

HACIA UNA TIPOLOGÍA DE LAS ILUSTRACIONES CIENTÍFICAS

ELKE KÖPPEN PRUBMANN*

Resumen

Se presenta el proceso de elaboración de una tipología para clasificar las ilustraciones en una muestra de artículos científicos en el área de las ciencias biológicas publicados en las revistas de alto impacto *Science* y *Nature* en el año 2003.

Se discuten las clasificaciones existentes y se exponen sus limitaciones por las que no fueron adoptadas en el estudio de las ilustraciones como imágenes visuales bajo el enfoque interdisciplinario del *iconic turn*.

La tipología resultante toma en cuenta aspectos de iconicidad, los tipos de datos representados y las funciones en los procesos subyacentes de producción y comunicación de las imágenes.

La construcción de tipologías constituye una parte fundamental del proceso de in-

vestigación enfocado a dominar la diversidad de los objetos de estudio de la realidad empírica. En principio cada tipología es el resultado de un proceso de agrupamiento en que la gama de los objetos a estudiar es dividida en categorías o tipos basados en una o más características buscando idealmente que los elementos que se encuentran dentro de cada tipo sean lo más similares posible entre sí y las diferencias entre los tipos lo más grandes posibles. Esto lleva a la necesidad de identificar características fundamentales mediante la acentuación de ciertos rasgos en un proceso de *reducción* del espacio de los atributos con el fin de crear tipos relevantes. Mientras un “tipo ideal” es una construcción mental que no existe en la realidad empírica y solamente sirve para determinar el grado de desviación que tiene un caso empírico concreto con él,

* Programa Ciencia y Tecnología.

un tipo empíricamente fundado solamente se puede construir si se combina el análisis empírico con conocimientos teóricos previos, adelantando agrupaciones hipotéticamente determinadas que en la investigación empírica tendrán que defenderse y concretarse en un proceso de *abducción*, es decir, la construcción de una categoría nueva para describir o explicar un fenómeno empírico o una nueva *dimensionalización* de las categorías mediante la realización de ajustes pertinentes. Una tipología es así al igual proceso y resultado.¹

El propósito de la presente ponencia es precisamente relatar el proceso de la elaboración de una tipología para analizar las ilustraciones en una muestra de artículos científicos en el marco de la investigación doctoral “El papel de la ilustraciones en revistas científicas” que se propone estudiar los impactos de la era digital sobre la comunicación científica formal frente a las nuevas herramientas computacionales que aumentan enormemente las posibilidades del uso de imágenes, de su producción, su procesamiento y su publicación, así como explorar la penetración de las técnicas de visualización computacional. Para poder analizar las ilustraciones en los artículos de la muestra era imperativo construir una ti-

pología que permite clasificarlas de manera precisa y acorde con un marco conceptual adecuado a los objetivos de la investigación. En las clasificaciones convencionales figuran generalmente cinco tipos cuyas denominaciones dejemos por lo pronto en inglés: *photos* (o *pictures* en general), *charts*, *graphs*, *diagramas* y *maps*. En un artículo publicado en la *Encyclopedia of Library and Information Science* que reporta los resultados de varios experimentos consecutivos con grupos de personas a quienes se les pidió identificar y agrupar representaciones visuales variadas, Gerald Lee Lohse y Neff Walker² presentan un conjunto más específico de 11 grupos principales de representaciones visuales. Añaden a la lista anterior, cuadros, cuadros gráficos, *timecharts*, cartogramas, iconos, redes y dividen los diagramas en estructurales y de procesos. Sin embargo para los fines de la investigación en cuestión, esta categorización es todavía demasiado limitante como para considerar su adopción porque:

- 1.) La propuesta de Lohse y Walker es muy general y no contempla así una contextualización en el ámbito de la investigación científica y la comunicación de resultados con ilustraciones muy es-

¹ Véase Bailey, Kenneth D., *Typologies and taxonomies. An introduction to classification techniques*, Thousand Oaks, Londres, Nueva Dehli, Sage, 1994, p. 2 y Kluge, Susanne, “Empirisch begründete Typenbildung in der qualitativen Sozialforschung”, en *Forum: Qualitative Sozialforschung. Theorien, Methoden, Anwendungen*, vol. 1, núm 1, 2000. (consultado en <http://qualitative-research.net/fqs> el 15 de marzo, 2003).

