

**Editorial****Comunicación cartográfica, cartología y el modelo de Ratajski****Cartographic communication, cartology and the model of Ratajski****Comunicação cartográfica, cartologia e o modelo de Ratajski****Willington Siabato** **Gabriel Triana-Zárate** 

RECIBIDO: 11 DE MAYO DE 2022. | REVISADO: 27 DE MAYO DE 2022.

## CÓMO CITAR ESTE DOCUMENTO:

Siabato, Willington; Triana-Zárate, Gabriel. 2022. "Comunicación cartográfica, cartología y el modelo de Ratajski." *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 31 (2): 246-254. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v31n2.102778>

La comunicación cartográfica es un proceso que involucra los mismos factores de la comunicación convencional. Se requiere de (i) un lenguaje o conjunto de símbolos que permita codificar un mensaje; (ii) un emisor que lo formule; (iii) un receptor que cuente con las habilidades para interpretar el código (decodificar) y comprender el mensaje emitido; (iv) el propio mensaje; y (v) un medio de transmisión que permita compartirlo y habilite el proceso de comunicación. En términos cartográficos, estos factores se refieren, respectivamente, a (i) el lenguaje cartográfico (símbolos, colores, formas, dimensiones, texturas, orientación); (ii) el cartógrafo, que también desempeña un rol de observador de la realidad modelizada; (iii) el usuario del mapa producido; (iv) el mapa o la composición cartográfica; y (v) el papel o cualquier medio utilizado para compartir el mensaje. Cualquiera que sea el escenario en el que se desarrolle, el responsable principal del proceso de comunicación es el emisor, en el caso que nos atañe, el cartógrafo. Es su responsabilidad que el mensaje esté codificado correctamente para que pueda ser interpretado por cualquier usuario interesado. Mientras más versado sea el receptor (usuario) en el lenguaje cartográfico, una mejor interpretación y, por tanto, un mejor uso del mapa podrá hacer.

En términos generales, el proceso de comunicación cartográfica se debe entender como la transmisión de información y conocimiento por medio de mapas, o de cualquier otro tipo de composición cartográfica, a través de

un lenguaje visual que permite expresar distintos tipos de relaciones, principalmente espaciales y semánticas. (Siabato 2021, 109)

Una diferencia para resaltar entre el proceso de comunicación convencional y el cartográfico es que usualmente en la comunicación cartográfica no se presentará retroalimentación directa entre emisor y receptor. El emisor no sabrá cómo el receptor interpretó su mensaje y, en consecuencia, debe asegurar que este sea correcto en todos los niveles para reducir las potenciales interpretaciones subjetivas. Si el ciclo fuera completo, la comunicación cartográfica sería normalmente asíncrona, por ejemplo, el usuario del mapa podría enviar un correo electrónico al responsable del producto cartográfico utilizado.

Una completa discusión sobre el lenguaje cartográfico en la que se considera su evolución, sus pros, sus contras, sus complejidades y, en general, un análisis hermenéutico de su diversidad estilística está disponible en Kent y Vujakovic (2011). En su artículo, los autores resaltan que la idea de pensar en un lenguaje cartográfico universal es

➤ Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geografía, Bogotá D.C. – Colombia. ✉ [wlsiabato@unal.edu.co](mailto:wlsiabato@unal.edu.co) – ORCID: 0000-0001-6543-1133.

✶ Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geografía, Bogotá D.C. – Colombia. ✉ [gtrianaz@unal.edu.co](mailto:gtrianaz@unal.edu.co) – ORCID: 0000-0002-9530-137X.

✉ Correspondencia: Willington Siabato, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geografía, Edificio 212 - Oficina 321, Bogotá D.C., Colombia.

tal vez impráctica, y presentan como ejemplo una metáfora comparativa con el conocido *esperanto* y como caso práctico (impráctico) el conocido *Mapa Internacional del Mundo*. Además, plantean la existencia de distintos *dialectos cartográficos* para las representaciones cartográficas nacionales. Todo esto sin mencionar que cada lenguaje como elemento cultural es un proceso que evoluciona, incluido el cartográfico, por ejemplo, hace ~260 años no se requería una convención para representar ferrocarriles. El lenguaje cartográfico es un asunto tan complejo como discutido.

No obstante, al margen de las diferencias en la simbología cartográfica y de sus potenciales interpretaciones en los distintos *dialectos cartográficos*, el proceso de comunicación se soporta sobre los mismos factores y es este proceso en el que se enfoca el presente editorial.

## Información y comunicación cartográfica

El lenguaje cartográfico y el proceso de comunicación cartográfica han sido discutidos durante varias décadas (e. g., Goode 1927; Bunge 1962; Board 1967; Koemann 1971; Robinson y Petchenik 1976; Head 1984; Kent y Vujakovic 2011). Sin embargo, fue a finales de los años sesenta y durante la década de los setenta cuando surgieron modelos que impulsaron de forma significativa estos dos conceptos. Las propuestas de Koláčný (1969) y Ratajski (1977) resaltan entre los trabajos que establecieron la comunicación cartográfica como un proceso que permite la transferencia de información y, en consecuencia, lo vincula con las bases de la comunicación convencional a través de la difusión de *información geográfica*. Estos trabajos están muy interrelacionados y, de hecho, se podría considerar el modelo de Ratajski como una extensión del primero —aunque sin desconocer los aportes previos de Board (1967)—.

