



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

**La representación cartográfica de los
fenómenos dinámicos y el lenguaje de las
imágenes en movimiento**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Licenciado en Geografía

P R E S E N T A :

Gonzalo Silvestre Zepeda Ferrer

DIRECTOR DE TESIS.

Mtro. Omar Olivares Sandoval

Ciudad Universitaria, Ciudad de México.

2017.



Facultad de Filosofía y Letras



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas aquellas personas que con su esfuerzo y dedicación contribuyen directa o indirectamente a la existencia de la Universidad Nacional Autónoma de México, la institución central de mi vida.

En particular quiero agradecer al Mtro. Omar Olivares por su generosa asesoría, paciencia y amistad en el proceso de elaboración de este trabajo. Sin su guía, este proyecto hubiera naufragado.

A la Dra. Liliana López Levi, y la Mtra. Cecilia Gutiérrez Nieto por su cuidadosa lectura y agudos comentarios, los cuales hicieron de éste un mejor escrito.

Al Dr. Héctor Mendoza Vargas y al Mtro. Frank García Rodríguez, de quienes recibí en clase ideas muy importantes que me permitirían elaborar los planteamientos fundamentales de este texto. Es preciso decir que sin ellos no hubiera podido conceptualizar esta tesis.

A mis papás, por darme lo que más estimo en la vida, el amor por el mundo. Ser su hijo ha significado ser feliz.

A mis hermanos y sobrinos por ser una fuente inagotable de inspiración, pero sobre todo de cariño.

A Licha por su bondad, y afecto.

A los amigos, porque crezco con ustedes.

A la maestra Tobyanne, por todo lo que me ha enseñado, pero sobre todo, por su amistad.

A la familia Peniche Montfort por invitarme a compartir la vida. En particular a mis queridos cuñados Ana y Diego quienes me apoyaron mucho en este proceso. Diego es en buena medida el responsable de que este trabajo haya sido concebido. Gracias por compartir curiosidad, cuñado.

A Elva, mi compañera, quién ha aportado el cariño, las ideas, y la ayuda necesarias para que este trabajo y mi vida en general tengan sentido. Gracias por haberme agarrado fuerte de la mano y haber echado a caminar conmigo.

Índice

Introducción	5
---------------------------	---

Capítulo I: El lenguaje de las imágenes en movimiento

Imagen-movimiento y ciencia, una relación histórica.....	9
--	---

Las representaciones científicas del movimiento.....	10
--	----

Capítulo II: Geografía, tiempo, naturaleza y la representación cartográfica del movimiento

Geografía e Historia.....	20
---------------------------	----

La representación cartográfica del movimiento: secuencia y yuxtaposición.....	22
---	----

Los conceptos occidentales de naturaleza a través de las formas de representación cartográfica.....	23
---	----

El concepto de flujo.....	33
---------------------------	----

Flujos narrativos.....	38
------------------------	----

Coordenadas temporales.....	41
-----------------------------	----

Desarrollo conceptual y tecnológico presente.....	45
---	----

Capítulo III Técnica y representación de la imagen en movimiento para la geografía contemporánea. Las secuencias del Proyecto *Timelapse*, un caso de estudio

El lenguaje de las imágenes en movimiento y el cambio territorial.....	49
--	----

Las secuencias del proyecto <i>Timelapse</i>	51
--	----

La imagen en movimiento frente a otras formas de visualización del cambio territorial---	53
--	----

Comparación y secuencias-----	53
La pluralidad de tiempos históricos-----	54
Características generales del visualizador del proyecto <i>Timelapse</i> . -----	62
Dimensión simbólica-----	62
La Tierra como unidad-----	63
Carácter mediático-----	70
Conclusiones -----	74
Bibliografía -----	76
Referencias electrónicas -----	80

INTRODUCCIÓN:

La gran mayoría de los estudios realizados sobre la imagen en movimiento dentro del ámbito de la geografía académica contemporánea parten de la premisa de que el cine es aquel conjunto de películas, de ficción o no-ficción, producidas, exhibidas y consumidas dentro de los circuitos del espectáculo, el arte o el entretenimiento.¹ En este contexto es notable un vacío en la producción de conocimiento geográfico sobre las imágenes en movimiento cuyo objetivo sea el de fungir como una herramienta para la investigación científica.

Históricamente, la ciencia ha tenido una fructífera y compleja relación con el lenguaje de las imágenes en movimiento, éste ha sido un instrumento sumamente útil para realizar investigaciones en disciplinas que van desde la medicina hasta la astronomía, de la antropología a la botánica.

El hecho de que la producción de trabajos elaborados desde una perspectiva geográfica sobre el cine se haya orientado a estudiar el fenómeno cinematográfico en su faceta artística, o espectacular-comercial, probablemente tenga que ver con el “predominio de la ideología de masas respecto al mito del cine convertido en el espectáculo más grande del mundo”², pero también se explica por la escasa o nula producción de trabajos cinematográficos científicos cuyo objetivo sea el de contribuir a la investigación en geografía. Las escalas espaciales y temporales que caracterizan el análisis geográfico, y que generalmente se representan cómodamente a través del lenguaje cartográfico, no habían sido, hasta ahora, compatibles con las formas de registro y representación de la realidad propias del lenguaje de las imágenes en movimiento. Es por ello que la aparición, en noviembre de 2013, de las primeras “películas” o “tomas a intervalos”³ hechas con imágenes satelitales constituye un hito, tanto en el desarrollo histórico del lenguaje de las imágenes en movimiento y su uso con fines geográficos, como en la historia de las

¹ Más adelante se ofrece una definición del concepto: imagen movimiento, p. 7.

² Virgilio Tosi, *El Lenguaje de las imágenes en movimiento. Teoría y práctica del cine y la televisión en la investigación científica, la enseñanza y la divulgación*, (México: Grijalbo, 1993), 25.