² Lohse, Gerald Lee y Neff Walker, “Classifying graphical knowledge”, en Allen Kent (ed.), *Encyclopedia of Library and Information Science*, vol. 53, Supplement 16, Nueva York, Marcel Dekker, 1993, pp. 38-82.

pecializadas donde importan aspectos como por ejemplo si lo representado se encuentra en el espectro de lo visible para el ojo humano o fue hecho accesible a la percepción visual mediante técnicas específicas.

- 2.) Hay problemas con la terminología y sus definiciones aceptadas que se agudizan aún más cuando consideramos su uso en diferentes idiomas y aún dentro del espacio hispanohablante. A veces se usa indistintamente “gráfico” y “diagrama” (por ejemplo se encuentra tanto “gráfico de barras” como “diagrama de barras”) y la palabra inglesa *graph* puede significar en español tanto gráfico como grafo que a su vez puede ser lo que Lohse y Walker llaman *network*. Con el término *chart* se complican aún más las cosas.
- 3.) En el caso de los diagramas, aun cuando Lohse y Walker los dividen atinadamente en estructurales y de procesos, el segundo grupo no considera lo que todos

llaman diagramas de flujo que según su tipología cae en el grupo de las redes.

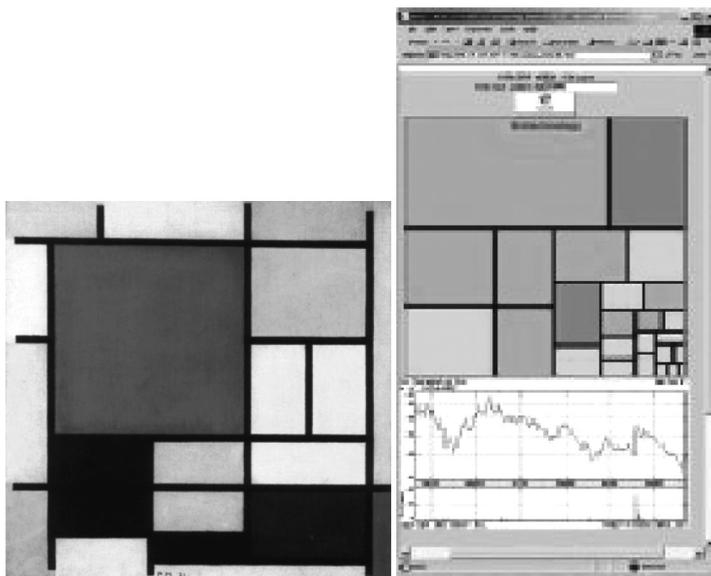
- 4.) La inclusión de “cuadros gráficos” es una propuesta interesante y se tendrá que comprobar su utilidad como categoría, mientras los cuadros como tales normalmente no se toman como ilustraciones ya que en los artículos científicos se numeran por separado de las llamadas “figuras”.
- 5.) Otra limitante la constituye el hecho de que no es posible diferenciar las visualizaciones computacionales que nos interesan particularmente.
- 6.) Las agrupaciones se integran sobre todo por cuestiones de apariencia que comparten las representaciones más que por tomar en cuenta su relación con la realidad y las formas de representarla, es decir, su iconicidad.

Aquí unos ejemplos (Figuras 1 y 2) que demuestran que la apariencia engaña y no sirve para la clasificación:

FIGURA 1. Una fotografía de un viñedo viejo invadido por flores amarillas (izq.) y una micrografía coloreada de la corteza cerebral (der.)



FIGURA 2. Un cuadro abstracto de Piet Mondrian (izq.) y un *treemap*, una visualización computacional de relaciones jerárquicas (der.)