Así, Koláčný (1969, 47) plantea cómo, hasta hace poco más de cincuenta años, se prestaba poca atención a la teoría y la práctica del *uso* de los mapas, centrandose más la atención en la creación y *producción* de obras cartográficas. El autor subraya la idea de que solo hasta la segunda mitad de la década de los años sesenta “las definiciones de cartografía fueron complementadas incorporando el *uso* de los mapas”. Este cambio de paradigma entre producción y uso del producto cartográfico marcó un antes y un después en la comprensión del proceso de comunicación cartográfica. “El mapa debe satisfacer las necesidades e intereses del usuario y debe ser legible y fácilmente comprensible”. Koláčný llamó

*comunicación de la información cartográfica* al proceso de integrar la *producción* y el *uso* de los productos derivados de la cartografía como una unidad coherente en la que la información cartográfica es generada, transmitida y produce un efecto en los usuarios. Fue él quien definió un flujo de comunicación cartográfica que se conecta con los cinco factores antes enumerados a través de siete etapas básicas, las primeras cuatro relacionando la creación del mapa (mensaje) y las tres finales su uso y consumo (decodificación). El autor señala que “la creación y comunicación de la información cartográfica es un proceso muy complejo que involucra actividades y operaciones con circuitos de retroalimentación en varios niveles” (Koláčný 1969, 48). Las siete etapas definidas por el autor son:

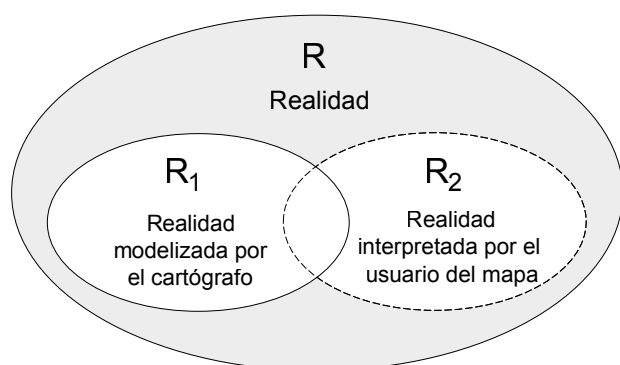
1. Observación selectiva de la realidad.
2. Efecto de la información selectiva.
3. Transformación intelectual de la información selectiva en información cartográfica.
4. Objetivación de la información cartográfica.
5. Efecto de la información cartográfica objetivada.
6. Efecto de la información cartográfica comprendida.
7. Actuación sobre el potencial de la información cartográfica.

En términos generales, Koláčný indica que la observación que el cartógrafo hace de la realidad se desarrolla con un propósito específico y esto hace que sea selectiva; esta observación puede ser directa o indirecta, refiriéndose a los métodos de captura de datos de primer y segundo orden. Este proceso está soportado en el conocimiento, la experiencia y la capacidad del cartógrafo y genera un modelo intelectual de la realidad que luego se hace explícito y se transforma en información cartográfica transmitible a través del propio lenguaje cartográfico. La representación de la realidad selectiva a través de este lenguaje es lo que se denomina la *objetivación*. Terminado el mapa, el usuario le interpreta considerando lo que *a priori* conoce de la realidad que está observando; el mensaje puede modificar en varios niveles la imagen mental que este usuario tenía de la realidad modelizada dependiendo de su conocimiento previo. En la última etapa, la información cartográfica percibida le permite al usuario experimentar la realidad representada y enriquecer su conocimiento.

Una vez planteado el flujo de comunicación, Koláčný (1969, 49) resalta de forma vehemente a la *información cartográfica* como el elemento central del proceso. La

define como “el contenido intrínseco, el significado y el sentido de la representación cartográfica de la realidad” y la separa del contenido del mapa, el cual conceptualiza como “la suma de los elementos gráficos que son percibidos por nuestros sentidos”.

En un trabajo complementario, Ratajski (1977) parte de los conceptos definidos por Koláčny para proponer su *modelo de transmisión cartográfica*, en específico, del flujo de la *información cartográfica* y de la doble percepción de la realidad, la modelizada por el cartógrafo y la interpretada por el usuario (véase Figura 1).



**Figura 1.** Puntos de partida y llegada del proceso de comunicación de la información cartográfica.

Fuente: basado en Koláčny (1969, 48).

*Nota:* cabe resaltar que este modelo de percepción excluye a otro tipo de elementos de la realidad no física, pero que también son cartografiables. Por ejemplo, las islas fantásticas del Atlántico representadas en el globo de Martin Behaim (*Erdapfel*, “Manzana de la Tierra”), o las vías y rutas representadas en las cartas aeronáuticas. En este sentido, existiría una parte de la realidad modelizada por el cartógrafo ( $R_1$ ) que puede estar en la mente de  $R_2$  pero no necesariamente en  $R$ .

En este editorial se ha querido reseñar el modelo de Ratajski (1977) porque su visión del proceso de comunicación cartográfica, del mapa como elemento central de este proceso y de las interacciones involucradas entre la realidad, el emisor y el receptor, sigue vigente 45 años después de publicada a pesar de todos los cambios tecnológicos involucrados en los procesos de producción cartográfica. El modelo cartográfico de Lech Ratajski y las relaciones *realidad observada-cartógrafo-mapa* y *mapa-usuario-realidad interpretada* son conceptos que todo geógrafo y profesional relacionado con la composición cartográfica debería tener siempre en mente en su quehacer diario.