³ También llamados “acelerados” o “Time-lapse” en el léxico cinematográfico.

tecnologías de la información geográfica. Este hecho es también revelador de la creciente tendencia hacia la consideración de la naturaleza espacio-temporal de aquello que es objeto de estudio de la geografía.

Elaboradas en conjunto por personal de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA por sus siglas en inglés), el Servicio Geológico de Estados Unidos, así como de la Universidad de Maryland y la empresa *Google*, las secuencias en cuestión representan, de manera semejante a como lo hace un corte cinematográfico, los procesos de cambio sobre la superficie terrestre que han tenido lugar entre 1984 y 2012.

En la página de internet en la que fue publicado el visualizador del proyecto *Timelapse*, del cual las tomas a intervalos antes mencionadas son el producto central, se ponen a disposición del usuario ocho secuencias-ejemplo sumamente ilustrativas del potencial que el lenguaje de las imágenes en movimiento tiene como herramienta para el análisis geográfico.

Al activar el funcionamiento del visualizador se reproduce frente al usuario la dinámica que durante 28 años tuvieron procesos como: el crecimiento urbano de la ciudad de Las Vegas; los cambios territoriales producidos por la minería de carbón en Wyoming; la irrigación en el desierto de Arabia Saudita; la desecación del Lago Urmia en Irán; la deforestación en la Amazonia brasileña; el derretimiento del glaciar Columbia en Alaska; la expansión de infraestructura costera en Dubai; así como la desaparición del Mar de Aral.

El usuario puede modular la velocidad a la que se reproducen las secuencias en tres diferentes grados, siendo la duración máxima de reproducción de 10 segundos, la media de 5 segundos y la mínima de 3 segundos, aproximadamente.

Aunque algunas representaciones de fenómenos geográficos, básicamente meteorológicos, habían sido realizadas con anterioridad para mostrar la dinámica global o regional de ciertos procesos dinámicos, nunca antes se había elaborado una secuencia fotográfica animada que representara el cambio territorial a lo largo de casi tres décadas.

Este trascendental avance en la representación de la información geográfica hace asequible a los sentidos del observador la dramática reconfiguración reciente de la “morfología

estética del paisaje”,⁴ posibilita, la evaluación cualitativa y cuantitativa de los cambios en las coberturas de suelo de toda la superficie terrestre, y constituye evidencia contundente de la necesidad de hacer propia para la geografía “la cuarta dimensión del tiempo, el interés en saber cómo llegó a ser lo que es aquello que está siendo estudiado.”⁵

Además de la eminente vocación instrumental de las recién aparecidas secuencias, éstas tienen también un enorme potencial como íconos en la concientización mediática en lo que respecta a los cambios geográficos y a la devastación ambiental antropogénica que caracteriza nuestro tiempo, por esta razón es importante reflexionar sobre la dimensión simbólica de estas nuevas películas que cuentan la historia de nuestro planeta en las últimas tres décadas.

La historia del uso de la imagen en movimiento con fines científicos “es todavía una historia por escribirse”⁶, es por ello que con este trabajo se busca identificar en el devenir histórico de las ideas científicas en torno al cambio espacio-temporal, la teoría geográfica, y la práctica cartográfica, antecedentes que permitan entender la naciente relación entre el lenguaje de las imágenes en movimiento y la práctica geográfica.

En consecuencia, la estructura del presente texto se organiza en tres partes. El primer capítulo se habrá de desarrollar en torno a la relación de la ciencia y las representaciones visuales de aquello que es dinámico, en particular, el lenguaje de las imágenes en movimiento. En el segundo apartado se analizará el desarrollo histórico de las ideas con respecto al tiempo y al cambio espaciotemporal en el pensamiento geográfico occidental y los efectos de este desarrollo sobre la producción cartográfica. En el tercer y último capítulo nos ocuparemos de examinar las secuencias del proyecto *Timelapse* como caso de estudio. Todo ello con el fin de satisfacer el objetivo central de esta tesis: analizar estas novedosas “películas” desde una perspectiva histórica, para hacer una valoración del uso actual de la imagen en movimiento como herramienta científica en el ámbito de la geografía.

⁴ Carl Sauer, “La educación de un geógrafo” (Discurso ofrecido en la 52ª reunión de la Asociación Norteamericana de Geógrafos, Montreal, Canadá, 4 de abril de 1956) en <http://www.colorado.edu/geography/giw/sauer-co/>, 4.

⁵ *Ibidem*.

⁶ Tosi, *El lenguaje*, 307.

Es necesario señalar que en este texto nos ocuparemos únicamente de lo relativo a las representaciones gráficas del cambio espacio-temporal producidas dentro de la tradición científica occidental. Sin embargo, no podemos dejar de hacer una breve mención del sofisticado desarrollo que este tipo de representaciones visuales han alcanzado en otras tradiciones culturales. Como claro ejemplo tenemos las imágenes del territorio elaboradas en el ámbito mesoamericano, en las cuales, difícilmente podemos encontrar al tiempo y al espacio representados por separado⁷. En este sentido, es reconocida por diversos autores la “espacialización del tiempo”⁸ que se expresa en las imágenes confeccionadas por estas culturas. Lo dicho anteriormente se expresa únicamente para señalar los límites de este estudio así como algunas posibilidades para trabajos subsecuentes.

Por otro lado es importante advertir que, de acuerdo con los objetivos señalados, este texto pretende simplemente abrir líneas de reflexión y elementos para posteriores investigaciones. No busca ser una historia exhaustiva de la imagen en movimiento y su aplicación en la ciencia. Mucho menos pretende proponer una metodología particular sobre cómo usar la imagen en movimiento y las representaciones cinematográficas en la geografía contemporánea.

