas de la Luna de Galileo Galilei, las ilustraciones médicas sobre anatomía de Andreas Vesalius y la reproducción de mapas, donde se incluyen nuevos territorios descubiertos.

El impacto de estas imágenes refleja diversas funciones comunicativas:

1) estructurar cognitivamente una nueva manera de concebir el mundo (vehículo de razonamiento), 2) poner en evidencia y desmentir algunas teorías sobre la forma de concebir el mundo y 3) enseñar la ciencia de manera mnemotécnica, lo cual contribuirá a acrecentar, difundir y divulgar el conocimiento científico durante los siguientes períodos.

La segunda revolución racionalista coincide con el movimiento cultural e intelectual europeo en la Francia de la Ilustración y otros países europeos. Durante esta época, se manifestó una intensa actividad científica y de divulgación a partir del auge de las publicaciones editoriales y de prensa como medio estratégico para combatir a los antiguos regímenes políticos y sociales engendrados a través de las monarquías autoritarias existentes en toda Europa.

Las publicaciones editoriales y de prensa del siglo XIX fueron el soporte esencial de divulgación científica, además de haber realizado una función social vinculada al desarrollo social, cultural y científico de la época. El abanico de temas científicos se amplió a todos los campos del conocimiento acumulados hasta entonces, incluido el de las nuevas tecnologías; los más representativos son los relacionados con las ciencias naturales o historia natural (botánica, biología, geología, geografía), la astronomía, las matemáticas, la física, la química, la estadística y todo lo relacionado a los procedimientos y recursos que se utilizan en la ciencia para conseguir un fin (ciencia técnica).

La imagen científica que se publicó en esta época refleja primordialmente tres tipos de aspiraciones: a) representar los fenómenos a través de la cuantificación de los hechos observados, como la cartografía estadística desarrollada por Charles Minard; b) conformar un conocimiento avanzado de la diversidad de la vida a través del uso de nomenclaturas y clasificaciones, como las ilustraciones naturalistas de Joseph Pitton y c) representar imágenes técnicas para llevar a cabo prácticas de adiestramiento en diversas actividades relacionadas a la ciencia técnica, como los grabados aparecidos en la *L'Encyclopédie o Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*.

El impacto de estas imágenes refleja diversas funciones comunicativas:

1) comprender el mundo por medio de la razón fundamentada en la cuantificación de los hechos observados (valor probatorio), 2) sistematizar y normalizar el conocimiento acumulado hasta entonces y 3) dar a conocer el conocimiento desde una dimensión pragmática.

La tercera revolución racionalista coincide con el desarrollo de la ciencia anglosajona a partir de la Revolución industrial (XVIII-XIX). Este período refleja una intensa actividad de divulgación de la ciencia vinculada al desarrollo industrial y tecnológico como motor de crecimiento económico y comercial. Posteriormente, Estados Unidos tomará el mando a partir del siglo XX hasta la actualidad.

Los temas científicos que paulatinamente se abordaron durante el siglo XVIII se vinculan a la mecánica, la hidrostática, la neumática, la química, la botánica, la biología y el desarrollo de inventos de cara a la Revolución industrial. Estos temas continuarán durante el siglo XIX, pero con un enfoque de aplicación vinculado al maquinismo, incluido el de la electricidad. Durante la segunda mitad del siglo XX, los temas científicos que progresivamente se abordan se vinculan a la energía atómica (física); las exploraciones espaciales, como el lanzamiento del Sputnik en 1957 y las exploraciones fallidas a la Luna durante 1960 a 1970 (astronomía); la historia natural y la evolución, como el descubrimiento de la estructura en forma de doble hélice del ADN en 1953 (biología molecular); al desarrollo de nuevos artefactos tecnológicos; y los nuevos sistemas de transmisión de información (informática e internet).

La imagen científica anglosajona refleja primordialmente cuatro tipos de aspiraciones: a) circular y popularizar la ciencia a través de un pensamiento visual; b) mostrar la ciencia a través de la representación de un mundo desconocido, c) adiestrar a la mano de obra industrial (useful knowledge) y d) innovar y persuadir a través de un nuevo lenguaje visual.

El impacto de la imagen científica anglosajona refleja diversas funciones comunicativas:

1) construir socialmente una imagen pública de la ciencia a través de un variado cúmulo de imágenes que con el tiempo adquirieron una carga simbólica (copo de nieve, primeras imágenes del hombre en la Luna, estructura de la doble hélice del ADN, entre muchas otras más); 2) revelar un conocimiento más profundo de las diversas capas de la estructura del mundo (imágenes microscópicas, imágenes vía satelital, imágenes sintéticas, entre otras), 3) enseñar un conocimiento útil desde una dimensión pragmática; y 4) conformar nuevos lenguajes, estilos y/o géneros informativos de especialización a través de una gran diversidad de canales (libros, prensa, productos documentales, entre otros).

## **2. La infografía científica de prensa se consolidó como herramienta de las publicaciones editoriales y de prensa en la segunda mitad del siglo XX bajo un modelo de divulgación científica angloamericana**

La infografía científica de prensa como herramienta y vehículo de la divulgación de la ciencia y el periodismo científico, tiene sus antecedentes históricos en el Renacimiento. No obstante, a partir del periodismo moderno (situado a finales de los setenta del siglo XX) aparecieron nuevos géneros periodísticos y el desarrollo de nuevas estrategias comunicativas, que desencadenaron, nuevos productos comunicativos, entre los que destaca, la infografía de prensa (Casasús, 1991).

El dominio de la actividad científica y de divulgación promovida por los Estados Unidos después de las guerras mundiales y los avances tecnológicos logrados en materia de visualización científica durante los 80s, fueron factores decisivos para que el periodismo científico durante la siguiente década

implantara nuevas tácticas y estrategias comunicativas, presentando a la infografía científica como un nuevo formato dentro del periodismo visual, así como una herramienta efectiva para traducir las imágenes suministradas por sus fuentes (científicos o tecnólogos) en materia entendible por la audiencia (De Pablos, 1991).

Las publicaciones periódicas angloamericanas desempeñaron un papel decisivo en la construcción social de la imagen pública de la ciencia, a través de un variado cúmulo de imágenes, que con el tiempo, adquirieron una carga simbólica en el inconsciente colectivo (copo de nieve, primeras imágenes del hombre en la Luna, estructura de la doble hélice del ADN, entre otras). En este contexto favorable, destacan las revistas de divulgación científica (*Scientific American* y *National Geographic*), las revistas populares sobre ciencia (*Popular Science*, *Discover*, *Omni* y *Science Digest*) y las revistas de información general, donde la ciencia es considerada un tema relevante (*Newsweek* y *Time*).

Por su parte, el periódico *The New York Times* también será una pieza clave y un referente mundial del periodismo científico a través de la creación de un suplemento de ciencia a finales de los 70s (*Science Times*), donde la imagen científica desempeñará un papel fundamental para el desarrollo de la infografía científica de prensa. A partir de este modelo, el resto de diarios informativos del mundo, no solo incorporaran la idea del suplemento de ciencia semanal en sus páginas, sino también, el de la infografía científica.

Al llegar a los 90s, la praxis de la infografía científica de prensa se reducirá a dos procesos de trabajo que implicaran resultados diferentes: el primero, se relacionará a una infografía científica como producto de la nota del día, y el segundo, se relacionará a una infografía científica como producto de un trabajo y labor de documentación (De Pablos, 1991).

### **3. El tratamiento informativo de la infografía científica de prensa distingue diversos planteamientos informativos que conllevan a distintas formas y funciones comunicativas**

Las conclusiones generales que derivan concretamente del análisis de contenido del tratamiento informativo de la ICP, determinan diversos planteamientos informativos que distinguen tres tipos de infográficos: a) Infografía de Divulgación Científica y Tecnológica (IDCyT), b) Infografía de Periodismo de Datos de la Ciencia (IPDC) y c) Infografía de Divulgación Periodística de la Ciencia y Tecnología (IDPCyT).

El enfoque informativo que presenta la IDCyT y la IDPCyT, se vincula a la situación comunicativa que desempeña el divulgador y el periodista científico. La IPDC por su parte, se vincula a la situación comunicativa que desempeña el periodista científico y el periodista de datos, siguiendo un proceso de interpretación de datos procedentes de registros, informes y/o bases de datos suministradas por las ciencias y lo científicos naturales, así como el de las especialidades emergentes que nacen alrededor de las ciencias naturales (salud, medioambiente, tecnologías, entre otros) (Elías, 2008).

En adelante, se describen las propiedades de cada uno de los tres tipos de infográficos:

#### **a) Infografía de divulgación científica y tecnológica**

##### *Planteamiento informativo*

La IDCyT precisa un planteamiento informativo (*qué se dice*) centrado en el desarrollo de explicaciones causales relacionados a: 1) procesos vinculados al comportamiento de los fenómenos científicos y/o al funcionamiento de objetos o artefactos tecnológicos y 2) descripciones vinculadas a las propiedades o elementos que distinguen un fenómeno, objeto o artefacto tecnológico. A estos planteamientos informativos en ocasiones se le suman otro tipo de cometidos (no se abordan de manera aislada) para complementar y agregar más profundidad a las capas informativas del mensaje: 3) análisis de datos que miden las variaciones de comportamiento de los fenómenos a través de valores de frecuencia, velocidad, tiempo, distancia, temperatura, entre otros;

y 4) interpretación de posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno (visualización de imágenes científicas), donde se desarrolla un discurso basado en supuestos teóricos o casos hipotéticos que son simulados para exponer casos concretos.

### *Forma comunicativa*

La forma comunicativa de la IDCyT (*¿cómo se dice?*) representa en su mayoría estructuras espaciales físicas con un tipo de correspondencia literal (ilustraciones, dibujos esquemáticos, imágenes sintéticas, mapas, fotografías, entre otros). Este mecanismo es utilizado como medio de traducción y transcodificación que va de un nivel lingüístico especializado al de una representación visual (visualización) materializado en un hecho o proceso físico visible (modelado de proceso físico), donde se asignan elementos referenciales que comparten el científico y los públicos no expertos (lo que se muestra se basa en la semejanza con el objeto físico o estructura física que se quiere decir). En algunas situaciones concretas también se pueden agregar estructuras espaciales conceptuales con el objeto de representar el análisis de datos que miden las variaciones de comportamiento de los fenómenos (frecuencia, velocidad, tiempo, distancia, temperatura, entre otros) para abordar con mayor profundidad el tratamiento de los mensajes de CyT.

En términos generales, la IDCyT representa información pictórica (literal), empleando diversas técnicas de representación visual que armonizan la información y la hacen más comprensible. Este tipo de infográfico se sitúa en un grado de especialización del lenguaje de *primer nivel*. Es decir, un nivel divulgativo dirigido a una audiencia masiva sin ningún conocimiento previo con el objeto de incrementar un saber científico.