## El modelo cartográfico de Ratajski

El ejercicio de producir mapas obedece mucho más que a la simple actividad de imprimir o publicar un mensaje

georreferenciado aplicando una simbología determinada y a través de un medio (e. g., papel, digital) en cumplimiento de un ejercicio de comunicación. Para ello, se debe considerar un conjunto de normas y estándares que garantice la correcta elaboración del mapa y permita cumplir con el propósito de comunicar a los usuarios una realidad que no conocen pero en la que están interesados y que pueden reproducir mentalmente a partir de la lectura adecuada del documento geográfico publicado. Si se simplificara la producción de documentos y modelos cartográficos excluyendo los elementos científicos que acompañan estos procesos, entonces se convertiría en una actividad netamente técnica y operativa desarrollada mediante los instrumentos tecnológicos dispuestos para ello. Sin embargo, la cartografía como ciencia y la producción de mapas como proceso tecnológico va más allá de esta trivial simplificación.

Ratajski indica que “el mapa, el producto material de la cartografía, sirve como medio para transmitir información corológica, es decir, información sobre las relaciones espaciales” (1977, 46). Este proceso incluye las formas de representación de los fenómenos geográficos y de sus potenciales relaciones por medio de las ontologías y de los modelos de datos geográficos dispuestos para ello, entre los que destacan los objetos, los campos, los campos-objetos y los objetos-campos (véanse Peuquet 1984; Couclelis 2010; Claramunt 2020). Por lo tanto, es necesario reconocer la importancia que tiene la cartografía como ciencia en la construcción, el desarrollo, la emisión y la transmisión de un mensaje visual a través del mapa. No se debe perder de vista que “el propósito del mapa es comunicar visualmente información y conocimiento geográfico” (Siabato 2021, 109).

Existen múltiples aspectos que confluyen y modifican los procesos de producción cartográfica, y en tal sentido, “el nivel cambiante del conocimiento humano, de la tecnología y de las propias demandas cartográficas [hicieron] necesario el estudio teórico de la actividad cartográfica en su conjunto” (Ratajski 1977, 46). Los cambios tecnológicos que han transformado la producción de la cartografía análoga a la cartografía computarizada han abierto un sinnúmero de canales en la producción de mapas, incluso para la generación de productos cartográficos a medida —e. g., los confeccionados por el mismo usuario y otros productos vinculados a la neogeografía como fenómeno social—, haciendo creer falsamente que es un proceso netamente operativo e ignorando la fundamentación científica que lo soporta. Entre estos cambios destacan las herramientas de diseño asistido por ordenador (CAD);

el surgimiento de los sistemas de información geográfica (SIG); el desarrollo de las bases de datos espaciales; la Internet; la implementación de la familia de estándares ISO/OGC 19100; el almacenamiento y procesamiento de datos en la nube; y el desarrollo de múltiples sitios y portales web para la visualización, el análisis y la gestión de la información geográfica.

Debido a los cambios que fueron transformando el proceso cartográfico,

el concepto de cartografía se amplió en su *rama científica* hasta el punto de que surgió la cartografía teórica como una nueva ciencia [que trajo consigo las siguientes preguntas]: ¿cuál es el dominio de esta ciencia? ¿Cuál es su metodología? ¿Cuál es su objeto de investigación? (Ratajski 1977, 46)

Además de estas preguntas, Ratajski planteó que la comunicación cartográfica se haría más efectiva al considerar la cartografía como parte de la informática y de la entonces naciente y más amplia ciencia de la comunicación. También señaló que “el proceso de comunicación de la información corológica por medio de los métodos cartográficos y de los medios de transmisión debe ser aceptado como el tema básico del interés científico de la cartografía” (1977, 47).

Presentados estos conceptos, Ratajski define los dos elementos centrales de su modelo a partir de la diferenciación de los intereses de la cartografía: *campo teórico* y *campo práctico*. Para ello, establece que la *cartología* hace referencia a los elementos del *campo teórico* y se debe considerar como “el componente científico esencial de la cartografía”, que es complementada por la *investigación tecnológica* y cubre el *campo práctico* al referirse “principalmente a la adaptación de los logros de otras ciencias a la cartografía” (1977, 47). Aquí se debe resaltar que este punto de vista puede estar un poco desactualizado respecto del contemporáneo. Las tres preguntas antes planteadas indican cómo el dominio de la ciencia cartográfica aún estaba en discusión. Sin embargo, 45 años después este dominio se ha establecido más claramente y hoy en día se acepta a la cartografía como la ciencia en la que se incorporan los componentes científicos y técnicos. Las distintas discusiones realizadas en el corazón de la Asociación Cartográfica Internacional (ICA) y de la Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) han ayudado a establecer la cartografía como una ciencia integradora que involucra tanto el desarrollo conceptual como el teórico y práctico soportándose en otras disciplinas y ramas de la ciencia como la astronomía, la geografía, la geodesia, la fotogrametría, la geofísica, las matemáticas, la teledetección, la

semiología y la onomástica. La evolución de las distintas definiciones de cartografía presentadas por la ICA a lo largo de las décadas da fe de ello. Debido a esto, y aunque esta descripción no difiere del todo de los conceptos presentados por Ratajski, en lo que sigue se proporcionarán algunos detalles de la división conceptual que los autores planteaban en las décadas de los sesenta y setenta.

Ratajski completa la introducción de su modelo resaltando al mapa como un *documento que transmite y comunica un mensaje*, además, especifica que “la estructura unificada de la cartografía como actividad y de la cartología como su parte científica se desarrollan a partir de la *teoría general de la comunicación*” (Ratajski 1977, 47), concepto que es tratado a continuación.