Para resolver algunos de estos problemas antes esbozados era necesario recurrir a la literatura de otras disciplinas como la didáctica, la pedagogía y la psicología cognitiva, área donde hay interés en el estudio del papel de las imágenes en los procesos del aprendizaje y la transmisión de conocimientos. En este contexto interesan sobre los tipos generales de imágenes que se discuten, así como las funciones que se les adjudica a las ilustraciones. También las ciencias de la comunicación, la semiótica y la informática pueden aportar en la búsqueda de conceptos útiles para elaborar la tipología que permitirá clasificar a las ilustraciones. En el caso de la comunicación

visual y la semiótica visual son de utilidad conceptos como código (codificación de los mensajes) e iconocidad con su escala de rangos que van de lo figurativo a lo abstracto. La informática, a su vez, mediante la consideración de los tipos de datos que subyacen a las representaciones y la producción de imágenes en el ambiente digital, es de gran utilidad para distinguir visualizaciones computacionales de las gráficas de presentación tradicionales que simplemente convierten números en líneas o puntos dentro de un sistema de coordenadas. A continuación se expone la integración de estas consideraciones en la elaboración de la tipología en cuestión.

A diferencia de las imágenes mentales que son consideradas representaciones internas, las imágenes visuales producidas por el ser humano son representaciones externas de esta realidad. Las representaciones externas se dividen usualmente en lenguaje natural, lenguaje formal y representaciones visuales:

El **lenguaje natural** incluye el habla (lenguaje verbal) y los gestos (lenguaje corporal). La escritura es una visualización del habla que pasó por etapas de desarrollo variados hasta llegar al alfabeto, un compuesto de signos que al articularse de manera coherente y según las reglas lingüísticas correspondientes, se convierten en texto. El **lenguaje formal**, como la formalización matemática, los lenguajes de computación y los sistemas de notación (música, química etc.), es producto de una abstracción mayor que se rige igualmente por una sintaxis y una semántica propias de los lenguajes que producen textos. Las **representaciones visuales** se distinguen de los lenguajes naturales y formales por su codificación mediante signos icónicos que son directamente identificables en lugar de signos meramente simbólicos que solamente son entendibles mediante convencionalismos.

Sin embargo, en la realidad los signos no se utilizan tan tajantemente separados. Muchas representaciones visuales contienen las dos formas de codificación. Aunque una fotografía aérea usualmente es meramente icónica, se le puede añadir más información de tipo simbólico, mientras que los mapas adquieren significado por contar

con una simbología implícita (por ejemplo un color verde para parques y bosques y azul para lagos y el mar) o explícita (sobre todo en cartografía temática), y el debido señalamiento de los nombres geográficos. También ocurre que signos icónicos, al normalizarse su utilización, adquieren significados simbólicos como ilustra el caso de una flecha para representar un arma o para indicar alguna direccionalidad.

Pero regresemos a las representaciones visuales: éstas se dejan dividir en representaciones visuales espacio-temporales y representaciones pictórico-gráficas. Las **representaciones espacio-temporales** son objetos que permiten la manipulación física, por ejemplo esculturas, pero también objetos como el ábaco que es capaz de representar visualmente un número. Las **representaciones visuales pictórico-gráficas** son imágenes visuales que en cuanto a su relación con la realidad se dejan dividir en tres tipos: las realistas, las análogas y las lógicas.

- 1.) Las **imágenes realistas** tienen *similitud* con el objeto o fenómeno representado. Pretenden representar objetos o fenómenos que existen en la realidad con fidelidad según las convenciones dominantes de lo que se acepta como “realismo”. Están codificadas icónicamente.
- 2.) Las **imágenes análogas** son aquellas que nos presentan una *analogía*, valga la redundancia, con el objeto o asunto representado utilizando elementos figurativos de manera metafórica. Este tipo de imágenes ofrecen representa-

ciones pictóricas de ideas, conceptos y modelos. Su codificación es icónica predominantemente.

- 3.) Por último, las **imágenes lógicas** no tienen *similitud* con un objeto o asunto representado, la analogía es construida.

Su codificación es icónico-simbólica. Un fenómeno natural como el viento es muy ilustrativo para mostrar la variedad de posibles formas de representación aún cuando se trata de un solo tópico (véanse figuras 3, 4 y 5).