### *Función comunicativa*

Las funciones comunicativas de la IDCyT (*para qué se dice*) adquieren diversos efectos potenciales sobre el receptor: 1) función *estética*, capta la atención del lector a través de la representación de estímulos que suscitan

emoción y motivan a la lectura del infográfico, 2) función *explicativa*, emplea técnicas y métodos didácticos que buscan reafirmar, reforzar y hacer comprensible la adquisición y difusión de un conocimiento científico y 3) función *cognitiva*, tiene como principal cometido la aprehensión de un conocimiento a través del funcionamiento de las imágenes por sí solas para incrementar la capacidad cognitiva del lector más allá de lo que el texto puede lograr (revelación de la evidencia).

## **b) Infografía de periodismo de datos de la ciencia**

### *Planteamiento informativo*

La IPDC determina un planteamiento informativo (*¿qué se dice?*) centrado en la representación gráfica de dimensiones conceptuales relacionadas al análisis de datos estadísticos de múltiples variables que expresan el comportamiento o actuación de los fenómenos a través del tiempo, enfatizando constantes y/o patrones, vínculos o relaciones encontradas entre más de dos variables que revelan un hecho noticioso relativo a la ciencia. A esta tarea, de forma variable se le suma el planteamiento de posibles escenarios o consecuencias de un fenómeno (no se abordan de manera aislada) a partir de indicios que son calculados y proyectados en casos concretos con el propósito de complementar o profundizar en las capas informativas del mensaje. Esta labor de interpretación documenta un historial de datos procedentes de los registros, informes, o grandes bases de datos suministrados por las ciencias y los científicos naturales, así como el de las especialidades emergentes que nacen alrededor de las ciencias naturales (Elías, 2008).

### *Forma comunicativa*

La forma comunicativa de la IPDC (*¿cómo se dice?*) representa estructuras espaciales conceptuales con un tipo de correspondencia arbitraria o convencional, es decir, lo que se muestra se entiende por pura convención (gráficos estadísticos, diagramas, gráficos de tiempo, entre otros). Este



mecanismo se utiliza para transformar y visualizar datos (modela proceso cognitivo) de un hecho relativo a la ciencia donde el ojo humano por sí solo no podría ver y, menos aún, interpretar a simple vista un conjunto caótico de datos. La configuración de sus componentes exige un mayor nivel de atención, interés y capacidad resolutive por parte del receptor. En algunas situaciones concretas se pueden agregar estructuras espaciales híbridas (mapas estadísticos, diagramas de tiempo, estadísticos, entre otros), donde se manifiesta una correspondencia literal y convencional al mismo tiempo (Engelhardt, 2002).

Este tipo de infográfico se sitúa en un grado de especialización del lenguaje de *segundo nivel*. Es decir, el grado de especialización del lenguaje periodístico se verá afectado a través de tres series: la visual lingüística (lenguaje escrito), la visual paralingüística (bastardilla que indica énfasis, los titulares y su tamaño, etc.) y la visual no lingüística (gráficos) (Peltzer, 1991).

#### *Función comunicativa*

Las funciones comunicativas de la IPDC (*para qué se dice*) adquieren diversos efectos potenciales sobre el receptor: 1) función *estética*, capta la atención del lector a través de la representación de nuevos estímulos que implican al espectador a la lectura del infográfico y 2) función *cognitiva*, persigue la aprehensión de un conocimiento a través del funcionamiento de las imágenes por sí solas (de correspondencia arbitraria o convencional) para incrementar la capacidad cognitiva del lector más allá de lo que el texto puede lograr a través de la interpretación, transformación y modelado de datos que expresan y revelan conceptos representados en forma concreta para facilitar el recuerdo.

### **c) Infografía de divulgación periodística de la ciencia y tecnología**

#### *Planteamiento informativo*

La IDPCyT determina un planteamiento informativo (*¿qué se dice?*) centrado en ofrecer un contexto periodístico concerniente a un hecho noticioso

relativo a la CyT en donde se destaca la relevancia del tema, impacto o consecuencias de un fenómeno y/o artefacto tecnológico dentro de un contexto social, al tiempo que se desarrollan explicaciones causales.

### *Forma comunicativa*

La forma comunicativa de la IDPCyT (*¿cómo se dice?*) representa tanto estructuras físicas como estructuras conceptuales. Este mecanismo logra ser un medio de traducción y transcodificación (modela proceso físico), al tiempo que transforma y visualiza datos (modela proceso cognitivo) sobre un hecho noticioso relativo a la CyT.

La IDPCyT representa información pictórica y cuantitativa. El grado de especialización de lenguaje (*primer nivel y/o segundo nivel*) dependerá del enfoque informativo y peso que se le conceda a cada uno de sus componentes para llevar a cabo determinados fines comunicativos.

### *Función comunicativa*

Las funciones comunicativas de la IDPCyT (*para qué se dice*) adquieren diversos efectos potenciales sobre el receptor: 1) función *estética*, capta la atención del lector a través de la representación de estímulos que pueden suscitar emoción, motivar o implicar a la lectura de los infográficos. Se utilizan estrategias retóricas y visuales destacando aspectos emotivos del mensaje a través de la estructura formal del infográfico: títulos, subtítulos e ilustraciones pictóricas que sobresalen por su grado de espectacularidad; 2) función *explicativa*, emplea técnicas y métodos didácticos que buscan reafirmar, reforzar y hacer comprensible la adquisición y difusión de un conocimiento científico; 3) función *cognitiva*, transforma y modela datos que expresan y revelan conceptos representados en forma concreta para facilitar el recuerdo; y 4) función *pragmática*, induce al lector de una forma u otra a sopesar la relevancia o importancia del tema, es decir, se pone en contexto el impacto y/o consecuencias prácticas que pueden afectar la vida cotidiana del lector proveniente de un hecho noticioso relativo a la CyT.

La IDPCyT se considera como un producto periodístico completo en donde se combinan las propiedades de la IDCyT y la IPDC pero con un tratamiento informativo que va más allá de la mera difusión de los conocimientos relativos a la CyT.

#### **4. Los resultados generales que derivan del análisis de contenido del tratamiento informativo de la ICP determinaron la validación de las hipótesis**

El tratamiento de la información en la ICP presenta diversos planteamientos informativos que reflejan características cualitativas propias para tratar los mensajes de CyT: a) Infografía de Divulgación Científica y Tecnológica (IDCyT), b) Infografía de Periodismo de Datos de la Ciencia (IPDC) y c) Infografía de Divulgación Periodística de la Ciencia y Tecnología (IDPCyT).

La IDCyT presenta un planteamiento informativo relacionado con: 1) procesos vinculados al comportamiento de los fenómenos científicos y/o al funcionamiento de objetos o artefactos tecnológicos y 2) descripciones vinculadas a las propiedades o elementos que distinguen un fenómeno, objeto o artefacto tecnológico.

La IPDC presenta un planteamiento informativo relacionado primordialmente al análisis de datos estadísticos de múltiples variables que expresan el comportamiento o actuación de los fenómenos a través del tiempo, enfatizando constantes y/o patrones, vínculos o relaciones encontradas entre más de dos variables que revelan un hecho noticioso relativo a la ciencia.

La IDPCyT presenta un planteamiento informativo centrado en ofrecer un contexto periodístico concerniente a un hecho noticioso relativo a la CyT, donde se destaca la relevancia del tema, impacto o consecuencias de un fenómeno y/o artefacto tecnológico dentro de un contexto social, al tiempo que, se desarrollan explicaciones causales.

Estos resultados nos llevaron a la evidencia contenida en la hipótesis nº1: La ICP presenta diversos planteamientos informativos que reflejan diversas modalidades para tratar los mensajes de CyT.

Cada modalidad de infográfico adoptó una tendencia en la forma y en los recursos de expresión que se utilizan para potenciar el mensaje:

La IDCyT representa en su mayoría estructuras espaciales físicas con un tipo de correspondencia literal para modelar sobre todo procesos físicos, utilizando diversos recursos pictóricos que van desde la ilustración científica hasta dibujos o esquemas sencillos; la fotografía, donde se ve una tendencia de uso de diversas técnicas fotográficas, tales como: la fotomicrografía, la fotografía infrarroja y ultravioleta, así como la fotografía aérea y orbital; la imagen sintética, la cual es creada por ordenador con el propósito de recrear o simular eventos o fenómenos relativos a la CyT. En algunos casos, se pueden observar imágenes sintéticas hechas a través de cálculos matemáticos, transformando datos científicos y abstractos en imágenes a través de programas informáticos especializados (visualización científica).

La IPDC representa estructuras espaciales conceptuales con un tipo de correspondencia arbitraria o convencional para modelar sobre todo procesos cognitivos, utilizando diversos recursos gráficos como los diagramas y todas las diversas modalidades de gráficos estadísticos que existen hoy en día, gracias al desarrollo de diversos programas informáticos especializados en visualización de datos. En algunas situaciones concretas, también se observó el uso de estructuras espaciales híbridas (correspondencia literal y convencional), tales como: mapas estadísticos, diagramas de tiempo, cartogramas, y otras estructuras híbridas de elaboración propia, con un diseño original e innovador.

En la IDPCyT se observó la combinación de estructuras físicas y conceptuales. Por tanto, los recursos visuales se combinan a medida de los objetivos comunicativos que se pretendan.

Estos resultado nos llevaron a la evidencia contenida en la hipótesis nº2: La ICP presenta nuevas formas y recursos de expresión (morfología) vinculados con las innovaciones tecnológicas ocurridas en las últimas décadas en materia de visualización de científica y de datos.

El planteamiento informativo y la forma comunicativa (morfología) de cada tipo de infográfico refleja diversas funciones comunicativas: 1) la IDCyT

desempeña una función *estética, explicativa y cognitiva*; 2) la IPDC desempeña una función *estética y cognitiva* y 3) la IDPCyT desempeña una función *estética, explicativa, cognitiva y pragmática*.

Estos resultados nos llevaron a la evidencia contenida en la hipótesis nº3: La ICP presenta diversos valores funcionales: a) ser un mecanismo de traducción de los temas relativos a la CyT (IDCyT y IDPCyT), b) emprender procesos de visualización de datos relacionados al quehacer de la CyT (IPDC) y c) recontextualizar el saber científico en un público no especialista (IDPCyT).

### **5. Existen diversos aspectos que podrían complementar y ampliar las futuras investigaciones en este campo**

Una vez concluida la tesis, debemos considerar y señalar los aspectos que podrían complementar y ampliar las futuras investigaciones en este campo; por lo tanto, se recomienda a futuros investigadores que tengan interés en el proyecto, tomar en cuenta los siguientes aspectos:

**Contexto histórico.** El contexto histórico general que se plantea en esta investigación sobre el papel que desempeñó la imagen científica en el contexto de la divulgación de la ciencia en Occidente, como antecedente de la Infografía científica de prensa, se delimitó a partir de las publicaciones editoriales y de prensa (libros, enciclopedias, mapas, prensa y revistas), documentadas en épocas de revoluciones racionalistas. No obstante, este contexto histórico podría ampliarse y mejorar la profundidad de su contenido a partir de dos rubros específicos: a) el desarrollo histórico de los instrumentos científicos (microscopios electrónicos, máquinas analíticas, aparatos de investigación de equipos de rayos X, así como los dispositivos de electroforesis de ADN, entre otros) en la visualización de la ciencia en el contexto de la divulgación de la ciencia y b) ampliar el contexto histórico de la imagen científica en los medios audiovisuales.