### El proceso de comunicación

Para reforzar lo descrito en la introducción de este editorial con un punto de vista formal, Shannon y Weaver (1949, 34) señalan que todo sistema de comunicación se compone esencialmente de cinco factores entre los que fluye un mensaje: fuente de información, emisor, canal, receptor y destino. Aunque los autores plantearon estos componentes en su conocida *Teoría Matemática de la Comunicación* que fue desarrollada para la transmisión de señales en el campo de las telecomunicaciones, el flujo del mensaje sigue siendo esencialmente el mismo en todos los procesos de comunicación. Lo fundamental de este trabajo es que demuestra cómo el proceso de comunicación puede ser formalizado y expresado a través de funciones matemáticas, en este caso particular orientadas a ondas. La primera versión de esta propuesta fue publicada en Shannon (1948a, 1948b).

Aplicando este punto de vista, varias de las interacciones entre los componentes (factores/relaciones) del proceso de *comunicación cartográfica* fueron formalizadas por Ratajski a través de expresiones “lógico-matemáticas”: elementos como la pérdida de información, la eficiencia de emisión del mensaje, la eficiencia de recepción y la eficiencia del reflejo mental de la realidad en el usuario son algunos de los flujos que se pueden determinar entre cada uno de los factores del proceso de comunicación cartográfica. Estas interacciones son formalizadas a partir de las relaciones *Er*, *Ek*, *Em* y *P* que son detalladas más adelante. Otro aspecto por resaltar es la *fuente de información corológica*, la cual siempre se tiene en cuenta en el proceso de comunicación cartográfica como la definida por Koláčný (véase Figura 1), y que no es otra diferente a la realidad modelizada por el cartógrafo —se

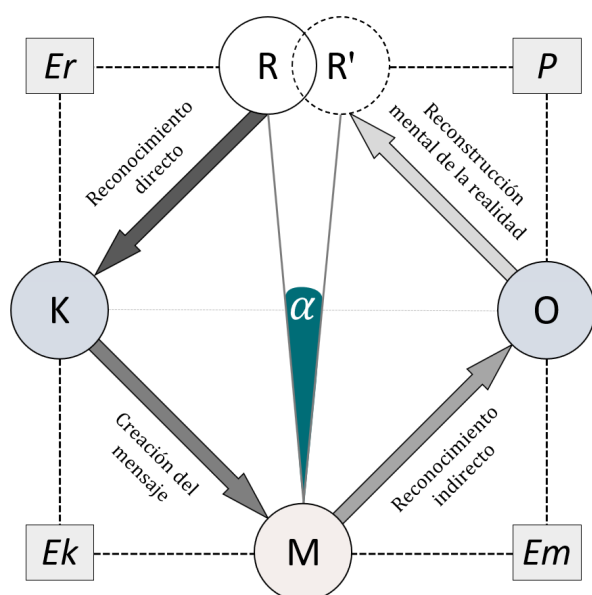


insiste, principal responsable del proceso de comunicación cartográfica—.

Al integrar los conceptos presentados, Ratajski define la *cartología* como la “ciencia que estudia la representación y transformación de la información corológica por medio de un mapa” (1977, 49). A partir de esta definición y que el interés de la cartología relaciona tres elementos básicos: (i) teoría de la transmisión cartográfica; (ii) conocimiento cartográfico; y (iii) métodos cartográficos (aplicación de la cartología), el autor propuso tres modelos que permiten comprender los diferentes estados entre la comunicación cartográfica, la cartología y la cartografía:

- (i) Modelo de transmisión cartográfica,
- (ii) Modelo de la cartología,
- (iii) Modelo de la cartografía.

El *modelo de la transmisión cartográfica* se representa en la Figura 2 y describe el flujo de la información desde la realidad modelizada por el cartógrafo ( $R$ ) hasta la imagen de la realidad construida en la mente del usuario a partir del mapa producido ( $R'$ ).



**Figura 2.** Esquemización del modelo de transmisión cartográfica propuesto por Ratajski.

Fuente: basado en Ratajski (1977, 48).

En síntesis, el modelo propuesto por Ratajski (1977) busca comunicar la realidad cartografiable a partir de la percepción del emisor o cartógrafo ( $K$ ), la cual está delimitada por los procesos de abstracción y simplificación. Posteriormente, el cartógrafo procede a emitir el mensaje ( $M$ ) mediante una composición cartográfica, usualmente un mapa. De acuerdo con Longley et ál. (2015) y los autores

antes referenciados, el mensaje se construye a través de la representación de fenómenos geográficos mediante la aplicación de ontologías y los modelos conceptuales de datos e información geográfica, principalmente, objetos en las representaciones discretas y campos en las representaciones continuas<sup>1</sup>. Desde luego, el mensaje se reproduce asociando la semiología y demás normas propias del lenguaje cartográfico que se plasman en el mapa según su objetivo y propósito. A continuación, el mapa transmite el mensaje del cartógrafo al receptor ( $O$ ), quien es el usuario o lector del mensaje. El uso preciso del lenguaje cartográfico será fundamental para que se garanticen las condiciones adecuadas de lectura y que el receptor pueda lograr la correcta interpretación del mensaje reproducido en el mapa. La información marginal o descriptiva que acompaña la composición cartográfica también tiene un rol fundamental para una adecuada interpretación. Finalmente, el usuario ( $O$ ), basado en la lectura del mensaje, percibe la imagen que se comunica y reconstruye mentalmente la realidad representada ( $R'$ ). La exactitud de esta imagen dependerá de factores externos como la buena labor del cartógrafo en los procesos de abstracción y simplificación de la realidad, de forma tal que no se hayan omitido elementos clave que impidan una correcta interpretación de la escena cartografiada, o de factores intrínsecos que pueden estar relacionados con las condiciones de lectura del mapa o el desconocimiento del lenguaje cartográfico.