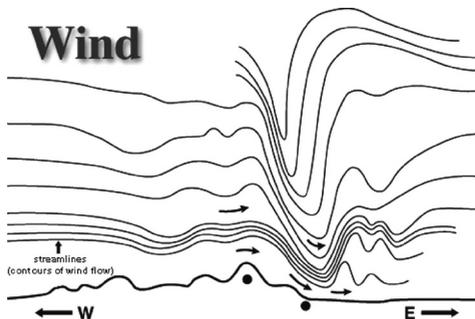
FIGURA 3. Representación icónica (realista) donde el viento solamente aparece implicado



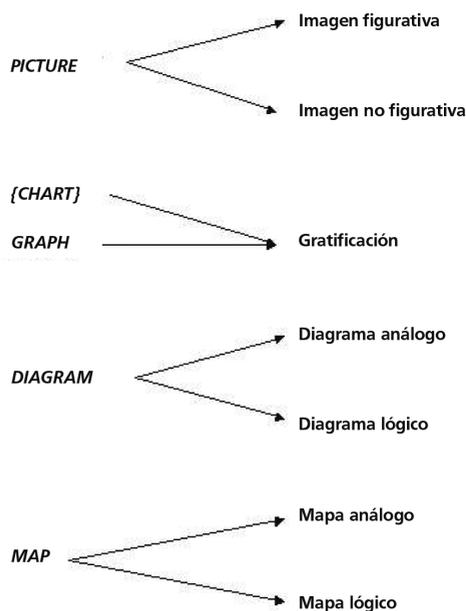
Figura 4. Representación metafórica (análoga) del viento con sus cachetes inflados



Figura 5. Representación icónico-simbólica (lógica) del viento mediante flechas y líneas



Para tener claridad en la aplicación de nociones básicas y sus especificaciones, se realizó un primer traslado de términos.



Falta todavía la contextualización al ambiente de una publicación científica ya que una ilustración puede tener funciones varias según el tipo de texto y el contexto en que se encuentra. Había que buscar funciones inherentes a los tipos de cada una de las tres categorías de imágenes —realistas, análogas y lógicas— ligadas al ámbito de la investigación científica y su comunicación. Propongo introducir las categorías de *registro*, *presentación* y *visualización computacional* ya que, como se mostrará a

continuación, permiten distinguir procesos subyacentes de producción y comunicación de cada ilustración.

- 1.) Se clasifica como *registro* una representación visual fiel para documentar la realidad tal cual como se percibe mediante la visión o por aparatos que potencian la visión, así como una representación directa hecha por un dispositivo de graficación conectado a un sensor (por ejemplo un electrocardiograma o un sismograma). Los registros primordialmente tiene la función de *documentar* lo que es accesible mediante la percepción sensorial³.
- 2.) Utilizamos el término *presentación* cuando haya ocurrido una transformación (por ejemplo la conversión de números en líneas en una representación gráfica) y donde existe muchas veces la posibilidad de elegir entre diferentes formas de representación. La función de estas representaciones es sobre todo *mostrar* lo que es sabido o imaginado y comunicarlo de la forma más conveniente.
- 3.) Por último, la *visualización computacional* que en este contexto se entiende como una representación que hace visible lo oculto mediante cálculos complejos (por ejemplo el análisis de cúmulos) produce representaciones que rebasan el nivel presentacional ya que son parte del proceso mismo de descubrimiento.

³ Aun si hay técnicas de visualización o un sensor de por medio.

No excluye la comunicación, pero la función de *descubrir* la antecede.

Basada en las consideraciones anteriores se elaboró una primera tipología que fue confrontada con la realidad empírica que se describe a continuación:

Normalmente los cuadros incluidos en los artículos se presentan bajo una numeración por separado de las “figuras”. Sin embargo en siete artículos se encontraron cuadros o listas de presentación tabular. Nunca se presentan solos, sino como un componente de un conjunto ilustrativo más amplio. Para contar la ocurrencia de este tipo de información, se consideró incluir la categoría O que contempla **textos** tanto lineales como de presentación tabular.