**Método.** El método propuesto en esta investigación utilizó la técnica de análisis de contenido como instrumento de recolección de datos, basándose en indicadores de origen inductivo y deductivo con la finalidad de recolectar información relevante para analizar las características cualitativas del

tratamiento de la información de la Infografía Científica de Prensa (ICP). Para ello, la selección de las unidades a estudiar se basó en un tipo de muestreo de casos críticos con el objeto de recopilar una muestra que integrará una riqueza temática en los mensajes relativos a la CyT. En este sentido, se considera oportuno en una segunda fase de investigación aplicar la misma técnica, junto con el instrumento de recolección de datos, a una muestra representativa (probabilística o no probabilística) con el objeto de obtener un resultado más representativo basado en un análisis exclusivo de tipo cuantitativo.

**Líneas de investigación.** Este estudio abre diversas líneas de investigación. La más inmediata que podría pensarse es el estudio de la infografía científica de prensa en soportes digitales e interactivos. No obstante, aun queda un vacío teórico muy grande sobre el estudio de las estrategias discursivas en el periodismo científico y la divulgación de la ciencia desde un marco de actuación donde se combinan los sistemas verbales y no verbales.

Como segunda línea de investigación, la ICP presenta propiedades y mecanismos que facilitan la comprensión y recontextualización del saber científico. Situación que ha llevado a que la ICP, en algunos casos, sea utilizada en algunas aulas para la enseñanza de la ciencia. En este sentido, se puede abordar la ICP desde el estudio de la enseñanza de la ciencia.

Como tercera línea de investigación, se propone el estudio de la infografía científica de prensa en soportes digitales e interactivos (animada), aunque sigue siendo hoy en día una disciplina emergente y de poco alcance para las sociedades más desfavorecidas, no deja de ser un objeto de estudio interesante, sobre todo, a partir de las nuevas estrategias discursivas que se construyen a través de elementos dinámicos o en movimiento, donde el usuario adquiere una posición activa en la recepción, adquisición y control de la información relativa a la CyT.







## BIBLIOGRAFÍA:

- Abreu, C. (2002). ¿Es la infografía un género periodístico?, *Revista Latina de Comunicación Social* (51), 80-101.
- Acaso, M. (2006). *El lenguaje visual*. Barcelona: Paidós.
- Anguiano, B. L. (1999). *El documental de divulgación científica*. Barcelona: Paidós.
- Alayo, F. (1990). *El lenguaje de funciones y gráficas*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación
- Alcíbar, M. (2004). La divulgación mediática de la ciencia y la tecnología como recontextualización discursiva. *Anàlisi*, vol.31, 43-70.
- Alcíbar, M. (2005). Ciencias en Imágenes. *IC Revista Científica de Información y Comunicación* (2).
- Alvarez-Gayou, J. L. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa: fundamentos y metodología*. México: Paidós.
- Andréu, J. (2002). *Las técnicas de análisis de contenido: una revisión actualizada*. Sevilla: Fundación Centro de Estudios Andaluces.
- Andréu, J. (2006). Análisis de datos cualitativos asistidos mediante ordenador. *Revista de Investigación Aplicada Social y Política*, vol.1, 1-160.
- Andréu, J., García, A., Pérez, A. M. (2007). Evolución de la teoría fundamentada como técnica de análisis cualitativo. *Cuadernos Metodológicos del CIS*, vol.40, 1-205.
- Andréu, J., Pérez, A.M. (2006). Análisis de contenido cualitativo. *Revista de Investigación Aplicada Social y Política*, vol.1, 131-141.
- Andrews, A. (2000). *The history of British journalism 1*. London: Adamant Media.
- Antony, J. (2001). Anatomy and Leonardo da Vinci. *The Yale journal of biology and medicine*, vol. 74 (3), 185-195.
- Arnheim, R. (1986). *El pensamiento visual*. Barcelona: Paidós Comunicación.

- Arnheim, R. (1993). *Arte y percepción visual*. Madrid: Alianza Forma.
- Arrase, D. (1997). *Léonardo de Vinci: le rythme du monde*. Paris: Hazan.
- Ashworth, W. J. (2008). The ghost of Rostow: Science, culture and the British industrial revolution. *History of Science*, 46(3), 249-274.
- Bacot, J. P. (2005). *La presse illustrée au XIXe siècle: une histoire oubliée*. Presses Univ. Limoges.
- Baigrie, B. S. (ed.). (1996). *Picturing Knowledge: Historical and philosophical problems concerning the use of art in science*. Canada: University of Toronto Press.
- Bardin, L. (1991). *Análisis de contenido (Vol. 89)*. Madrid: Ediciones Akal.
- Barnhurst, K. (1990). *Handbook for visual journalism*. Champaign, Illinois: Hawthorne Books.
- Barnhurst, K. (1998). Periodismo visual. *Revista Latina de Comunicación Social* (7), 115-124.
- Barthes, R. (1987). *Retórica de la imagen*. Buenos Aires: Paidós.
- Bauer, M.W., & Bucchi, M. (Eds.). (2008). *Journalism, science and society: Science communications between news and public relations*. London: Routledge.
- Beniger, J. R., & Robyn, D. L. (1978). Quantitative graphics in statistics: A brief history. *The American Statistician*, 32(1), 1-11.
- Berenguer, X. (1991). La imatgen sintètica com llenguatge. *Temes de disseny* (5), 89-96. Recuperado de:  
<http://www.raco.cat/index.php/Temes/article/view/29174/40161>
- Belenguer, M. (1999). La infografía aplicada al periodismo científico. *Chasqui, Revista Latinoamericana de Comunicación* (66), 27-30. Recuperado de:  
<http://chasqui.ciespal.org/index.php/chasqui/article/view/511/511>
- Bell, P. (2001). Content analysis of visual images. *Handbook of visual analysis* (13), 10–34.
- Beltrán, A. (1995). *Revolución Científica, Renacimiento e Historia de la Ciencia*. Madrid: Siglo XXI de España Editores, S.A.

- Berger, J. (1975). *Modos de ver*. Madrid: Gustavo Gili.
- Bertin, J. (2010). *Semiology of graphics: diagrams, networks, maps*. USA: Esri Press.
- Bertin, J. (1988). *La gráfica y el tratamiento gráfico de la información*. Madrid: Taurus.
- Blanco, G. (2012). Cartografía y sociedad: La extensión de la cartografía temática en la actualidad. *Revista Catalana de Geografia IV època / volum XVII / núm. 46 / octubre* / Recuperado de: <http://www.rcg.cat/articles.php?id=248>.
- Borrás, L., & Caritá, M.A. (2000). Infototal, inforrelato e infopincel. Nuevas categorías que caracterizan la infografía como estructura informativa. *Revista Latina de Comunicación Social, vol. 3 (35), 125-149*.
- Bracegirdle, B., & Club, Q. M. (1998). *Microscopical mounts and mounters*. Quekett Microscopical Club.
- Brown, T. L. (2003). *Making Truth: Metaphor in Science*. University of Illinois Press, Champaign, IL,. CARO, S. C.
- Cairo, A. (2008). *Infografía 2.0: Visualización interactiva de información en prensa*. Madrid: Alamut Ediciones.
- Cairo, A. (2011). *El arte funcional: infografía y visualización de la información*. Madrid: Alamut Ediciones.
- Cairo, A. (2016). *The truthful art: data, charts, and maps for communication*. USA: Peach Press.
- Cairo, A. (2017). *Nerd journalism: How Data and Digital Technology Transformed News Graphics*. Tesis doctoral, Universitat Oberta de Catalunya.
- Calsamiglia, H. (1997). Divulgar: itinerarios discursivos del saber. Una necesidad, un problema, un hecho. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura (7)*, 9-18. Observatorio de la Comunicación Científica (OCC), Universitat Pompeu Fabra (UPF), Barcelona.
- Calvo, M. (1990). *Ciencia y periodismo*. Barcelona: Centro de Estudios para el

Fomento de la Investigación.

- Calvo, M. (1992). *Periodismo científico*. Madrid: Editorial Paraninfo, S.A.
- Calvo, M. (2001). *Divulgación y periodismo científico, entre la claridad y exactitud*. Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Camacho, M. I. (coord.) (2010). *La especialización en el periodismo: Formarse para informar (Vol. 32)*. Sevilla: Comunicación Social.
- Capel, H. (2016). Filosofía y Ciencia en la Geografía, siglos XVI-XXI. *Investigaciones geográficas*, (89), 5-22.
- Casasús, J. M. (1973). *Teoría de la imagen*. Barcelona: Salvat.
- Casasús, J. M. (1985). *Ideología y análisis de medios de comunicación*. Barcelona: Mitre.
- Casasús, J. M., & María, J. (1988). *Iniciación a la Periodística*. Barcelona: Teide.
- Casasús, J. M. (1990). Per una harmonització de les teories esdevenimentals dins la Periodística. *Periodística* (2), 69-78. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- Casasús, J. M., & Núñez, L. (1991). *Estilo y géneros periodísticos*. Barcelona: Ariel Comunicación.
- Cassany, D., & Martí, J. (1998). Estrategias divulgativas del concepto prión. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura* (12), 56-66. OCC-UPF, Barcelona.
- Cassany, D., & Olivella, J. M. (2000). La transformación divulgativa de redes conceptuales científicas. Hipótesis, modelo y estrategias. *Revista iberoamericana de Discurso y Sociedad*, vol. 2 (2), 73-103.
- Card, S. K., Mackinlay, J. D., & Schneiderman, B. (1999). *Readings in information visualization*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Chen, C. (2006). *Information visualization: beyond the horizon*. London: Springer.
- Ciapuscio, G. E. (1997). Lingüística y divulgación de ciencia. *Quark: Ciencia*,

- medicina, comunicación y cultura* (7), 19-28. OCC-UPF, Barcelona.
- Ciapuscio, G. E. (2000). Hacia una tipología del discurso especializado. *Revista iberoamericana de Discurso y Sociedad*, vol. 2 (2), 39-71.
- Clark, R. C., & Lyons, C. (2010). *Graphics for learning: Proven guidelines for planning, designing, and evaluating visuals in training materials*. San Francisco: John Wiley & Sons.
- Clarke, E., Dewhurst, K., & Aminoff, M. J. (1996). *An illustrated history of brain function: imaging the brain from antiquity to the present*. San Francisco: Norman Publishing.
- Cobb, M., & Cobb, M. (2002). Timeline: exorcizing the animal spirits: Jan Swammerdam on nerve function. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(5).
- Colle, R. (1998). Estilos o tipos de infógrafos. *Revista Latina de Comunicación Social* (12), 30-38.
- Colle, R. (1999a). El contenido de los mensajes icónicos (1). Introducción y capítulo 1. *Revista Latina de Comunicación Social* (18). Recuperado de: <http://www.ull.es/publicaciones/latina/a1999gjn/76coll/intro.htm>
- Colle, R. (1999b). El contenido de los mensajes icónicos (2). El discurso icónico como totalidad. *Revista Latina de Comunicación Social* (19). Recuperado de: <http://www.ull.es/publicaciones/latina/a1999fjl/63col/analim2/aci2.htm>
- Colle, R. (1999c). El contenido de los mensajes icónicos (3). El significado denotado. *Revista Latina de Comunicación Social* (20). Recuperado de: <http://www.ull.es/publicaciones/latina/a1999eag/51col/analim3/aci3.htm>
- Colle, R. (1999d). El contenido de los mensajes icónicos (4). Los significados connotados. *Revista Latina de Comunicación Social* (21). Recuperado de: <http://www.ull.es/publicaciones/latina/a1999dse/39colle/analim4/aci4.htm>
- Colle, R. (1999e). El contenido de los mensajes icónicos (5). Mensajes verbo-icónicos. *Revista Latina de Comunicación Social* (22). Recuperado de: <http://www.ull.es/publicaciones/latina/a1999coc/25colle/analim5/aci5.htm>
- Contreras, F. (2000). *Nuevas fronteras de la infografía: Análisis de la imagen por ordenador*. Sevilla: Mergablum.