Al completar el proceso de comunicación cartográfica, se genera una diferencia entre las dos realidades ( $R - R'$ ) indicada por el ángulo  $\alpha$ , y que corresponde al *grado de exactitud de la transmisión*. ¿Qué tan eficiente ha sido el proceso de comunicación cartográfica?  $\alpha$  responde esta pregunta y representa la intersección entre las dos realidades ( $R - R'$ ), determinando la diferencia entre la abstracción de la realidad emitida por el cartógrafo ( $K$ ) y la imagen mental que reconstruye el usuario ( $O$ ). Lo esperado es que  $\alpha$  sea pequeño, esto indicaría que el mensaje transmitido a través del mapa por el emisor fue adecuadamente interpretado por el receptor y que la imagen mental que este se hace de la realidad modelizada es correcta. En caso contrario, si  $\alpha$  es grande y la intersección entre las dos realidades se hace más y más pequeña, implica que estas difieren

<sup>1</sup> En términos de implementación se suelen mencionar los niveles correspondientes al modelo lógico: vector con las primitivas geometrías (puntos, líneas y polígonos) y *coverage* con el modelo ráster como el más aplicado.

diametralmente y, por tanto, se deberá revisar tanto el proceso de producción del mapa como las condiciones del usuario para su lectura. En este sentido, el objetivo de la comunicación cartográfica al aplicar el modelo de Ratajski es que  $\alpha$  tienda a cero; es evidente que nunca se alcanzará este valor, pues siempre se estará emitiendo una realidad simplificada y el aspecto de la subjetividad siempre estará implícito en el proceso cartográfico. No obstante, el cartógrafo debe buscar siempre los medios para optimizar el proceso de comunicación buscando minimizar  $\alpha$  lo máximo posible.

Adicionalmente, Ratajski describe como parte de su modelo las cuatro relaciones que se derivan de los principales factores del proceso de comunicación cartográfica:  $Er$ ,  $Ek$ ,  $Em$  y  $P$ .

La relación  $Er$  corresponde a la *emisión de información de la fuente directa* y se entiende como un producto de las interacciones emisión/percepción; describe el vínculo entre  $R - K$  y lo que sucede a partir de la observación de la realidad y su abstracción. Esta relación se caracteriza por la *interacción directa* del cartógrafo ( $K$ ) con la fuente de la información corológica ( $R$ ). En este flujo se define gran parte del éxito del proceso de comunicación cartográfica, y es por ello por lo que se ha insistido a lo largo del editorial en que el emisor es el responsable máximo del proceso. Por tanto, se dependerá de su experiencia, de su conocimiento y de su alta sensibilidad en la percepción para seleccionar adecuadamente los fenómenos que representará a través de un conjunto de datos geográficos con los que emitirá el mensaje durante el flujo  $K - M$ , en el que además debe establecer los criterios de producción del mapa.

La relación  $Ek$  representa la *emisión del mensaje o emisión de la información* y refleja el vínculo  $K - M$ . El cartógrafo emite el mensaje de acuerdo con los datos adquiridos desde la fuente, y se debe considerar el nivel de subjetividad introducido durante su percepción de la realidad observada. El mensaje (mapa) es codificado a través del lenguaje cartográfico aplicando los procesos de modelización de los datos geográficos. Hoy en día la relación  $Ek$  involucra procesos técnicos que son implementados durante la producción del mensaje. Un ejemplo son los posibles modelos aplicados a través de las bases de datos espaciales, usualmente soportados en los SIG. Este tipo de sistemas también resulta fundamental en el momento de realizar las composiciones cartográficas; paquetes informáticos como QGIS o ArcGIS o librerías como OpenLayers o Leaflet enriquecen año tras año el conjunto de herramientas y funciones que facilitan la tarea del cartógrafo.

La relación  $Em$  representa la *emisión del mapa* (mensaje) y vincula los factores  $M - O$ , esta relación es establecida por el usuario al realizar la lectura del mensaje haciendo uso del lenguaje cartográfico y de la información marginal disponible. Se caracteriza por ser una relación indirecta entre el usuario y la realidad a través del mensaje emitido. Como ya se ha dicho, se debe considerar que la comprensión del mensaje leído por el usuario podrá estar afectada por la correcta representación de los fenómenos geográficos, por las omisiones de la realidad que no se plasman en el mapa, por los errores de forma o técnicos en su producción, o por la capacidad del lector para interpretar el mensaje. Todo ello influyendo de manera directa en la relación  $O - R'$ .

Finalmente, la relación  $P$  vincula a  $O - R'$  y surge en la mente del usuario ( $O$ ), es en esta en donde se reconstruye a través de asociaciones una imagen de la realidad comunicada por el cartógrafo. A partir del supuesto que el mensaje contenido en el mapa fue producido de forma adecuada y que se dispuso de los elementos cartográficos suficientes para su lectura, se espera que la imagen mental ( $R'$ ) recreada por el usuario sea lo más parecida a la realidad ( $\alpha \rightarrow 0$ ). Este es un proceso puramente mental que depende de las experiencias del usuario, así como de su práctica y la capacidad de reproducir imágenes a partir de los elementos del lenguaje cartográfico. Actualmente, los nuevos métodos cartográficos hacen que la imagen presentada sea prácticamente una copia a escala de la realidad, un ejemplo del nivel de detalle alcanzado y de uso común es Google Street View y todas las herramientas disponibles para su implementación. Sin duda, las tecnologías actuales están ayudando a que el *grado de exactitud de la transmisión* sea más alto y nos acerquemos a un escenario ideal en el que el ángulo  $\alpha$  tienda a cero.