CAPÍTULO I: EL LENGUAJE DE LAS IMÁGENES EN MOVIMIENTO

⁷ Bárbara Mundy, “Mesoamerican Cartography”, en John Brian Harley *et al.*, *History of Cartography*, Vol. II, Libro III, (Chicago: Chicago University Press, 1987),193. En http://www.press.uchicago.edu/books/HOC/HOC_V2_B3/HOC_VOLUME2_Book3_chapter5.pdf

⁸*Ibidem.*

Imagen-movimiento y ciencia: una relación histórica

Es reconocido que el cine nació en las postrimerías del siglo XIX como consecuencia del desarrollo de diversas herramientas científicas creadas con el fin de registrar, representar y estudiar el movimiento, es decir, aquello que es efímero y cuyo entendimiento suele escapar a la mente humana cuando el investigador, *in situ et tempore*, se vale de sus cinco sentidos para tratar de comprender las fases sucesivas de un fenómeno dinámico y así atribuirle a éste un significado científico.

La inquietud que despertaba el problema de la cinética en los investigadores e inventores de los países industrializados de la segunda mitad del siglo XIX tuvo como una de sus consecuencias más perdurables la materialización de una gran diversidad de aparatos hoy considerados proto-cinematográficos como el zoopraxiscopio o el fenaquisitocopio. Eventualmente, el uso del cinematógrafo, inventado en 1895 para reproducir secuencias cinematográficas ante públicos amplios, habría de prevalecer y este se convertiría en el medio por excelencia para visualizar la imagen en movimiento, al menos hasta la aparición de la televisión. El cine pasó a ser eminentemente un espectáculo y aquellos usos de la imagen en movimiento que escapaban al formato comercial-espectacular estuvieron destinados a ser objetos de estudio marginales. Tan es así que con frecuencia el término “cine” se usa en la historiografía como sinónimo de lo que Virgilio Tosi denomina “cine espectáculo”.⁹

Es por ello que, dados los objetivos de este trabajo, echaremos mano del concepto amplio de *lenguaje de las imágenes en movimiento*, entendiendo por éste el conjunto de formas de expresión gráfica que, mediante la reproducción sucesiva de un conjunto de fotogramas, da cuenta del cambio de posición o de forma a través del tiempo de los cuerpos que ocupan el espacio. A decir de Virgilio Tosi:

⁹ Tosi, *El cine antes de.*, 11.

Este lenguaje está constituido por imágenes en movimiento, individuales o ligadas entre sí, y no se limita a la simple reproducción fenomenológica de lo real, pero tiene en sí mismo (...) la clave de nuevas posibilidades cognoscitivas, de comunicación, de información, de comparación, de análisis y de síntesis. Nos permite saber, conocer, y transmitir cosas como antes no era posible hacerlo.¹⁰

El lenguaje de las imágenes en movimiento posibilita la exploración de vetas del conocimiento científico, otrora difíciles de desarrollar, que han estado en el tintero de los investigadores desde los albores de la modernidad.

A continuación, se disertará someramente en torno a esta histórica inquietud por develar los misterios de lo cinético mediante representaciones gráficas, inquietud que eventualmente habría de dar paso a la invención del lenguaje de las imágenes en movimiento.

Las representaciones científicas del movimiento

Se ha dicho que el surgimiento de la ciencia moderna estuvo estrechamente vinculado con la creciente toma de conciencia de la importancia del cambio y del tiempo en aquellos procesos que interesaban a los primeros científicos europeos. Un interés marcado por estudiar y descomponer la realidad en sus aspectos temporales y espaciales permeó profundamente en la comunidad científica de los siglos XVI y XVII. Teorías revolucionarias en torno a los conceptos de la dinámica y el movimiento de los cuerpos habrían de ser desarrolladas en los siglos subsecuentes. Esto tuvo como una de sus consecuencias el desarrollo de métodos de representación gráfica cuyo objetivo era hacer manejable la visualización del movimiento.

La historia del desarrollo de la filosofía científica moderna ha sido objeto de una plétora de estudios elaborados por historiadores y filósofos de la ciencia y queda, por demás, fuera de los límites de este estudio. Sin embargo, nos interesa explorar brevemente el trabajo de algunos científicos que crearon estrategias de representación gráfica sintomáticas de una preocupación por el movimiento.

¹⁰ Tosi, *El cine antes de*, 18.

Sería impreciso afirmar que no existía, previo a la consolidación de lo que Paolo Rossi denomina la “República de la ciencia”,¹¹ un interés por develar los misterios del movimiento. Actualmente se conservan documentos que sirven como evidencia de que la abstracción y posterior representación del cambio espacio-temporal se han practicado desde mucho tiempo antes la emergencia de la filosofía mecánica moderna. Un ejemplo notable es la gráfica publicada en una edición de *Comentario al sueño de Escipión* de Macrobio [fig.1], elaborada por un autor desconocido en el año 905.¹² En ella se representan las posiciones cambiantes del Sol, la Luna y algunos planetas a través del tiempo.