- Cornwell, J. (2005). *Los científicos de Hitler: Ciencia, guerra y el pacto con el diablo*. Barcelona: Paidós.
- Cortiñas, S. (2005). La divulgació de la molècula d'ADN. *Revista de la Societat Catalana de Química (6)*, 78-84, Barcelona.
- Cortiñas, S. (2006). *Las estrategias redaccionales de la periodística de Javier Sampedro y su relación con las principales tradiciones de divulgación científica*. Tesis doctoral, Universidad Pompeu Fabra, Barcelona.
- Cortiñas, S. (2006). Un recorrido por la historia del libro de divulgación científica. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura (37-38)*, 58-64. OCC-UPF, Barcelona.
- Cortiñas, S., & Pont, C. (2006). Actores periodísticos y políticos en momentos de crisis: un estudio de caso. *Comunicar, vol. 14 (27)*, 129-135. Huelva, España.
- Cortiñas, S. (2007). La globalización del periodismo científico bajo patrones anglosajones: un estudio de caso en la periferia. *Estudios sobre el mensaje periodístico, vol. 13*, 369-384.
- Cortiñas, S. (2008). Metaphors of DNA: a review of the popularisation processes. *Public Understanding of Science, 7(1)*, 1-7.
- Cortiñas, S. (2009). *Historia de la Divulgación Científica*. Barcelona: IEC.
- Cortiñas, S. (2010). La Contribució de la Infografía al Desenvolupament del Periodisme Científic. *Periodística: revista acadèmica (12)*, 65-81.
- Costa, J. (1998). *La esquemática, visualizar la información*. Barcelona: Paidós.
- Costa, J., & Moles, A. (1991). *La imagen didáctica*. Barcelona: CIAC.
- Cocucci, A. E. (2000). *Dibujo científico*. Ed. Sociedad Argentina de Botánica. Córdoba.
- Crane, N. (2003). *Mercator: The Man Who Mapped the Planet*. Londres: Henry Holt and Company.
- Crucianelli, S. (2012). Introducción al Periodismo de Datos. *Internacional Center for Journalist*. Recuperado de: <http://ijnet.org/es/blog/claves-para-entender-el-periodismo-de-datos>

- Crucianelli, S. (2013). ¿Qué es el Periodismo de datos?. *Cuadernos de periodistas* (26), 106-124.
- Dader, J. L. (1997). *Periodismo de precisión*. Vía socioinformática de descubrir noticias. Madrid: Editorial Síntesis.
- De la Peña, J. A. (2004). Un vistazo a la ciencia en México. *Ciencia Ergo Sum*, vol.11 (2), Universidad del Estado de México.
- De Pablos, J. M. (1991). La infografía, el nuevo género periodístico. *Estudios sobre tecnología de la información*, vol.1, 156-190.
- De Pablos, J. M. (1993). Infografía o infoperiodismo: ¿cómo? y ¿cuándo?. *Comunicación y Sociedad* (18), 257-277.
- De Pablos, J. M. (1997). La infografía, valioso apoyo del periodismo científico. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura* (9), 36-48. OCC-UPF, Barcelona.
- De Pablos, J. M. (1999). *Infoperiodismo: el periodista como creador de infografía*. Madrid: Editorial Síntesis.
- De Pablos, J. M. (1998). Siempre ha habido infografía. *Revista Latina de Comunicación Social*, vol.5, 20-29.
- De Semir, V. (2002). Introducción a la divulgación de las ciencias. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura* (26). OCC-UPF, Barcelona.
- De Semir, V., & Revuelta, G. (2002). Ciencia y Medicina en La Vanguardia y The New York Times. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura* (26). OCC-UPF, Barcelona. Recuperado de:  
<http://www.prbb.org/quark/26/026068.htm>
- Dellamea, A. (1994). *El discurso informativo, géneros periodísticos*. Buenos Aires: Editorial Docencia.
- Debus, A. G. (2016). *El hombre y la naturaleza en el Renacimiento*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Domínguez, M. (2002). Goethe y la divulgación científica. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura* (26), 24-29. OCC-UPF, Barcelona.
- Dondis, D. A. (2002). *La sintaxis de la imagen: introducción al alfabeto visual*.

Barcelona: Gustavo Gili.

- Diamantis, Aristidis; Magiorkinis Emmanouil; Androutsos George (May 2009). "Alfred Francois Donné (1801-78): a pioneer of microscopy, microbiology and haematology". *Journal of Medical Biography*. England. 17 (2): 81–7.
- Dreyer, E. (1890). *Tycho Brahe, A picture of scientific life and work in the sixteenth century*. Edinburgh and London: Hanson and Co.
- Dur, B. I. U. (2014). Data visualization and infographics in visual communication design education at the age of information. *Journal of Arts and Humanities*, 3 (5), 39-50.
- Durant, J. R. (1990). Copernicus and Conan Doyle: or, why should we care about the public understanding of science?. *Science Public Affairs* 5 (1), 7-22.
- Dürsteler, J. C. (2003). *Visualización de información: una visita guiada*. Barcelona: Ediciones Gestión.
- Duran, J. (2010). Algunas consideraciones sobre el periodismo científico en América Latina. *Periodismo y Comunicación Científica en América Latina*, 6-8, OEA. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: <http://www.mincyt.gob.ar/libros/periodismo-y-comunicacion-cientifica-en-america-latina-8061>
- Eco, U. (1977). *Tratado de semiótica general*. Barcelona: Lumen.
- Eisenstein, E. (2005). *The printing revolution in early modern Europe*. USA: Cambridge University Press.
- Elena, G. P. (2007). El papel de la información textual en el proceso de lectura del texto especializado. *Panacea*, vol. 8 (26), 138-148.
- Elías, C. (2001). *Flujos de información entre científicos y prensa*. Tesis doctoral. Universidad de La Laguna (Tenerife).
- Elías, C. (2003). *La ciencia a través del periodismo*. Madrid: Nivola.
- Elías, C. (2006). *La razón estrangulada*. Barcelona: Debate.
- Elías, C. (2008). *Fundamentos de periodismo científico y divulgación mediática*. Madrid: Alianza Editorial.



- Ellegard, A. (1990). *Darwing and the general reader: the reception of Darwin's theory of evolution in the British periodical press, 1859-1872*. USA: University of Chicago Press.
- Engelhardt, Y. (2002). *The language of graphics: A framework for the analysis of syntax and meaning in maps, charts and diagrams*. Unpublished Ph.D. thesis, Institute for Logic, Language and Computation, University of Amsterdam, The Netherlands.
- Engelhardt, Y. (2006). Objects and spaces: The visual language of graphics. In *International Conference on Theory and Application of Diagrams*, 104-108. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Estrada, L. (1987). *La comunicación de la ciencia*. México: Omnia.
- Escobar, M. D. C. (2004). *La comprensión de ilustraciones en textos científico-técnicos: aplicación a la traducción*. Trabajo de investigación tutelada, Universidad de Granada, Granada.
- Fama, A. (2011). *Open Data e Data Journalism*. Roma: Narccisa.
- Fernández del Moral, J. (1983). *Modelos de comunicación científica para una información periodística especializada*. Madrid: Dossat, DL.
- Fernández, F. (2002). El análisis de contenido como ayuda metodológica para la investigación. *Revista Ciencias Sociales*, vol. 2 (96), 35-54.
- Fernández, J. (2004). *Periodismo especializado*. Barcelona: Ariel.
- Fernández, J. (1965). Vesaliu y el humanismo. *Medicina & historia: Revista de estudios históricos de las ciencias médicas*, (15), 2-15.
- Fernández, J. (1970). *Andrés Vesalio, su vida y obra*. Madrid: Editorial CSIC - CSIC Press.
- Finger, S., Zaidel, D. W., Boller, F., & Bogouslavsky, J. (2013). *The fine arts, neurology, and neuroscience: neuro-historical dimensions* (Vol. 203). Elsevier, UK.
- Fleming, M. L., & Levie, W. H. (1978). *Instructional message design: Principles from the behavioral sciences*. Nueva Jersey: Educational Technology Publication.