Finalizada la descripción de las cuatro relaciones que detallan el flujo del proceso de comunicación cartográfica, Ratajski resalta que “las relaciones superiores,  $R - K$  y  $O - R'$ , se centran en el contenido del mapa, mientras que las inferiores,  $K - M - O$ , se refieren más a cuestiones de forma del mapa y la exactitud del lenguaje cartográfico” (1977, 49). Las relaciones  $R - K$  y  $O - R'$  corresponden a las interacciones que involucran el factor humano y, por tanto, introducen un grado de subjetividad, ya sea del cartógrafo o del usuario. Baja o alta, la subjetividad es un elemento intrínseco al proceso de comunicación cartográfica y siempre debe ser examinada. Las relaciones  $K - M - O$  permiten explorar la eficiencia en el flujo del mensaje emitido considerando los métodos cartográficos aplicados en la producción del mapa y si su lectura

ha sido efectiva. La integración de las cuatro relaciones y su alta efectividad derivará en que el ángulo  $\alpha$  tienda a cero.<sup>2</sup> Nótese que otra forma de integrar las relaciones sería el proceso de emisión del mensaje o de producción del mapa, denotado en las relaciones  $R-K-M$ , mientras que el proceso de interpretación del mensaje o de utilización del mapa está expresado en las relaciones  $M-O-R'$ . La ausencia de interacción directa entre el cartógrafo y el usuario es lo que conlleva un proceso de comunicación cartográfica predominantemente asíncrona.

El conjunto de relaciones presentado soporta los dos modelos que complementan el *modelo de transmisión cartográfica*, correspondientes a los listados en las viñetas (ii) y (iii) y que serán descritos a continuación.

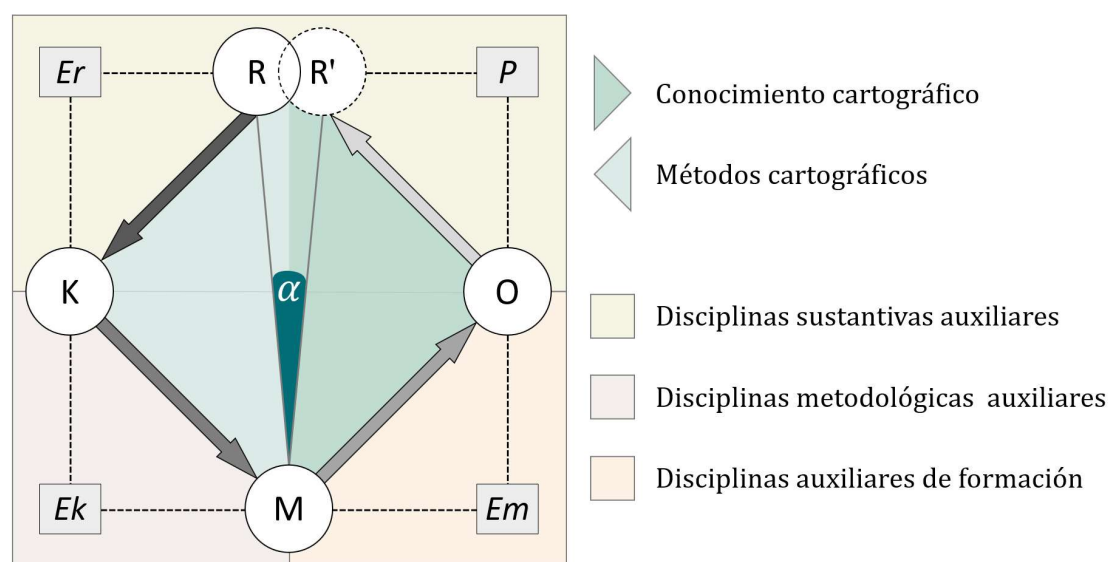
### Modelo de la cartología

En términos generales, el *modelo de la cartología* complementa los flujos y las relaciones del *modelo de transmisión cartográfica* (véase Figura 2) con cinco nuevos elementos: conocimiento cartográfico; métodos cartográficos; ramas o disciplinas sustantivas auxiliares; disciplinas metodológicas auxiliares; y disciplinas auxiliares de formación (Figura 3).

Al retomar la definición base de la cartología, Ratajski define el *conocimiento cartográfico* como el derivado de la producción cartográfica existente y de la propia actividad cartográfica, es decir, del reconocimiento, la comprensión y el aprovechamiento de los mapas y de los demás

productos cartográficos terminados y publicados. En este contexto, el autor señala que “el *conocimiento cartográfico* [...] puede situarse en el modelo de la cartología en relación con el ámbito  $M-O-R$ ” del *modelo de transmisión cartográfica* (1977, 50) —señalando los vértices del triángulo verde oscuro representado en la Figura 3—. Es claro que durante el proceso de comunicación cartográfica son los usuarios (observadores) quienes se benefician en mayor grado de todos los productos cartográficos publicados; se debe tener en cuenta que un cartógrafo en muchas situaciones cambiará su rol y será usuario de los mapas que no han sido elaborados por él.