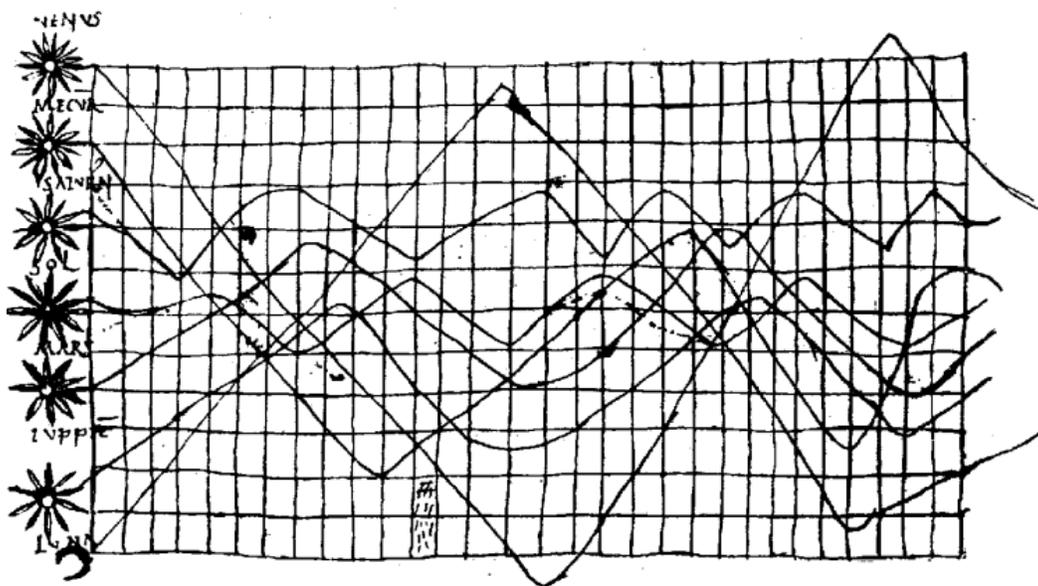


Figura 1 Gráfica elaborada en 905 que representa los cambios de posición en la bóveda celeste del Sol, la Luna y algunos planetas en un ciclo anual. Autor desconocido. Fuente: http://www.fi.uu.nl/wiskrant/artikelen/hist_grafieken/begin/images/planeten.gif

Otros ejemplos pre-científicos hacen explícita la existencia de una intención de representar visualmente el cambio. Ejemplo de ello son las gráficas elaboradas en 1350 por Nicolás Oresme, filósofo medieval que a través de sus escritos cuestionó radicalmente los conceptos aristotélicos de tiempo y movimiento [fig. 2]. En algunas gráficas elaboradas por

¹¹ Paolo Rossi, *El nacimiento de la ciencia moderna en Europa*, (Barcelona: Crítica, 1998), 11.

¹² Gary H Funkhauser, “A Note on a Tenth Century Graph” en *Osiris*, vol. I., (Chicago: The University of Chicago Press, 1936), 260.

Oresme se representa, en el eje vertical, la velocidad a la que se calientan las diferentes partes de diferentes objetos, que son representadas a su vez en el eje horizontal.



Figura 2. Gráficas elaboradas por Nicoloás Oresme en 1350. Fuente: <http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/images/oresme6.gif>

¹³ James Elkins, *The Domain of Images*, (Londres: Cornell University Press, 1999), 230.

Las gráficas de Oresme, publicadas siglos antes de que se desarrollara el método de registro y representación que hoy conocemos como “cartesiano”, dan testimonio del entusiasmo intelectual por descomponer el desarrollo de un fenómeno dinámico, así como de que el anhelo por trascender las limitaciones narrativas de la expresión gráfica bidimensional, a lo cual Edward Tufte denomina “escapar de la planicie”,¹⁴ no es algo exclusivo de la modernidad y menos aún del lenguaje de las imágenes en movimiento. A decir de R. Sánchez:

El hecho de dar un tratamiento espacial, el hecho de estilizar, comprimir y sugerir el espacio y el tiempo, no es patrimonio exclusivo del cine. Es una convención del lenguaje humano, compartida, además, por todas las artes y en todas las épocas.¹⁵

Más allá de esta aparente continuidad intelectual entre la filosofía medieval y la ciencia moderna que hacen evidente las gráficas antes descritas, es pertinente señalar la existencia de diferencias sustanciales entre el pensamiento cinético de la Edad Media y la ciencia moderna. Al respecto, Paolo Rossi afirma que:

La historia de la física, desde las elaboraciones tardoescolásticas de la teoría del ímpetus hasta las límpidas páginas de los *Principia* de Newton, es la historia de una profunda revolución conceptual que obliga a modificar en profundidad las nociones de movimiento, masa, peso, inercia, gravedad, fuerza y aceleración. Se trata, a la vez, de un nuevo de un nuevo método y de una nueva concepción general del universo físico. Se trata, además, de nuevos modos de determinar los límites, las funciones y los objetivos del conocimiento de la naturaleza.¹⁶

Como podemos ver, los principios que regían el entendimiento del movimiento en la filosofía medieval estaban claramente asociados a un visión de la realidad basada en la experiencia cotidiana. Esta concepción antropomórfica del mundo habría de ser sustituida

¹⁴ Edward Rolf Tufte, *Envisioning information*, (Connecticut: Graphic Press, 1990), 28.

¹⁵ Rafael Sánchez, *Montaje cinematográfico, arte de movimiento*, (México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 1994), 58.

¹⁶ Rossi, *El nacimiento*, 20.

por la filosofía mecánica, fundada en una capacidad de abstracción y matematización de la naturaleza.¹⁷

Aquello de que “el movimiento en la física de los aristotélicos no coincide con el movimiento en la física de los modernos”,¹⁸ se hace evidente cuando observamos una gráfica publicada por Galileo en 1610.

En los albores del siglo XVII, Galileo elaboró una de las primeras representaciones gráficas secuenciales de un fenómeno dinámico de las que se tenga noticia en el ámbito científico. Se trata de una serie de ilustraciones que forman parte de las notas que tomó en torno a las observaciones del cielo nocturno por él realizadas entre el 7 y el 10 de enero de 1610. Dichas notas fueron luego publicadas como parte de su libro *El mensajero sideral* [fig.3].

Los esquemas de Galileo son probablemente la primera representación visual, de la que se tenga registro, de una narrativa tetra-dimensional, elaborada a partir de “la combinación de dos diseños familiares, el mapa y las series de tiempo.”¹⁹

Vistos por separado, los esquemas de Galileo son mapas, en la medida en que son representaciones visuales cuya función es ilustrar la posición en el espacio de unos cuerpos en relación con otros. Pero, vistos en conjunto, representan una secuencia en la que los cuerpos se mueven en el espacio, pero también en el tiempo. En estas secuencias está ya plasmado el deseo por registrar “la realidad física en su dinámica con fines de análisis, de estudio, de descubrimiento y por lo tanto de conocimiento”,²⁰ que dio origen al cine en el siglo XIX.

¹⁷ Rossi, *El nacimiento*, 20-21.