- Flor, M. D. L. (2004). *The digital biomedical illustration handbook (Graphics Series)*. Charles River Media, Inc. Rockland, MA, USA.
- Ford, Brian J. (1985). *Single Lens. The Story of the Simple Microscope*. Londres: Harper & Row.
- Ford, B. J. (1993). *Images of science: a history of scientific illustration*. New York: Oxford University Press.
- Friedman, S. M., Dunwoody, S., & Rogers, C. L. (ed) (1986). *Scientists and Journalists: Reporting Science as News*. Nova York: Free Press.
- Fuster, F. (1998). *El final del descubrimiento de América: California, Canadá y Alaska (1765-1822): aportación documental del Archivo General de la Marina*. Universidad de Murcia.
- Garfield, S. (2012). *En el mapa: De cómo el mundo adquirió su aspecto*. Madrid: Santillana Ediciones Generales.
- Godin, B., & Gingras, Y. (2000). What is a scientific and technological cultura and how is it measured? A multidimensional model. *Public Understanding of Science*, vol. 9 (1), 43-58.
- Gomis, L. (1991). *Teoría del periodismo: cómo se forma el presente*. Barcelona: Paidós.
- Gonick, L., & Huffman, A. (1991a). *The cartoon guide to physics*. Nueva York: Harper Perennial.
- Gonick, L., & Wheelis, M. (1991b). *The cartoon guide to genetics*. Nueva York: Harper Perennial.
- Gray, J., Chambers, L., & Bounegru, L. (2012). *The data journalism handbook: how journalists can use data to improve the news*. UK: European Journalism Centre and the O'Reilly Media.
- Gubern, R. (1996). *Del bisonte a la realidad virtual: La escena y el laberinto*. Barcelona: Anagrama.
- Gutierrez, B. (1998). *La ciencia empieza en la palabra: Análisis de la historia del lenguaje científico*. Barcelona: Ediciones Península.
- Harcourt, G. (1987). *Andreas Vesalius and the anatomy of antique*

- sculpture. *Representations*, (17), 28-61.
- Handa, C. (ed.) (2004). *Visual rhetoric in a digital world: A critical sourcebook*. New York: Bedford/St. Martin's Press.
- Harris, S. (2004). *Einstein simplified: Cartoons on science*. Canada: Rutgers University Press.
- Harwood, J. (2008). *Los confines del mundo: 100 mapas que cambiaron la percepción de la Tierra*. Barcelona: Blume.
- Herrero Solana, Víctor Federico; Rodríguez Domínguez, Ana María (2015). "Periodismo de datos, infografía y visualización de la información : un estudio de El País, El Mundo, Marca y El Correo". BiD: textos universitaris de biblioteconomia i documentació, núm. 34 (juny). Recuperado de: <http://bid.ub.edu/es/34/herrero.htm>.
- Hodges, E. (ed.). (2003). *The guild handbook of scientific illustration*. Canada: John Wiley & Sons.
- Hull, D. L. (1987). Scientists and journalists; reporting science as news. *Science*, 235, 93-95.
- Illiinsky, N., & Steele, J. (2011). *Designing data visualizations: representing informational relationships*. USA: O'Reilly Media Inc.
- Inkster, I. (1973). Science instruction for youth in the industrial revolution: The informal Network in Sheffield. *The Vocational Aspect of Education*, 25(61), 91-98.
- Junyent, C. (ed.). (2001). Comunicar Ciència. *Treballs de la Societat Catalana de Biologia, volum 51*, Barcelona.
- Jianmin, L. (2006). Estudio sobre la popularización de la ciencia en la ciudades modernas. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura* (37), 72-82. OCC-UPF, Barcelona.
- Karma, P., & Guallar, J. (2013). Introducció al periodisme de dades. Característiques, panoràmica i exemples. *Ítem: revista de biblioteconomia i documentació* (57), 22-36. Barcelona, Colegi Oficial de Bibliotecaris. Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/Item/article/view/269701>

- Kish, G. (ed.). (1978). *A source book in geography (Vol. 14)*. USA: Harvard University Press.
- Knight, D. (2006). *Public understanding of science: a history of communicating scientific ideas*. New York: Routledge.
- Koyré, A. (1978). *Estudios de historia del pensamiento científico*. México: Siglo XXI, editores.
- Koyré, A. (1979). *Del mundo cerrado al universo infinito*. Madrid: Siglo XXI, editores.
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*. USA: Sage.
- Lankow, J. (2012). *Infographics: The power of visual storytelling*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- LaFollette, M. C. (2009). *Science on the air: Popularizers and personalities on radio and early television*. USA: University of Chicago Press.
- LaFollette, M. C. (2013). *Science on American television: A history*. USA: University of Chicago Press.
- León, V. (1989). *La Europa ilustrada (Vol. 2)*. Madrid: Ediciones Istmo.
- Leturia, E. (1998). ¿Qué es infografía?. *Revista Latina de Comunicación Social*, vol. 4 (10). Recuperado de:  
<https://www.ull.es/publicaciones/latina/z8/r4el.htm?iframe=true&width=80%&height=80%>
- Lightman, B. (2007). *Victorian popularizers of science: Designing nature for new audiences*. USA: University of Chicago Press.
- Líter, C., Sanchis, F., & Herrero, A. (1992). *Geografía y cartografía renacentista*. Madrid: Ediciones Akal.
- Lohse, G., Biolsi, K., Walker, N., & Rueter, H. (1994). A classification of visual representations. *Communications of the ACM*, vol. 37 (12), 36-49.
- López, H. A. (2002). *Géneros periodísticos complementarios: una aproximación crítica a los formatos del periodismo visual*. Sevilla: Comunicación Social.
- Lynch, M., & Woolgar, S. (1990). *Representation in scientific practice*. USA: MIT

Press.

- Magasich, J., & De Beer, J. M. (2001). *América mágica: Mitos y creencias en tiempos del descubrimiento del nuevo mundo*. Santiago de Chile: Lom Ediciones.
- Malet, A. (2002). Divulgación y popularización científica en el siglo XVIII: entre la apología cristiana y la propaganda ilustrada. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura* (26), 13-23. OCC-UPF, Barcelona.
- Marsh, E., & Domas, M. (2003) A taxonomy of relationships between images and text. *Journal of Documentation*, vol. 59 (6), 647-672.
- Martine, G. (2002). Pietro Corsi: Lamarck. Genèse et enjeux du transformisme, 1770-1830. Traduit de l'italien par Diane Ménard, 2001. *Dix-huitième Siècle*, 34(1), 656-657.
- Martini, J. X. (1997). Física, Astronomía, Arquitectura y la Financiación de la Ciencia en la Alemania de Entreguerras. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy*, vol.7 (41).
- Massarani, L. (coord.). (2010). *Jornalismo e ciência: uma perspectiva ibero-americana*. Tiragem: 1era. Edição. Rio de Janeiro. Museo de la vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz.
- Mctavish, D.G., & Pirro, E. B. (1990). Contextual content analysis. *Quality & Quantity*, vol. 24 (3), 245-265. University of Minnesota.
- Merlini, L., Tomba, P., & Viganò, A. (2003). Berengario da Carpi, a pioneer in anatomy, rediscovered by Vittorio Putti. *Neuromuscular Disorders*, 13(5), 421-425.
- Meyer, P. (1993). *Periodismo de precisión: Nuevas fronteras para la investigación periodística*. Barcelona: Bosch.
- Meyer, E. K. (1997). *Designing Infographics*. USA: Hayden Books.
- Mijksenaar, P. (2001). *Una introducción al diseño de la información*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Minervini, M.A. (2005). La infografía, como recurso didáctico. *Revista Latina de Comunicación Social* (59), 170-186.

- Mishra, P. (1999). The role of abstraction in scientific illustration: implications for pedagogy. *Journal of Visual Literacy*, vol.19 (2), 139-158.
- Moore, D. S. (2000). *Estadística aplicada básica*. España: Antoni Bosch, editor, S.A.
- Monmonier, M. (1987). A geographer's view of newspaper maps and cartographer's guide. *Design* (26), 14-17.
- Monterde, R. A. M. (2002). Relationship and dependency between linguistic and non-linguistic forms of concept representation: a study of texts and addressed to experts and students. *LSP and Professional Communication*, vol 2 (2), 31-48.
- Neuendorf, K. A. (2002). *The content analysis guidebook*. USA: Sage Publications
- Nichols, R. (1999). *Robert Hooke and the Royal Society*. Book Guild Limited.
- Nieves, A., & Domínguez, F. (2010). *Probabilidad y estadística para ingeniería*. México: McGraw Hill.
- Noguero, F. L. (2002). El análisis de contenido como método de investigación. *XXI, Revista de educación*, vol. 4, 167-180. Universidad de Huelva: Servicio de Publicaciones.
- Núñez, R. (2012). El poder de los mapas. *Estudios Geográficos Vol. 73 (273)*, 581-598. Recuperado de:  
<http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/383/383>
- Ordóñez, J., & Elena, A. (eds.). (1990). *La ciencia y su público: perspectivas históricas (Vol. 12)*. Madrid: CSIC-CSIC Press.
- Ordóñez, J., Navarro, V., & Sánchez, J. M. (2007). *Historia de la ciencia*. España: Espasa Calpe, S.A.
- Panza, M., & Presas, A. (2002). La divulgación de la ciencia en el siglo XIX: la obra de Flammarion. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura* (26), 30-36. OCC-UPF, Barcelona.
- Pavord, A. (2005). *The naming of names: the search for order in the world of*

- plants*. USA: Bloomsbury Publishing.
- Paxinos, G., & Mai, K. (eds.). (2004). *The Human Nervous System*. UK: Elsevier.
- Palsky, G. (1984). La naissance de la démocartographie. Analyse historique et sémiologique. *Espace, populations, sociétés*, vol. 2 (2), 1984, 25-34.
- Pelayo, F. (1992). *Las teorías geológicas y paleontológicas durante el siglo XIX* (Vol. 40). Ediciones AKAL.
- Peltzer, G. (1991). *Periodismo iconográfico*. Madrid: Rialp, S. A.
- Pérez, T. R. (1991). *Ciencia, paciencia y conciencia*. México: Siglo XXI Editores, S.A de C.V.
- Pérez, T. R. (2005). *Historia general de la ciencia en México en el siglo XX*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Pericot, J. (1987). *Servirse de la imagen*. Barcelona: Ariel.
- Perry, F., & Paz, M. (eds). (2015). *Manual de periodismo de datos Iberoamericano*. Santiago de Chile: Escuela de Periodismo de la Universidad Alberto Hurtado de Chile.
- Presas, A. (2002). El científico en su papel: ciencia y teatro. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura* (26), 91-96. OCC-UPF, Barcelona.
- Previdi, T. (2005). *Jacopo Berengario da Carpi*. Italia: Nuovagrafica - Carpi (MO).
- Prichard, P. (1987). *The making of mcpaper: the inside story of USA Today*. Nueva York: Spoglight Press.
- Prieto, J. A. (2009). Depicting specialized language: in search of a grammar of illustrations for scientific and technical texts. *In Current Issues in Language Studies* (1), 41-65.
- Prieto, J. A. (2009). *Traducción e imagen: la información visual en textos especializados*. Granada: Tragacanto.
- Rath, G. (1964). Charles Estienne: Contemporary of Vesalius. *Medical History*, vol.8 (04), 354-359.