Complementando al *conocimiento cartográfico*, se representa el triángulo de los *métodos cartográficos*, que Ratajski define como “una aplicación de la cartología relativa a la elaboración científica de principios y normas que soportan la edición y construcción de mapas” (1977, 50), elementos que están vinculados a las normas técnicas y los procesos de producción cartográfica. Algunos ejemplos son los catálogos de objetos, las recomendaciones para convenciones del IPGH (1979), la jerarquización de los topónimos que denominan los diferentes objetos geográficos en el mapa, las estrategias de color aplicadas, las primitivas geométricas utilizadas en las representaciones, así como las buenas prácticas cartográficas (conceptuales, técnicas y tecnológicas) que son usualmente propuestas por los institutos y las empresas dedicadas a la producción cartográfica. Todos estos



**Figura 3.** Modelo de cartología propuesto por Ratajski. Fuente: basado en Ratajski (1977, 50).

2 Para ampliar la información sobre este modelo, sus expresiones lógico-matemáticas y demás elementos formales, remitirse a Ratajski (1977, 47-49).

elementos deben ser definidos desde el inicio en el *plan de trabajo y diseño del mapa* de acuerdo con las características esperadas del producto y el público objetivo. El autor vincula los *métodos cartográficos* a las relaciones definidas en el ámbito del triángulo  $R - K - M$  del *modelo de transmisión cartográfica*.

Integrando estos dos elementos, Ratajski indica que el *conocimiento cartográfico* permite evaluar y realizar ajustes a la normatividad e incluir nuevos elementos que complementen los procesos de producción y proponer estrategias de administración, por ejemplo, las bases de datos espaciales multiescala (véase Triana 2006) que ayudan a optimizar los procesos de producción cartográfica, facilitando tareas como la clasificación y la automatización, o las reglas de generalización cartográfica.

Respecto de las ramas o disciplinas auxiliares, son presentadas por Ratajski como los fundamentos que rodean el *modelo de transmisión cartográfica* y que permiten comprender la cartografía como una ciencia que incorpora conocimientos de otras áreas para su desarrollo integral. En este escenario, se podría pensar en un paralelo con la estructuración temática que presenta el *Cuerpo de conocimiento de la ciencia y las tecnologías de la información geográfica* (DiBiase et ál. 2006), lo cual permite dimensionar los alcances de la propuesta de Ratajski en la década de los setenta al considerarlo en el actual desarrollo de la ciencia de la información geográfica. Las tres disciplinas auxiliares se vinculan con las relaciones  $Er$ ,  $Ek$ ,  $Em$  y  $P$ , y contribuyen con la cartografía aplicada, que se debe entender como la derivada de los *métodos cartográficos*. A continuación, se presentan algunos detalles de estas disciplinas.

En primera instancia, la cartografía requiere de otras ciencias para su desarrollo y la adecuada producción de mapas, convirtiéndolas en *disciplinas sustantivas auxiliares* (e. g., la geografía y la geodesia) que constituyen parte del componente nuclear de la cartografía. Estas áreas soportan los conocimientos que permiten al cartógrafo modelizar la realidad y al observador reconstruirla de forma precisa en su mente a partir del modelo presentado. Este componente se puede identificar, por ejemplo, en la lectura precisa de los contenidos del mapa, en la interpretación de la distribución de los drenajes y su relación con el relieve representado en las curvas de nivel (isohipsas/isobatas), o al interpretar las propiedades del sistema de referencia coordenado utilizado para producir el mapa, que va más allá de conocer la proyección cartográfica implementada.

Las *disciplinas metodológicas auxiliares* complementan y hacen más eficiente el proceso de producción cartográfica. Entre ellas, Ratajski cita a las matemáticas, la semiología, el diseño gráfico, la psicología, los procesos de automatización, las técnicas de impresión y la divulgación de la producción cartográfica, entre otras. Dos áreas que se podrían sumar a este listado son la ingeniería de sistemas y la informática. En conjunto, estas áreas ayudan a automatizar la producción cartográfica, facilitando a través de rutinas interactivas los procesos de mantenimiento, la edición y actualización de los datos en la base de datos espacial, así como la producción automática o semiautomática de los mapas. Actualmente, las matemáticas y la semiología se consideran disciplinas sustantivas y no metodológicas. Por otro lado, las técnicas de impresión son procesos actualmente estandarizados que han evolucionado de forma significativa durante las últimas cuatro décadas y a los que desde el punto de vista cartográfico se presta menos atención debido a la preferencia de publicación a través de medios digitales.

Finalmente, las *disciplinas auxiliares de formación* corresponden a las áreas que ayudan tanto en la capacitación y el entrenamiento de los profesionales para la elaboración de mapas, como de los usuarios para su correcto uso y lectura.

### Modelo de la cartografía

Para cerrar este editorial, cabe destacar que en el tercer modelo Ratajski presenta una visión más holística de la ciencia cartográfica al integrar los elementos descritos en los modelos previos y complementándolos con (i) procesos más específicos como la creación y la recepción/interpretación y (ii) con “la actividad práctica de la cartografía, es decir, con la enseñanza de la cartografía, con la producción de obras cartográficas y con el uso de estas obras” Ratajski (1977, 51).