En el otro extremo tenemos las **imágenes abstractas**. Fue inesperado encontrar en la muestra la aparición de imágenes abstractas, es decir, imágenes que no son representacionales y solamente importa su composición, su textura, su impacto visual. Aunque se trata de un caso excepcional ya que sólo en un artículo del área de las neurociencias que investiga la visión se incluyeron imágenes de este tipo, se consideró pertinente abrir la categoría IV .

Son **imágenes realistas** (categoría I) las fotografías o los dibujos fotorrealistas, pero también se deben considerar aquí las imágenes que captan objetos o fenómenos naturales *invisibles* para el ojo humano como la microfotografía o la imagenología médica donde los propios aparatos, de alguna manera, construyen realidades.

Entre las **imágenes análogas** (categoría II) contamos los modelos y las simulaciones computacionales que tienen como resultado una imagen figurativa. Propongo incluir también entre las imágenes análogas tanto los mapas geográficos y sus variantes, así como las representaciones pictóricas esquematizadas que llamamos diagramas análogos.

Las **imágenes lógicas** (categoría III) se dividen en 5 subgrupos:

El primer grupo comprende los registros sensoriales que son graficaciones producto de salida de dispositivos como los electrocardiogramas. Pero también aparecieron imágenes producidas en los experimentos mismos como son, sobre todo, los electroforesis en gel. Para este tipo de representaciones se tuvo que idear una subcategoría, la de los registros de datos experimentales. Podría alegarse que son fotografías, pero nunca se ve el aparato, algún marco o contexto, sino únicamente la imagen normalizada de los datos recogidos. Por lo tanto, los consideramos como imágenes lógicas, es decir, no realistas, pero tampoco productos de una graficación.

En el segundo grupo están los gráficos presentacionales tradicionales como los de barras, de líneas y de dispersión, entre otros, que presentan conjuntos de datos.

Para las visualizaciones de datos multivariados y de grandes cantidades de información igualmente se propone una subcategoría aparte entre las imágenes lógicas. En este grupo se encuentran, por un lado, los dendrogramas, un tipo de visualización computacional que representa re-

laciones basadas en la cercanía o similitud entre los datos, así como *heatmaps*, *dotplots*, *rasterplots* o mapas relacionales. También se incluyen aquí las alineaciones de secuencias de aminoácidos o de nucleótidos que son visualizaciones computacionales dado que son producto del procesamiento computacional que busca similitudes entre diferentes secuencias y frecuentemente las señala gráficamente enmarcándolas o aplicando la escala de grises o de colores o presentándolas de manera totalmente gráfica.

Existe, sin embargo, otro tipo de visualizaciones que son producto de procesos algorítmicos como los fractales y los autómatas celulares producidos en el área de las matemáticas. En realidad, más que graficaciones son imágenes digitales sin referente físico-espacial. Para poder distinguir este tipo de visualizaciones se tomó la decisión de abrir un nuevo subgrupo.

La siguiente subcategoría comprende a los diagramas lógicos como los modelos lógicos, pero sobre todo diagramas de procesos tradicionales. Aquí también se incluyen representaciones de estructuras químicas. Para los mapas génicos, no importando la escala en que se presenten, se creó la categoría de mapas lógicos. Presentan de manera lineal lo que en realidad no lo es (doble hélice o nucleosomas). Por esta razón se podría hablar de una analogía con la realidad parecida a los *mapas mundi*, pero hay mucho más información presentada lógicamente que predomina.

El último grupo de las imágenes lógicas queda ya en la frontera con lo simbólico. Tenemos aquí las presentaciones gráficas

de textos y cuadros. En la muestra destacan las secuencias de aminoácidos que usan letras pero no son texto en sentido estricto. Se ideó una nueva categoría, la de semigráficos, donde también caben los cuadros gráficos que Lohse y Walker ya habían considerado y otros textos de presentación gráfica. Las secuencias completas obviamente no se publican en los artículos, pero en algunos casos se anexan en archivos en los suplementos electrónicos. Si entran en los artículos es para mostrar alguna particularidad en alguna región o para compararla con otra.

Proponemos así la presente tipología:

0. NO IMAGEN (*Texto*)

- 0a. Lenguaje natural.
- 0b. Lenguaje formal.