- Ranera, G. H. (1999). Infografía, espectáculo e información. *Revista Latina de Comunicación Social* (19). Recuperado de:  
<https://www.ull.es/publicaciones/latina/biblio/libroinfo/65her.htm>
- Raichvarg, D., & Jacques, J. (eds.). (1991). *Savants et Ignorants. Une histoire de la vulgarisation des sciences*. Paris: Seuil.
- Revuelta, G. (2001). El gen de cada día. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura* (20), 33-43. OCC-UPF, Barcelona.
- Rhees, D. J. (1979). *A new voice for science: Science Service under Edwin E. Slosson, 1921-29* (Doctoral dissertation, University of North Carolina at Chapel Hill).
- Rodríguez, A., & Gracia, L. (2013). Cartografiando el periodismo de datos. Big Data y periodismo en el continente americano. Cinco casos de estudio. *Telos: Cuadernos de Comunicación e Innovación*, 57-67.
- Rodrigues, S. R. (2013). *Representación espacial y mapas*. Cuadernos Metodológicos (50). Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS).
- Romero, A. (1996). *La infografía, como nuevo género periodístico*. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.
- Robles, A. E. D. P., & Hernández, F. T. (2004). La prensa y la divulgación del conocimiento Ilustrado en el virreinato de Nueva España en el siglo XVIII. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, vol.6, 317-324.
- Rosenblum, L. (1989). Scientific visualization at research laboratories. *IEEE Computer* 22 (8), 68-100.
- Rosenblum, L. et. al. (1994). *Scientific visualization: advances and challenges*. London: Academic Press.
- Rowan, K. (1999). Effective explanation of uncertain and complex science. *Communicating Uncertainty: Media Coverage of New and Controversial Science*, 210-224. Mahwah (Nueva Jersey): Lawrence Erlbaum.
- RICYT (2016). *El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología - Iberoamericanos / Interamericanos*. Recuperado de:  
<http://www.ricyt.org/publicaciones>



- Saldino, G. A. (1996). *Ciencia y prensa durante la Ilustración Latinoamericana* (Vol. 18). Toluca, Estado de México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Sánchez, A. M. (2000). *La divulgación de la ciencia como literatura*. Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Santos, G. (1998). *Imagen y educación*. Buenos Aires: Magisterio del Río de la Plata.
- Sapp, J. (2007). The structure of microbial evolutionary theory. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 38(4), 780-795.
- Shackelford, J. (2003). *William Harvey and the Mechanics of the Heart*. Oxford University Press.
- SCImago Journal & Country Rank. (2013): *Country Rankings*. Recuperado de: <http://www.scimagojr.com/countryrank.php> (Consulta 28-11-13).
- Sellés, M., & Solís, C. (1994). *Revolución científica*. Madrid: Síntesis.
- Sicard, M. (1998). *La fabrique du regard*. Paris: Éditions Odile Jacob.
- Singer, E., Friedman, S. M., Dunwoody, S., & Rogers, C. L. (2000). *Communicating Uncertainty: Media Coverage of New and Controversial Science*. New York: Routledge
- Souza, J. A. C. O. (2013). *Infográfico e a divulgação científica midiática (DCM): (entre) texto e discurso*. 2013. 304 f. Tese (Doutorado em Linguística Aplicada) – Unidade Acadêmica de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS.
- Spence, R. (2001). *Information visualization* (Vol. 1). New York: Addison-Wesley.
- Sullivan, P. (1993). *Information graphics in colour*. IFRA, Darmstadt.
- Sheets-Pyenson, S. (1985). Popular science periodicals in Paris and London: the emergence of a low scientific culture, 1820-1875, a *Annals of Science*, 42 (6), 1985, pàg. 549-572.

- Taylor, E. (1984). *Information graphics: a weapon for print*, en *Newspaper Techniques (1)*, revista de INCA-FIEJ Research Association, Darsmstadt (Alemania).
- Taylor, S., & Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.
- Teixeira, L. (2008). *Leitura de textos visuais: princípios metodológicos*. In: Bastos, N. B. (Org.). *Língua portuguesa: lusofonia – memória e diversidade cultural*. São Paulo: EDUC.
- Tonda, J., Sánchez, A. M., & Chavéz, N. (coord.). (2002). *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Trabulse, E. (1983). *Historia de la ciencia en México (versión abreviada)*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Trabulse, E. (1995). *Arte y ciencia en la historia de México*. México: Fomento Cultural Banamex.
- Tristani-Potteaux, F. (1997). *Les journalistes scientifiques: médiateurs des savoirs (Vol. 5)*. Paris: Economica, Editions (FR).
- Trumbo, J. (1999). Visual literacy and science communication. *Science Communication*, vol. 20 (4), 409-425.
- Tufte, E. (1997). *Visual explanations: Images and quantities, evidence and narrative*. Cheshire, CT: Graphics Press.
- Tufte, E. (2001). *Envisioning information*. Cheshire, CT: Graphics Press.
- Tufte, E. (2006). *Beautiful evidence*. Cheshire, CT: Graphics Press.
- Tsunemoto, Rachel. (11 de September de 2015). How Scientific American makes its infographics. *Storybench*. Recuperado de <http://www.storybench.org/how-scientific-american-makes-its-infographics/>
- Utts, J. M. (2015). *Seeing through statistics*. USA: Cengage Learning.
- UNESCO (2015). *UNESCO Science Report: towards 2030*. Published by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France.

- Vaccarezza, L. S. (2008). Exploraciones en torno al concepto de cultura científica. *En FECYT, Resúmenes del Congreso Iberoamericano de Ciudadanía y Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología, vol. 110*. Madrid, España.
- Valero, J. L. (2001). *La infografía: técnicas, análisis y usos periodísticos*. Bellaterra: Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- Valverde, J. (2001). *La imagen*. Curso 2001-2002, Facultad de Formación del Profesorado, Cáceres. Universidad de Extremadura, España. Recuperado de: <http://idd0033p.eresmas.net/PDF/Imagen.pdf>
- Van Dijk, T. (1990). *La noticia como discurso*. Barcelona: Paidós.
- Vllanilam, J. V. (1993). *Science communication and development*. New Delhi: Sage.
- Vogt, C. (2012). The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America. *Public Understanding Science, vol. 21 (1)*, 4-16.
- White, M. D., & Marsh, E. E. (2006). Content analysis: A flexible methodology. *Library trends, vol. 55 (1)*, 22-45.
- Wildbur, P., & Burke, M. (1998). *Infográfica: Soluciones innovadoras en el diseño contemporáneo*. Barcelona: Gustavo Gilli.
- Wilson, S. (2002). *Information arts, intersections of art, science, and technology*. Cambridge: The MIT Press.
- William, R. (2000). *Science and the visual image in the enlightenment (Vol. 4)*. Science History Publications.
- Woolgar, S. (1991). *Ciencia: abriendo la caja negra*. Barcelona: Anthropos.
- Yau, N. (2011). *Visualize this: The flowing data guide to design, visualization, and statistics*. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, Inc.
- Yau, N. (2013). *Data points: Visualization that means something*. Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons, Inc.
- Yriart, M. (1990). La divulgación de las ciencias como problema comunicacional. *Arbor, vol. 136 (534-535)*, 163-177.

Zamarrón, G. (1994). *La divulgación de la ciencia en México: una aproximación*. México D.F.: Cuadernos de Divulgación SOMEDICYT.

Zanchelli, M., & Crucianelli, S. (2012). *Integrando el periodismo de datos en las salas de redacción*. Washington, International Center for Journalism.





## ANEXOS

1. Meteorología, medio ambiente y catástrofes naturales		
<p><b>Código:</b> 1.1 NG 07  <b>Título:</b> A Global Retreat  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 211, nº 6  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Junio de 2007</p>	<p><b>Código:</b> 1.2 NG 07  <b>Título:</b> The Embattled Amazon  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 211, nº 1. Suplemento Póster.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Enero de 2007</p>	<p><b>Código:</b> 1.3 NG 07  <b>Título:</b> The Dividing Link  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 212, nº 2. Suplemento Póster.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Agosto de 2007</p>
<p><b>Código:</b> 1.4 NG 09  <b>Título:</b> Looking Inside a Hurricane  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 216, nº 2.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Agosto de 2009  <b>Página(s):</b> 72 y 73</p>	<p><b>Código:</b> 1.5 NG 09  <b>Título:</b> Sleeping Giant  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 216, nº 2.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Agosto de 2009</p>	<p><b>Código:</b> 1.6 DZ 09  <b>Título:</b> Eimal Atmosphäre und zurück  <b>Publicado por:</b> Die Zeit N°30  <b>Idioma:</b> Alemán  <b>País:</b> Alemania  <b>Fecha de publicación:</b> 16 Julio de 2009  <b>Página(s)::</b> 32</p>
<p><b>Código:</b> 1.7 DZ 09  <b>Título:</b> Murks im Untergrund  <b>Publicado por:</b> Die Zeit N°31  <b>Idioma:</b> Alemán  <b>País:</b> Alemania  <b>Fecha de publicación:</b> 23 de Julio de 2009</p>	<p><b>Código:</b> 1.8 RG 10  <b>Título:</b> Landschaften, Sortiert  <b>Publicado por:</b> Revista Geo, Nr. 08/10 - Zurück auf die Bäume!  <b>Idioma:</b> Alemán  <b>País:</b> Alemania  <b>Fecha de publicación:</b> Agosto de 2010  <b>Página(s):</b> 24</p>	<p><b>Código:</b> 1.9 EM 10  <b>Título:</b> Erupciones que cambian el clima  <b>Publicado por:</b> Eureka, El Mundo.  <b>Idioma:</b> Español  <b>País:</b> España  <b>Fecha de publicación:</b> Domingo, 18 de Abril de 2010  <b>Página(s):</b> 03</p>
<p><b>Código:</b> 1.10 E 10  <b>Título:</b> Gigantes do Oceano  <b>Publicado por:</b> Época  <b>Idioma:</b> Portugués  <b>País:</b> Brasil  <b>Fecha de publicación:</b> 20 de Diciembre de 2010  <b>Página(s):</b> 28 y 29</p>	<p><b>Código:</b> 1.11 NG 11  <b>Título:</b> Australia's Monumental Reef  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 219, nº 5.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Mayo de 2011</p>	<p><b>Código:</b> 1.12 DZ 11  <b>Título:</b> Risiko!  <b>Publicado por:</b> Die Zeit N°25  <b>Idioma:</b> Alemán  <b>País:</b> Alemania  <b>Fecha de publicación:</b> 16 Julio de 2011  <b>Página(s)::</b> 45</p>
<p><b>Código:</b> 1.13 E 11  <b>Título:</b> Quem consegue um desenvolvimento limpo  <b>Publicado por:</b> Época  <b>Idioma:</b> Portugués  <b>País:</b> Brasil  <b>Fecha de publicación:</b> 7 de Marzo de 2011  <b>Página(s):</b> 16 y 17</p>	<p><b>Código:</b> 1.14 NG 11  <b>Título:</b> Drifting in Static  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 219, nº 1.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Enero de 2011  <b>Página(s):</b> 28</p>	<p><b>Código:</b> 1.15 SA 12  <b>Título:</b> Water In, Water Out  <b>Publicado por:</b> Scientific American, volumen 306, N°. 6  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Junio de 2012</p>