¹⁸ *Ibid*, 22.

¹⁹ Tufte, *Envisioning information* ,97.

²⁰ Tosi, *El cine antes de* , . 11.

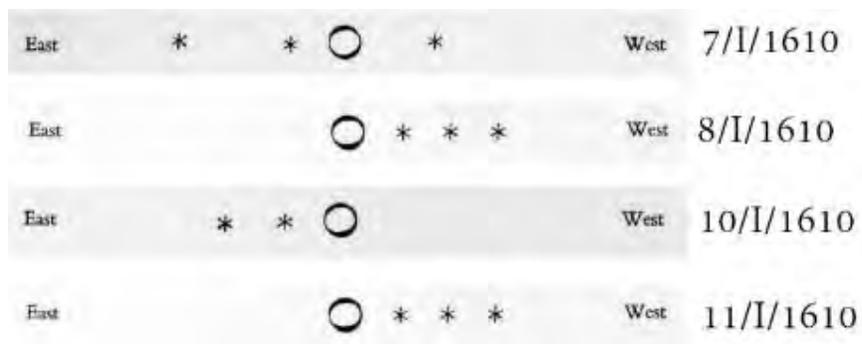


Figura. 3. Ilustraciones de las lunas de Júpiter hechas por Galileo. Fuente: E. Tufte *Envisioning information*. pp. 97-98.

Los esquemas de Galileo son notables por al menos dos características que los hacen sintomáticos de una ruptura con el pensamiento y los métodos pre-modernos. La primera de ellas es la naturaleza de los objetos representados: Júpiter y sus lunas poco tenían que ver con la experiencia cotidiana que, como hemos dicho anteriormente, regía las ideas en torno a la dinámica en la filosofía medieval. La otra característica, de mayor relevancia para nuestro argumento, es el uso del telescopio para hacer el registro de aquello que se va a representar. La utilización de instrumentos para percibir y registrar los fenómenos naturales fue un factor de suma importancia en la revolución científica, de tal suerte que “ver, en la ciencia de nuestro tiempo, quiere decir, casi exclusivamente, interpretar signos generados por un instrumento.”²¹

Más de dos siglos y medio después de los innovadores esquemas de Galileo, otro astrónomo, el francés Jules Janssen, habría de realizar la primera secuencia fotográfica de un fenómeno cinético con fines científicos. Janssen ideó un aparato para tomar una serie de fotografías secuencialmente, empresa sumamente complicada dadas las características de los materiales utilizados a la sazón para llevar a cabo el proceso de toma y revelado de las imágenes.

Janssen y los científicos que desarrollaron las primeras herramientas para registrar fenómenos dinámicos mediante tomas fotográficas no mostraron particular interés por diseñar dispositivos que permitieran la reproducción de lo registrado, una vez hechas, las

²¹ Rossi, *El nacimiento*, 27.

tomas eran reveladas y analizadas en gabinete como fotografías impresas de forma individual.

El objetivo de Janssen era el de registrar el tránsito de Venus frente al sol que tuvo lugar en 1874. Dicho evento se da consecutivamente en un intervalo de ocho años, pero el siguiente par de eventos ocurre alternadamente cada 105.5 y 121.5 años.²²

Este acontecimiento tenía una profunda trascendencia para la comunidad astronómica mundial ya que Edmund Halley había declarado, siglo y medio antes, que la observación y el registro simultáneos del evento, desde dos puntos distantes entre sí de la superficie terrestre, serían fundamentales para determinar, mediante operaciones trigonométricas, la distancia que separa el centro del Sol del centro de la Tierra. Dicha distancia es conocida hoy en día como “unidad astronómica”.²³

Los eventos del siglo XVIII (1761 y 1796) fueron atentamente observados, pero los registros gráficos con los que se pretendía establecer el momento preciso de contacto entre Venus y el disco solar resultaron inservibles para la eventual realización de los cálculos precisos que Halley sugirió. Las causas de esta desventura científica estuvieron estrechamente vinculadas a la incapacidad tecnológica de los astrónomos de aquella época para registrar gráficamente con precisión un fenómeno dinámico.

Entrada la segunda mitad del siglo XIX, contando con la posibilidad de hacer uso de la fotografía, los astrónomos estaban confiados en poder hacer un registro preciso del tránsito venusino. Es por ello que las expediciones internacionales para realizar las observaciones de los eventos de 1874 y 1882, dieron lugar al esfuerzo internacional más importante hasta ese momento para llevar a cabo la observación de algún fenómeno astronómico.²⁴

Es en ese contexto de gran efervescencia en el ambiente científico que Janssen desarrolló el primer aparato para registrar mediante fotografías secuenciales la cinética de los cuerpos celestes. A este dispositivo decidió nombrarlo “revolver fotográfico” [fig.4]. El nombre con el que Janssen bautizó su inventó probablemente contribuyó a la posterior

²² François Launay, *The astronomer Jules Janssen. A gloubetrotter of celestial physics*, (Nueva York: Springer, 2008), 74.

²³ *Ibid*, 73

²⁴ *Ibid*, 74

denominación que se le asignó al acto de registrar mediante una cámara, una acción determinada. La posterior invención por parte de E.J. Marey del fusil fotográfico, cuyo objetivo era muy similar al del “revólver” de Janssen, contribuyó probablemente a que hoy hablemos de “disparar” tomas cinematográficas [fig.5].