I. REALISTAS

- Ia. Registro de objetos o fenómenos naturales visibles para el ojo humano (*Imagen figurativa-Réplica*).
- Ib. Registro de objetos o fenómenos naturales invisibles para el ojo humano (*Imagen figurativa-Visualización técnica*).

II. ANÁLOGAS

- IIa. Presentación pictórica de conceptos, ideas y modelos (*Imagen figurativa-Metáfora*).
- IIb. Presentación esquemática manteniendo formas y proporciones de lo representado.

I Ib1. Diagramas análogos (*Diagrama análogo*).

I Ib2. Representaciones geográficas (*Mapa análogo*).

III. LÓGICAS

IIIa. Registro de datos sensoriales y experimentales.

IIIa1. Registro de datos sensoriales (*Gráficación*).

IIIa2. Registro de datos experimentales (*Imagen no figurativa*).

IIIb. Presentación de conjuntos de datos y de relaciones funcionales (*Gráficación*).

IIIc. Visualización computacional de datos multivariados, de grandes cantidades de información y de procesos algorítmicos.

IIIc1. Visualización computacional de datos multivariados y de grandes cantidades de información (*Graficación*).

IIIc2. Visualización computacional de procesos algorítmicos (*Imagen Figurativa-Metáfora o Imagen no figurativa*).

IIId. Presentación de relaciones y procesos.

IIId1. Diagramas lógicos (*Diagrama lógico*).

IIId2. Mapas lógicos (*Mapa lógico*).

IIIe. Presentación gráfica de texto y cuadros (*Semigráfico*).

IV. ABSTRACTAS (*Imagen no figurativa*)

Epílogo:

No en vano la ponencia incluye en su título la proposición “hacia” ya que la tipología presentada cumple en primera instancia una función meramente operativa, la de clasificar las ilustraciones de una muestra de artículos en una investigación en particular. Su validez general se debe probar en otras áreas del conocimiento y sobre todo por parte de la comunidad científica misma. En lo que se refiere a las ciencias biológicas podemos destacar la presencia de representaciones visuales altamente especializadas que se producen sobre todo en el área de la genética o genómica con enfoque bioinformático. Las especificidades de otras disciplinas deberán integrarse o se deberán realizar los ajustes necesarios.

Se debe destacar que las herramientas computacionales están presentes en la abrumadora mayoría de las ilustraciones por lo que será necesario pensar también en tipos híbridos entre registros y visualizaciones computacionales, por ejemplo. Podemos concluir que la imagen científica en la era digital es un producto colectivo y multidisciplinario producido en el laboratorio tanto húmedo como seco y cuyo producto final intervinieron muchos posibles personas: el técnico que manipula los aparatos, los diseñadores de *software* que cada vez más ponen atención a cuestiones de diseño y el científico que, ya sin intermediador que era el ilustrador, decide como quiere que se vean sus propias ilustraciones, tomando decisiones sobre formas y colores.

Y al imponerse las publicaciones electrónicas también empiezan a proliferar imágenes animadas que en un ambiente interactivo se podrían convertir en objetos virtuales y dejar de ser imagen. Y si nos imaginamos un futuro ambiente de inmersión virtual, desaparecerían tal vez por completo las ilustraciones como tales al desdibujarse las fronteras claras entre lo que denominamos texto, imagen y objeto.

Bibliografía

Bailey, Kenneth D. 1994. *Typologies and taxonomies. An introduction to classification techniques*. Thousand Oaks, London, New Dehli: Sage.

Kluge, Susanne. 2000. "Empirisch begründete Typenbildung in der qualitativen Sozialforschung". En *Forum: Qualitative Sozialforschung. Theorien, Methoden, Anwendungen*, vol. 1, núm. 1 (Consultado en <http://qualitative-research.net/fqs> 15 de marzo 2003.)

Lohse, Gerald Lee y Neff Walker. 1993. "Classifying graphical knowledge". En Allen Kent (ed.). *Encyclopedia of Library and Information Science*, vol. 53, Supplement 16, Nueva York: Marcel Dekker, pp. 38-82.