<p><b>Código:</b> 1.16 NG 12  <b>Título:</b> Antarctica Undercut  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 221, nº 1.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Enero de 2012</p>	<p><b>Código:</b> 1.17 NG 12  <b>Título:</b> The Europe That Was  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 222, nº 6.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Diciembre de 2012</p>	<p><b>Código:</b> 1.18 DZ 13  <b>Título:</b> Am Himmel hoch  <b>Publicado por:</b> Die Zeit, Nº 49  <b>País:</b> Alemania  <b>Fecha de publicación:</b> 28 de noviembre de 2013  <b>Página(s):</b> 38</p>
<p><b>Código:</b> 1.19 NG 13  <b>Título:</b> A Superstorm in 2100  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 224, nº 3.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Septiembre de 2013</p>	<p><b>Código:</b> 1.20 SCMP 13 (MMACN)  <b>Título:</b> The Dead Zone  <b>Publicado por:</b> South China Morning Post  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> China  <b>Fecha de publicación:</b> Lunes 23 de Julio de 2013</p>	<p><b>Código:</b> 1.21 SCMP 13 (MMACN)  <b>Título:</b> Storm Watch  <b>Publicado por:</b> South China Morning Post  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> China  <b>Fecha de publicación:</b> Jueves, 21 de Noviembre de 2013</p>
<p><b>Código:</b> 1.22 SCMP 13 (MMACN)  <b>Título:</b> Under the Sea  <b>Publicado por:</b> South China Morning Post  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> China  <b>Fecha de publicación:</b> Lunes, 23 de Diciembre de 2013</p>	<p><b>Código:</b> 1.23 SCMP 13  <b>Título:</b> Rain Patterns  <b>Publicado por:</b> South China Morning Post  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> China  <b>Fecha de publicación:</b> 22 de Mayo de 2013</p>	<p><b>Código:</b> 1.24 LV 13  <b>Título:</b> Temperaturas en aumento desde que iniciaron los registros  <b>Publicado por:</b> La Vanguardia  <b>Idioma:</b> Español  <b>País:</b> España  <b>Fecha de publicación:</b> Lunes, 6 de Mayo de 2013  <b>Página(s):</b> 22 y 23</p>
<p><b>Código:</b> 1.25 LV 13  <b>Título:</b> Cómo llega el mercurio hasta el cuerpo humano  <b>Publicado por:</b> La Vanguardia  <b>Idioma:</b> Español  <b>País:</b> España  <b>Fecha de publicación:</b> Martes, 19 de Febrero de 2013  <b>Página(s):</b> 24 y 25</p>	<p><b>Código:</b> 1.26 DZ 13  <b>Título:</b> Wetter verrückt  <b>Publicado por:</b> Die Zeit Nº24  <b>Idioma:</b> Alemán  <b>País:</b> Alemania  <b>Fecha de publicación:</b> 6 Junio de 2013</p>	<p><b>Código:</b> 1.27 SA 14  <b>Título:</b> False Hopes  <b>Publicado por:</b> Scientific American, volumen 310, Nº. 4  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Abril de 2014  <b>Página(s):</b> 78 y 79</p>
<p><b>Código:</b> 1.28 SA 14  <b>Título:</b> A Radical Jet Stream Delivers Extreme Weather  <b>Publicado por:</b> Scientific American, volumen 311, Nº. 6  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Diciembre de 2014  <b>Página(s):</b> 72 y 73</p>	<p><b>Código:</b> 1.29 NG 13  <b>Título:</b> The state of Lions  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 224, nº 2  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Agosto de 2013</p>	<p><b>Código:</b> 1.30 SCMP 15 (MMACN)  <b>Título:</b> Pollution profile  <b>Publicado por:</b> South China Morning Post  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> China  <b>Fecha de publicación:</b> Lunes, 5 de Enero de 2015</p>



<p><b>Código:</b> 1.31 SA 15  <b>Título:</b> A Greenhouse Gas Surprise  <b>Publicado por:</b> Scientific American, volumen 313, N°. 4  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Octubre de 2015  <b>Página(s):</b> 88</p>	<p><b>Código:</b> 1.32 LV 10  <b>Título:</b> De la generación del magma a la nube de ceniza  <b>Publicado por:</b> La Vanguardia  <b>Idioma:</b> Español  <b>País:</b> España  <b>Fecha de publicación:</b> Lunes, 26 de Abril de 2010  <b>Página(s):</b> 24 y 25</p>	
<b>2. Biología, salud y medicina</b>		
<p><b>Código:</b> 2.1 NG 07  <b>Título:</b> Mapping Memory  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 212, n° 5.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Noviembre de 2007  <b>Página(s):</b> 42 y 43</p>	<p><b>Código:</b> 2.2 NYT 07  <b>Título:</b> Lunge Feeding  <b>Publicado por:</b> New York Times  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> 11 de diciembre de 2007  <b>Premio:</b> Malofiej 16, SND.</p>	<p><b>Código:</b> 2.3 NYT 08  <b>Título:</b> Mapping the Human "Diseasome"  <b>Publicado por:</b> New York Times  <b>Sección:</b> Ciencia  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> 6 de Mayo de 2008</p>
<p><b>Código:</b> 2.4 NG 09  <b>Título:</b> From Africa to Astoria by way of everywhere  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 216, n° 3.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Septiembre de 2009  <b>Página(s):</b> 24</p>	<p><b>Código:</b> 2.5 DZ 10 (BSM)  <b>Título:</b> Schwester, Tupfer bitte!  <b>Publicado por:</b> Die Zeit N°51  <b>Idioma:</b> Alemán  <b>País:</b> Alemania  <b>Fecha de publicación:</b> 16 de Diciembre de 2010</p>	<p><b>Código:</b> 2.6 NG 11 (BSM)  <b>Título:</b> The Rise of Mammals  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 220, n° 4  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Octubre de 2011</p>
<p><b>Código:</b> 2.7 NG 12  <b>Título:</b> Family Ties  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 221, n° 2.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Febrero de 2012</p>	<p><b>Código:</b> 2.8 NG 13  <b>Título:</b> Counting Calories  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 224, n° 5  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Noviembre de 2013  <b>Página(s):</b> 83</p>	<p><b>Código:</b> 2.9 SA 14  <b>Título:</b> The 1 Percent Difference  <b>Publicado por:</b> Scientific American, Volumen 311, N° 3  <b>Sección:</b> Gráficos sobre ciencia  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Septiembre de 2014  <b>Página(s):</b> 100</p>
<p><b>Código:</b> 2.10 SA 15 (BSM)  <b>Título:</b> The Bacteria Game  <b>Publicado por:</b> Scientific American, Volumen 313, N° 6  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Diciembre de 2015</p>	<p><b>Código:</b> 2.11 E 11  <b>Título:</b> Nova proteção contra a aids  <b>Publicado por:</b> Época  <b>Idioma:</b> Portugués  <b>País:</b> Brasil  <b>Fecha de publicación:</b> 6 de Junio de 2011  <b>Página(s):</b> 24 y 25</p>	<p><b>Código:</b> 2.12 LV 13  <b>Título:</b> Guepardos, diseñados para correr  <b>Publicado por:</b> La Vanguardia  <b>Idioma:</b> Español  <b>País:</b> España  <b>Fecha de publicación:</b> Jueves, 13 de Junio de 2013  <b>Página(s):</b> 26 y 27</p>

<p><b>Código:</b> 2.13 NG 13  <b>Título:</b> 22.7 teaspoons a day  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 224, nº 2  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Agosto de 2013  <b>Pagina(s):</b> 84</p>	<p><b>Código:</b> 2.14 NG 07  <b>Título:</b> How DDT Helped Curb An Epidemic  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 212, nº 1.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Julio de 2007  <b>Pagina(s):</b> 63</p>	<p><b>Código:</b> 2.15 NG 11  <b>Título:</b> Death rates are down for many cancers in the U.S. But globally the disease is rising  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 220, nº 4  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Octubre de 2011</p>
<p><b>Código:</b> 2.16 NG 12 (BSM)  <b>Título:</b> Penguins Hit the Gas  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 222, nº 5.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Noviembre de 2012  <b>Pagina(s):</b></p>	<p><b>Código:</b> 2.17 NG 13 (BSM)  <b>Título:</b> You can learn a lot about a species by what it leaves behind  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 223, nº 1.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Enero de 2013</p>	<p><b>Código:</b> 2.18 NG 13 (BSM)  <b>Título:</b> Our Microbiome  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 223, nº 1.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Enero de 2013</p>
<p><b>Código:</b> 2.19 NG 09 (BSM)  <b>Título:</b> Making Connections  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 216, nº 3.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Septiembre de 2009  <b>Pagina(s):</b> 134</p>	<p><b>Código:</b> 2.20 NG 13 (BSM)  <b>Título:</b> Genes Are Us. And Them  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 224, nº 1  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Julio de 2013  <b>Pagina(s):</b> 102</p>	<p><b>Código:</b> 2.21 NG 13 (BSM)  <b>Título:</b> Mysteries of Kinship  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 223, nº 3  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Marzo de 2013  <b>Pagina(s):</b> 105</p>
<p><b>Código:</b> 2.22 NG 07 (BSM)  <b>Título:</b> Echo Hunters  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 211, nº 6  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Junio de 2007</p>	<p><b>Código:</b> 2.23 NG 12  <b>Título:</b> Playing his wings  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 221, nº 5.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Mayo de 2012  <b>Pagina(s):</b> 42 y 43</p>	<p><b>Código:</b> 2.24 NG 12  <b>Título:</b> Birds of Paradise  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 222, nº 6.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Diciembre de 2012</p>
<p><b>Código:</b> 2.25 NYT 11  <b>Título:</b> The Signs and Science of C.T.E.  <b>Publicado por:</b> New York Times  <b>Sección:</b> Ciencia  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Lunes 6 de Diciembre de 2011  <b>Pagina(s):</b> B 15</p>	<p><b>Código:</b> 2.26 NYT 11  <b>Título:</b> Only Connect  <b>Publicado por:</b> New York Times  <b>Sección:</b> Ciencia  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> 21 de Junio de 2011</p>	<p><b>Código:</b> 2.27 SA 13  <b>Título:</b> Different Species for Different Reasons  <b>Publicado por:</b> Scientific American, volumen 306, Nº. 6  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Junio de 2012  <b>Pagina(s):</b> 40 y 41</p>