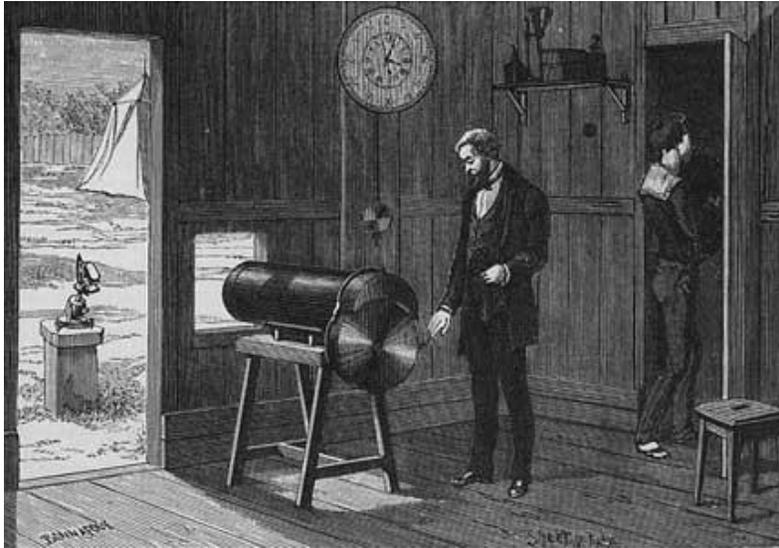


Figura 4. Janssen y su revólver fotográfico, aparecida en *La Nature* en 1875. Fuente: http://www.ciclosur.com/notas_anteriores/alejandro.php el 1 de diciembre de 2016.



Figura 5. E.J. Marey y su fusil fotográfico, Fuente: <https://www.elpensante.com/el-rifle-de-marey-el-fusil-mas-util-de-la-historia/> el 1 de diciembre de 2016.

Aunque las tomas del tránsito de Venus hechas por Janssen y su equipo no resultaron tan útiles para determinar aquello que luego sería llamado “unidad astronómica”, sirvieron para comprobar entre otras cosas que Venus tiene atmósfera [fig. 6].



Figura 6. Placa fotográfica obtenida por Janssen del tránsito de Venus frente al Sol. 1874. Fuente: F. Luanay. 2012. *The Astronomer Jules Janssen. A Globetrotter of Celestial Physics*. Springer. p. 76.

La placa obtenida mediante el uso del revólver fotográfico habría de generar una secuencia de imágenes en la cual podemos apreciar como venus comienza su tránsito frente al sol en el primer registro de la serie (si pensamos en la placa como un reloj de pared, la primera imagen de la secuencia sería la que ocupa la posición de la “1”) y podemos ver como las

imágenes subsecuentes (en el sentido de las manecillas del reloj) dan cuenta del avance del planeta hacia el interior del disco solar.²⁵

Más allá de los descubrimientos estrictamente astronómicos, se podría decir que Janssen tuvo un papel fundacional en la historia del lenguaje de las imágenes en movimiento. Su trabajo habría de ser reconocido por personajes sumamente protagónicos en el desarrollo de las técnicas proto-cinematográficas, como el célebre Etienne Jules Marey, quién diría en 1893 que: “Fue Janssen el primero en haber pensado, con un propósito científico, en registrar automáticamente una serie de imágenes fotográficas para representar las fases sucesivas de un fenómeno”.²⁶

Ahora bien, el hecho de que los pioneros del registro gráfico del movimiento, Como Galileo y Janssen, fueran astrónomos probablemente tiene que ver con que éstos se encuentran en una posición sinóptica con respecto a su objeto de observación. Los geógrafos, en contraste, están inmersos dentro de aquello que estudian. Los astrónomos no necesitan de satélites artificiales para tomar la distancia necesaria con respecto a aquello que despierta su interés ya que la Tierra misma es un observatorio panorámico del universo. Históricamente los cartógrafos han tenido que echar mano de la técnica y la imaginación para crear esta distancia artificial que permite representar las escalas geográficas.

La naturaleza sinóptica que caracteriza al lenguaje cartográfico lo define y determina sus posibilidades y limitaciones. Para sortear las limitaciones en lo que respecta a la representación de narrativas espacio-temporales, los cartógrafos han generado diversas propuestas en las cuales se emplean recursos visuales cuyo objetivo es el de “escapar a la planicie” e incluir la cuarta dimensión en sus representaciones. A continuación, revisaremos algunos ejemplos.

²⁵ Para visualizar una animación de la placa, ver el video que se encuentra en: <https://www.youtube.com/watch?v=LowU9vKZzJs>

²⁶ Tosi, *El cine antes de*, 149.

Capítulo II Geografía, tiempo, naturaleza y la representación cartográfica del movimiento

Geografía e Historia

Time, time, time

John Herschel

Como hemos visto en el capítulo anterior, el impulso por trascender las limitaciones propias de la visualización bidimensional de información científica, o lo que E. Tufte llama “escapar de la planicie”, se ha manifestado de diferentes maneras en la historia de la producción de imágenes científicas. El desarrollo de narrativas espacio-temporales en el ámbito de la visualización de información ha sido un proceso paulatino claramente asociado al reconocimiento, por parte de las distintas comunidades científicas, de la importancia del carácter temporal de la realidad.

Esta realidad es, sin duda, objeto de estudio de la disciplina geográfica. Una gran cantidad de estudiosos de la geografía, desde Kant hasta David Harvey, pasando por W.M. Davis, Eliseé Reclus, Carl Sauer, H. C. Darby, o Milton Santos, han mostrado preocupación por estudiar el carácter no únicamente espacial, sino también temporal de aquello que resulta geográficamente significativo. Sin embargo, la aceptación en el seno de muchas vertientes de la geografía institucionalizada de la relevancia del estudio del carácter dinámico y cambiante de dicha realidad física ha estado en entredicho a lo largo de su desarrollo en los últimos dos siglos. Un claro ejemplo de ello son las declaraciones emitidas por el célebre geógrafo estadounidense K. Schaeffer, quien en 1953 señalaba que: "Las leyes estrictamente geográficas no contienen referencias al tiempo y al cambio".²⁷

Esta histórica polémica disciplinar ha sido extensamente estudiada y no es el objetivo de este trabajo profundizar en ella. Para los fines que perseguimos aquí, diremos únicamente

²⁷ Horacio Capel, *Filosofía y ciencia en la Geografía contemporánea*, (Barcelona Editorial Barcanova, 1981). 258.