El campo de la enseñanza resulta un planteamiento de gran interés porque encierra el modelo de la cartología y, por tanto, al de la transmisión cartográfica, señalando que la formación y los procesos de enseñanza/aprendizaje deben estar presentes en todos los ámbitos que involucren los componentes científico y técnico de la cartografía. Es nuestra responsabilidad como cartógrafos formarnos y actualizarnos constantemente en las nuevas técnicas, procedimientos, avances y soporte teórico (nuevos elementos sustantivos), así como asegurarnos de que los lectores de nuestros mensajes (mapas) cuenten con una formación mínima para que los puedan interpretar (decodificar) de la manera más exacta posible.



Los nuevos medios de comunicación permiten diseminar este conocimiento en formas más eficientes y expeditas que hace 45 años, y es nuestra obligación sacar provecho de esta ventaja para que la transmisión del mensaje en el proceso de comunicación cartográfica sea más eficaz.

## Conclusión

A pesar de los cambios significativos que se han presentado durante las últimas décadas en los procesos de producción cartográfica y de los avances tecnológicos que los soportan, la esencia del proceso de comunicación cartográfica se mantiene y hace que los factores, el flujo y los roles descritos en el modelo de Ratajski se mantengan vigentes. Todo profesional dedicado a la comunicación de datos e información geográfica debería conocer este modelo y aplicarlo en su diario ejercicio de composición cartográfica. Se requiere que el cartógrafo busque siempre los medios que permitan optimizar este proceso y minimizar  $\alpha$  al máximo; sin lugar a duda, las nuevas tecnologías han permitido que este valor sea cada vez menor.

## Referencias

- Board, Christopher. 1967. Maps as Models. En *Models in Geography*, editado por Richard J. Chorley y Peter Haggett. London - UK: Methuen & Co.
- Bunge, William. 1962. *Theoretical Geography*. Lund studies in geography Series. Lund - Sweden: Royal University of Lund.
- Claramunt, Christophe. 2020. "Ontologies for Geospatial Information: Progress and Challenges Ahead." *Journal of Spatial Information Science* 20: 35-41. <http://doi.org/10.5311/JOSIS.2020.20.666>
- Couclelis, Helen. 2010. "Ontologies of Geographic Information." *International Journal of Geographical Information Science* 24 (12): 1785-1809. <https://doi.org/10.1080/13658816.2010.484392>
- DiBiase, David, Michael DeMers, Ann Johnson, Karen Kemp, Ann Taylor Luck, Brandon Plewe, y Elizabeth Wentz. 2006. *Geographic Information Science and Technology Body of Knowledge*. 1<sup>st</sup>. ed. Washington D.C.: Association of American Geographers.
- Goode, J. Paul. 1927. "The Map as a Record of Progress in Geography." *Annals of the Association of American Geographers* 17 (1):1-14. <https://doi.org/10.1080/00045602709356967>
- Head, C. Grant (1984). "The Map as Natural Language: a Paradigm for Understanding." *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization* 21 (1):1-31. <https://doi.org/10.3138/E816-M074-8791-4506>
- IPGH (Instituto Panamericano de Geografía e Historia). 1979. *Manual técnico de convenciones topográficas*. 2.<sup>da</sup> edición. IPGH Publicación n.º 321. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Kent, Alexander J., y Peter Vujakovic. 2011. "Cartographic Language: Towards a New Paradigm for Understanding Stylistic Diversity in Topographic Maps." *The Cartographic Journal* 48 (1): 21-40. <https://doi.org/10.1179/1743277411Y.0000000004>
- Koemann, Cornelis. 1971. "The Principle of Communication in Cartography." *International Yearbook of Cartography* 11: 169-176.
- Koláčny, Antonín. 1969. "Cartographic Information — a Fundamental Concept and Term in Modern Cartography." *The Cartographic Journal* 6 (1): 47-49. <https://doi.org/10.1179/caj.1969.6.1.47>
- Longley, Paul A., Michael F. Goodchild, David J. Maguire, y David W. Rhind. 2015. *Geographic Information Systems and Science*. 4<sup>th</sup> ed. Chichester: John Wiley & Sons.
- Peuquet, Donna J. 1984. "A Conceptual Framework and Comparison of Spatial Data Models." *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization* 21 (4): 66-113. <https://doi.org/10.3138/D794-N214-221R-23R5>
- Ratajski, Lech. 1977. "The Research Structure of Theoretical Cartography." *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization* 14 (1): 46-57. <https://doi.org/10.3138/P2Q9-616W-0444-0Q34>
- Robinson, Arthur H., y Barbara Bartz Petchenik. 1976. *The Nature of Maps: Essays toward Understanding Maps and Mapping*. Champaign, Illinois: The University of Illinois Press.
- Shannon, Claude E. 1948a. "A Mathematical Theory of Communication." *The Bell System Technical Journal* 27 (3): 379-423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Shannon, Claude E. 1948b. "A Mathematical Theory of Communication. Part III." *The Bell System Technical Journal* 27 (4): 623-656. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb00917.x>
- Shannon, Claude E., y Warren Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. 1<sup>st</sup> ed. Champaign, Illinois: The University of Illinois Press.
- Siabato, Willington. 2021. *Cartografía general. Notas de apoyo en clase*. 1.<sup>ra</sup> edición. Registro DNDA n.º 10-980-17. Bogotá D.C. - Colombia: Universidad Nacional de Colombia. [https://www.colombiale.com/detalles\\_titulo.php?isbn=9789584934277](https://www.colombiale.com/detalles_titulo.php?isbn=9789584934277)
- Triana, Gabriel. 2006. "Las bases de datos geográficas multiescala y topónimos dinámicos. Una alternativa al problema de la generalización." Tesis de maestría en Geomática. Bogotá D.C. - Colombia: Universidad Nacional de Colombia.