<b>Código:</b> 2.28 SA 14 <b>Título:</b> Spring Fever <b>Publicado por:</b> Scientific American, volumen 310, N°. 5 <b>Idioma:</b> Ingles <b>País:</b> Estados Unidos <b>Fecha de publicación:</b> Mayo de 2014 <b>Pagina(s):</b> 84		
<b>3. Astronomía y temas espaciales</b>		
<b>Código:</b> 3.1 NYT 06 <b>Título:</b> Shaking the Fabric of the Universe <b>Publicado por:</b> New York Times <b>Sección:</b> Ciencia <b>Idioma:</b> Ingles <b>País:</b> Estados Unidos <b>Fecha de publicación:</b> Martes, 2 de Mayo de 2006 <b>Pagina(s):</b> F1	<b>Código:</b> 3.2 NG 07 <b>Título:</b> Human Spacefligh <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 212, nº 4. <b>Idioma:</b> Ingles <b>País:</b> Estados Unidos <b>Fecha de publicación:</b> Octubre de 2007	<b>Código:</b> 3.3 NYT 08 <b>Título:</b> Driving Galaxies Apart <b>Publicado por:</b> New York Times <b>Sección:</b> Ciencia <b>Idioma:</b> Ingles <b>País:</b> Estados Unidos <b>Fecha de publicación:</b> 3 de Junio de 2008
<b>Código:</b> 3.4 NYT 09 <b>Título:</b> A Deep Calm <b>Publicado por:</b> New York Times <b>Sección:</b> Ciencia <b>Idioma:</b> Ingles <b>País:</b> Estados Unidos <b>Fecha de publicación:</b> 21 de Julio de 2009	<b>Código:</b> 3.5 NG 11 <b>Título:</b> An inside look at the moon's molten core <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 220, nº 2. <b>Idioma:</b> Ingles <b>País:</b> Estados Unidos <b>Fecha de publicación:</b> Agosto de 2011	<b>Código:</b> 3.6 SA 12 <b>Título:</b> Planets Everywhere <b>Publicado por:</b> Scientific American, Volumen 311, N° 3 <b>Sección:</b> Gráficos sobre ciencia <b>Idioma:</b> Ingles <b>País:</b> Estados Unidos <b>Fecha de publicación:</b> Diciembre de 2012 <b>Pagina(s):</b> 92
<b>Código:</b> 3.7 NG 13 <b>Título:</b> Cosmic Journeys <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 223, nº 6. <b>Idioma:</b> Ingles <b>País:</b> Estados Unidos <b>Fecha de publicación:</b> Junio de 2013 <b>Formato:</b> Poster	<b>Código:</b> 3.8 NYT 13 <b>Título:</b> Solar Storms and Sunspots <b>Publicado por:</b> New York Times <b>Sección:</b> Ciencia <b>Idioma:</b> Ingles <b>País:</b> Estados Unidos <b>Fecha de publicación:</b> 19 de Marzo de 2013	<b>Código:</b> 3.9 LN 13 <b>Título:</b> Las sondas activas de nuestro vecindario estelar <b>Publicado por:</b> La Nación <b>Idioma:</b> Español <b>País:</b> España <b>Fecha de publicación:</b> 29 de Diciembre de 2013
<b>Código:</b> 3.10 DZ 14 <b>Título:</b> Elf Männer im All <b>Publicado por:</b> Die Zeit, N° 18 <b>País:</b> Alemania <b>Fecha de publicación:</b> Abril 2014 <b>Pagina(s):</b> 24	<b>Código:</b> 3.11 NG 15 <b>Título:</b> Super-Earth's Big Benefits for Life <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen , nº . <b>País:</b> Estados Unidos <b>Fecha de publicación:</b> <b>Pagina(s):</b>	<b>Código:</b> 3.12 NG 14 <b>Título:</b> Goldilocks worlds: just right for life? <b>Publicado por:</b> National Geographic, Vol. 226 No. 1 <b>País:</b> Estados Unidos <b>Fecha de publicación:</b> <b>Pagina(s):</b>

<p><b>Código:</b> 3.13 NYT 14  <b>Título:</b> Ice and Dust  <b>Publicado por:</b> New York Times  <b>Sección:</b> Ciencia  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> 5 de Agosto de 2014</p>	<p><b>Código:</b> 3.14 SA 12  <b>Título:</b> Space Age Wasteland  <b>Publicado por:</b> Scientific American, Volumen 306, N° 4  <b>Sección:</b> Gráficos sobre ciencia  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Abril de 2012  <b>Página(s):</b> 88</p>	<p><b>Código:</b> 3.15 SA 13  <b>Título:</b> Our Crowded Cosmos  <b>Publicado por:</b> Scientific American, Vol. 309 No.1  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Julio de 2013  <b>Página(s):</b> 46</p>
<p><b>Código:</b> 3.16 SA 14  <b>Título:</b> The Cosmos Three Ways  <b>Publicado por:</b> Scientific American, Vol 310 No. 1  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Enero de 2014  <b>Página(s):</b> 75</p>		
<b>4. Tecnología y artefactos tecnológicos</b>		
<p><b>Código:</b> 4.1 E 10 (TAT)  <b>Título:</b> 400 anos após Galileu, nascem os megatelescópios  <b>Publicado por:</b> Revista Época  <b>Idioma:</b> Português  <b>País:</b> Brazil  <b>Fecha de publicación:</b> 2 de Agosto de 2010  <b>Página(s):</b> 30 y 31</p>	<p><b>Código:</b> 4.2 E 10 (TAT)  <b>Título:</b> A jornada do veleiro solar  <b>Publicado por:</b> Revista Época  <b>Idioma:</b> Português  <b>País:</b> Brazil  <b>Fecha de publicación:</b> 17 de Mayo de 2010  <b>Página(s):</b> 34 y 35</p>	<p><b>Código:</b> 4.3 E 11 (TAT)  <b>Título:</b> Tridimensional ao natural  <b>Publicado por:</b> Revista Época  <b>Idioma:</b> Português  <b>País:</b> Brazil  <b>Fecha de publicación:</b> 2 de Mayo de 2011  <b>Página(s):</b> 26</p>
<p><b>Código:</b> 4.4 LV 11 (TAT)  <b>Título:</b> El telescopio espacial Kepler observa 156.000 estrellas en busca de planetas habitables  <b>Publicado por:</b> La Vanguardia  <b>Sección:</b> Tendencias  <b>Idioma:</b> Español  <b>País:</b> España  <b>Fecha de publicación:</b> Jueves, 3 de febrero 2011  <b>Página(s):</b> 29</p>	<p><b>Código:</b> 4.5 NG 11 (TAT)  <b>Título:</b> Water-cooled power plants aren't the only option  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 220, n° 4  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Octubre de 2011  <b>Página(s):</b> 30</p>	<p><b>Código:</b> 4.6 E 12 (TAT)  <b>Título:</b> Uma nave estranha ao espaço  <b>Publicado por:</b> Revista Época  <b>Idioma:</b> Português  <b>País:</b> Brazil  <b>Fecha de publicación:</b> 9 de Enero de 2012  <b>Página(s):</b> 24 y 25</p>
<p><b>Código:</b> 4.7 LV 11 (TAT)  <b>Título:</b> Los hermanos Lumière construyeron el cinematógrafo a partir de otros inventos ya existentes  <b>Publicado por:</b> La Vanguardia  <b>Sección:</b> Cultura  <b>Idioma:</b> Español  <b>País:</b> España  <b>Fecha de publicación:</b> Domingo, 28 de octubre 2012  <b>Página(s):</b> 56 y 57</p>	<p><b>Código:</b> 4.8 EC13 (TAT)  <b>Título:</b> Una cámara casera  <b>Publicado por:</b> El Clarín  <b>Sección:</b> Sociedad  <b>Idioma:</b> Español  <b>País:</b> Argentina  <b>Fecha de publicación:</b> Miércoles, 16 de enero 2013  <b>Página(s):</b> 29</p>	<p><b>Código:</b> 4.9 SA 14 (TAT)  <b>Título:</b> How to Build a Robot Snake  <b>Publicado por:</b> Scientific American, Volumen 310, N° 35  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Mayo de 2014  <b>Página(s):</b> 62 y 63</p>

<p><b>Código:</b> 4.10 SA 15 (TAT)  <b>Título:</b> Water, Water Everywhere  <b>Publicado por:</b> Scientific American, Volumen 313, N° 3  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Septiembre de 2015  <b>Página(s):</b> 26</p>	<p><b>Código:</b> 4.11 SA 13  <b>Título:</b> Micro Flight Plan  <b>Publicado por:</b> Scientific American, Vol.-308-No.-3  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Marzo de 2013</p>	
<b>5. Física, matemáticas, química y otros temas</b>		
<p><b>Código:</b> 5.1 NG 11  <b>Título:</b> Seventeen Essentials  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 219, n° 6.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Junio de 2011  <b>Página(s):</b> 142</p>	<p><b>Código:</b> 5.2 DZ 11  <b>Título:</b> Grundkurs Radiaktivität  <b>Publicado por:</b> Die Zeit, N° 13.  <b>Idioma:</b> Alemán  <b>País:</b> Alemania  <b>Fecha de publicación:</b> 24 de marzo de 2011  <b>Página(s):</b> 42</p>	<p><b>Código:</b> 5.3 DZ 12  <b>Título:</b> Der perfekte Gleiter  <b>Publicado por:</b> Diet Zeit, n° 19.  <b>Idioma:</b> Alemán  <b>País:</b> Alemania  <b>Fecha de publicación:</b> 3 de Mayo de 2012  <b>Página(s):</b> 39</p>
<p><b>Código:</b> 5.4 NG 13  <b>Título:</b> Twenty-Six New Element  <b>Publicado por:</b> National Geographic, volumen 223, n° 5.  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Mayo de 2013  <b>Página(s):</b> 118</p>	<p><b>Código:</b> 5.5 LV 14  <b>Título:</b> Marie Curie, más allá de la ciencia  <b>Publicado por:</b> La Vanguardia  <b>Idioma:</b> Español  <b>País:</b> España  <b>Fecha de publicación:</b> Domingo, 6 de Julio de 2014  <b>Página(s):</b> 50 y 51</p>	<p><b>Código:</b> 5.6 SA 14  <b>Título:</b> From Inflation to Gravitational Waves to Polarized Light  <b>Publicado por:</b> Scientific American, Volumen 311, N° 4  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Octubre de 2014  <b>Página(s):</b> 62 y 63</p>
<p><b>Código:</b> 5.7 SA 15  <b>Título:</b> True Size of Africa  <b>Publicado por:</b> Scientific American, Volumen 313, N° 1  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>Sección:</b> Graphic Science  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Julio de 2015  <b>Página(s):</b> 80</p>	<p><b>Código:</b> 5.8 SA 15  <b>Título:</b> Relativity Primer  <b>Publicado por:</b> Scientific American, Volumen 313, N° 3  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Septiembre de 2015  <b>Página(s):</b> 44 y 45</p>	<p><b>Código:</b> 5.9 SA 15  <b>Título:</b> Who was Einstein, Really?  <b>Publicado por:</b> Scientific American, Volumen 313, N° 3  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>Sección:</b> Graphic Science  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Septiembre de 2015  <b>Página(s):</b> 80 y 81</p>
<p><b>Código:</b> 5.10 DZ 15  <b>Título:</b> Es wurde Licht  <b>Publicado por:</b> Diet Zeit, n° 22.  <b>Idioma:</b> Alemán  <b>País:</b> Alemania  <b>Fecha de publicación:</b> 28 de Mayo de 2015  <b>Página(s):</b> 36</p>	<p><b>Código:</b> 5.11 RG 10  <b>Título:</b> Ungedrehter Planet  <b>Publicado por:</b> Revista Geo, Nr. 12/10  <b>Idioma:</b> Alemán  <b>País:</b> Alemania  <b>Fecha de publicación:</b> Diciembre de 2010  <b>Página(s):</b> 28</p>	<p><b>Código:</b> 5.12 NG 15  <b>Título:</b> A History Shaped by Dark Forces  <b>Publicado por:</b> National Geographic, Vol. 227 N°1  <b>Idioma:</b> Ingles  <b>País:</b> Estados Unidos  <b>Fecha de publicación:</b> Enero de 2015</p>

<p><b>Código:</b> 5.13 SA 14 <b>Título:</b> Before the Big Ban <b>Publicado por:</b> Scientific American, Vol. 311Nº 2 <b>Idioma:</b> Ingles <b>País:</b> Estados Unidos <b>Fecha de publicación:</b> Agosto de 2014</p>		
--	--	--