que es posible discernir entre dos grandes corrientes de pensamiento geográfico que históricamente se han encontrado en tensión: por un lado está la tendencia teórica hacia el excepcionalismo geográfico, vinculada al desarrollo del positivismo y fundamentada sobre la idea de que la geografía se ocupa básicamente de problemas relativos al espacio. Por el otro, encontramos una corriente historicista que, en mayor o menor medida, ha considerado al tiempo como una variable geográfica fundamental.²⁸

Actualmente, en las ciencias sociales en general, los excepcionismos están en franca decadencia. El “giro espacial” que se ha dado en la historia, la sociología, o la antropología, ha tenido profundos efectos sobre estas formas de entender el mundo. La idea de que hoy en día “profetizar es una cuestión geográfica más que histórica”,²⁹ no suena en lo absoluto descabellada. Más allá de considerar la geografía como el escenario de la historia en un sentido estrecho, “los historiadores han desarrollado una perspectiva mucho más amplia de la geografía, la cual abarca los conceptos de ambiente, espacio y lugar”.³⁰

Un proceso convergente a este “giro espacial” se ha ido configurando, paulatinamente desde el siglo XIX, en el pensamiento geográfico. La consolidación de la geografía histórica a partir del segundo tercio del siglo XX, así como la confección intelectual de conceptos como el del “cambio geográfico”, elaborado por Andrew H. Clark en 1960,³¹ son sintomáticos del creciente acercamiento epistemológico entre geografía e historia. Hoy en día se ofrecen cursos de análisis *espacio-temporal* en los departamentos de geografía de las universidades alrededor del mundo y hay cada vez más programas informáticos para el análisis de datos geográficos que ofrecen la posibilidad de trabajar con variables temporales para generar visualizaciones diacrónicas de información geográfica.

Aunque el entusiasmo por el acercamiento entre el pensamiento geográfico y el histórico es pregonado contundentemente por los científicos sociales contemporáneos de diversa

²⁸ En el libro antes citado de Horacio Capel se desarrolla en extenso un análisis histórico en torno a esta polémica epistemológica al interior de la geografía que se desarrolló entre los historicistas y sus detractores.

²⁹ Karl Schlögel, *En el espacio leemos el tiempo. Sobre historia de la civilización y geopolítica*, (Madrid, Siruela, 2007), 54.

³⁰ Alan Baker, *Geography and History: Bridging the divide*, (Cambridge, Cambridge University Press, 2003) 16.

³¹ *Ibid*, 29.

filiación disciplinar, éste no es un proceso nuevo, en todo caso lo que resulta novedoso es el ambiente de consenso en torno a la valoración positiva de dicho encuentro epistemológico.

Los trabajos generados por la Escuela de Los Anales, o lo escrito por E. Reclus “La Geografía es la Historia en el Espacio, lo mismo que la Historia es la Geografía en el Tiempo”,³² representan grandes ejemplos del anhelo, existente desde hace varias décadas, por conciliar dos perspectivas distintas del mundo.

Este fluctuante acercamiento entre el pensamiento histórico y el geográfico se ha desarrollado en un contexto más amplio, histórica y conceptualmente hablado, en el cual las ciencias naturales en general se han aproximado a compartir los objetivos fundamentales de la historia entendida como “la ciencia del cambio”, según la definiera Marc Bloch.³³

La cartografía puede ser utilizada como evidencia contundente de este proceso en el cual una conciencia histórica invadió gradualmente la interpretación de la realidad. Algunos mapas dan testimonio de este cambio filosófico más amplio, mediante el cual “la biología y la geología empezaron a asemejarse a la historia en su interés por los procesos de cambio y los efectos consecutivos del tiempo.”³⁴

La representación cartográfica del movimiento: secuencia y yuxtaposición

Existe una noción ampliamente difundida en el ámbito de la historia de la cartografía en cuanto al hecho de que existe cierta información que tiene una vocación natural para ser transmitida mediante un lenguaje secuencial y otra (aquella que tiene que ver con la naturaleza espacial de la realidad) que resulta más asequible para el entendimiento si se presenta para su interpretación en un lenguaje visual y en un orden no establecido previamente. La información cartográfica pertenecería a este segundo grupo. En este sentido, se ha planteado que: “a diferencia de la información temporalmente estructurada como las narrativas, que pueden ser transmitidas secuencialmente, ya sea como discurso o

³² Elíseo Reclus, *El Hombre y la Tierra*, Tomo primero, (Barcelona, Editorial Escuela Moderna, 1906).

³³ David Arnold, *La naturaleza como problema histórico. El medio, la cultura y la expansión de Europa*, (México, Fondo de Cultura Económica, 2000), 43.

³⁴ *Ibid*, 31.

como música, la información espacial tendría que haber sido transmitida con dificultad por los primeros hombres”.³⁵

Esta dicotomía entre el tiempo sucesivo y el espacio, simultáneo y yuxtapuesto,³⁶ que aparentemente caracteriza a la realidad, constituye un elemento central en el pensamiento excepcionalista que se desarrolló durante los siglos XIX y XX en los campos de la Geografía y la Historia. Incluso para algunos entusiastas contemporáneos de una perspectiva en la que estas dos disciplinas se integran para producir una interpretación del mundo, la representación (gráfica, literaria, auditiva, etc.) de cualquiera de estas dos caras de la realidad resulta excluyente de la posibilidad de representar la otra. Ya dice K. Schlögel que: “Aunque uno sea bien escéptico de cualquier tipo de lógica, es bien visible que la narrativa histórica sigue otra «lógica» distinta que la espacial.”³⁷

A continuación, disertaremos en torno a un conjunto de mapas que, lejos de mostrar exhaustivamente el desarrollo de métodos cartográficos de representación del tiempo, constituye evidencia histórica del impulso por narrar espacialmente, de mostrar lo yuxtapuesto y lo secuencial mediante el lenguaje cartográfico, en una imagen del territorio. Con el análisis de los mapas que se presentan a continuación se pretende hacer evidente que históricamente se ha tratado de trasgredir la noción de que “uno no puede narrar un lugar, solamente puede darlo a ver”.³⁸

Los conceptos occidentales de naturaleza a través de las formas de representación cartográfica

Si bien es cierto que a partir de la Ilustración el pensamiento occidental desarrolló una “nueva sensación de naturaleza”,³⁹ sería falaz partir de la premisa de que antes de este

³⁵ Catherine Delano Smith, "Prehistoric maps and the History of Cartography", en John Brian Harley *et al.*, *History of Cartography*, Vol. I Capítulo II, (Chicago: Chicago University Press, 1987),45.

³⁶ Schlögel, *En el espacio leemos*, 52.

³⁷ *Ibid*, 53.

³⁸ *Ibid*, 54.

³⁹ Arnold, *La naturaleza como problema*, 24

“despertar” no existió una preocupación por pensar la naturaleza como un tema histórico, como el resultado de una serie de episodios sucesivos de transformaciones materiales de gran escala. Existe evidencia de que en la tradición intelectual de Occidente se ha formulado la pregunta filosófica en torno al comienzo y transformación de la naturaleza desde las etapas tempranas de la época clásica. Los testimonios que sobreviven hoy en día del pensamiento Tucídides y Empédocles son muestra de ello.⁴⁰

Sin embargo, el siglo XVII se caracteriza, frente a los siglos de predominio cultural del cristianismo que le precedieron, por la realización de una cantidad considerable de esfuerzos intelectuales cuyo objetivo era el de la datación de los orígenes del mundo. El debate entre las corrientes de los cronologistas y los eternalistas,⁴¹ es sumamente representativo de ello. Por un lado, los cronologistas basándose en documentos antiguos provenientes de distintas tradiciones culturales (aunque con una marcada predilección por la Biblia), aseguraban que el mundo había tenido un origen, y que para determinar el momento en el que éste habría acaecido, bastaría con hacer una investigación documental lo suficientemente profunda para que despejase cualquier duda. Por otro lado, los eternalistas argumentaban, apoyándose fundamentalmente en el pensamiento de Aristóteles, que el mundo no había tenido principio, y que el hombre no había sido creado.⁴² La discusión entre cronologistas y eternalistas es ilustrativa del profundo interés por el pasado de la naturaleza, y también de una gradual secularización del pensamiento europeo.

Las postrimerías del siglo XVII son también el periodo en el cual los fósiles, llamados por Robert Hooke “los documentos de la naturaleza”,⁴³ empiezan a cobrar cada vez mayor protagonismo en el nuevo pensamiento científico occidental. Poco a poco, emerge la visión histórica de los naturalistas modernos, la cual utiliza como fuente fundamental a la naturaleza misma, diferencia radical con respecto al pensamiento de cronologistas y eternalistas por igual.

⁴⁰ Stephen Toumlin, *El descubrimiento del tiempo*, (Madrid, Editorial Paidós, 1990),.7

⁴¹ Martin Rudwick, "Geologist's Time. A Brief History" en Kristin Lippincott *et. al*, *The Story of Time*, (Londres: Merrel Publishing, 1999), 250

⁴² *Ibidem*.

⁴³ *Idem*, 251.

Durante el siglo XVIII las estrategias explicativas de los naturalistas se fueron alejando cada vez más de una visión antropocéntrica de la historia del mundo, los trabajos de Buffon, Vico, y Werner y Hutton⁴⁴ son muestra de este proceso que se desarrollaba dentro de la “República de la ciencia”.

El tránsito del siglo XVIII al XIX estuvo marcado por los debates en torno a los agentes de cambio que alteran, lenta pero constantemente, la realidad material estudiada por los naturalistas de la época. En este contexto, William Smith desarrolla la estratigrafía, técnica que contribuyó enormemente a “convertir a la geología en una ciencia histórica”.⁴⁵

Probablemente no encontraremos evidencia más ilustrativa de que “la primera rama de la ciencia natural que se hizo genuinamente histórica fue la geología”,⁴⁶ que *Los Principios de Geología* de Charles Lyell.⁴⁷ El capítulo primero del tomo I comienza contundentemente:

La Geología es la ciencia que investiga los cambios sucesivos que han tenido lugar en los reinos orgánicos e inorgánicos de la naturaleza: se pregunta por la causa de estos cambios y la influencia que han ejercido en modificar la superficie y estructura externa de nuestro planeta.⁴⁸

Este texto tuvo una gran trascendencia en el desarrollo de la ciencia moderna. Entre otras cosas, fue una influencia fundamental para Darwin en el proceso intelectual que lo habría de llevar a escribir *El origen de las especies*. En *Principios de Geología*, Lyell expone el concepto de ‘tiempo geológico’ o ‘tiempo profundo’ como una categoría central para entender y explicar la historia de la Tierra, demostrando, como nunca antes se había hecho, la madurez de una concepción histórica de la naturaleza en el ámbito de las ciencias naturales.

El desarrollo temprano de la geología y la adopción de una perspectiva histórica entre naturalistas y científicos modernos ha sido profusamente estudiado y elocuentemente

⁴⁴ Toumlin, *El descubrimiento*, 148.

⁴⁵ *Ibid*, 148.

⁴⁶ *Ibid*, 138.

⁴⁷ Disponible para su lectura en : <http://onlinebooks.library.upenn.edu/webbin/gutbook/lookup?num=33224>

⁴⁸ Charles Lyell, *Principles of Geology or The Modern Changes of the Earth and its Inhabitants Considered as Illustrative of Geology*, (New York: Appleton & Co, 1854) 2. Disponible en: <http://www.gutenberg.org/files/33224/33224-h/33224-h.htm>

planteado por múltiples autores. Lo expuesto hasta ahora es pertinente para los fines de este trabajo en la medida en que nos sirve para contextualizar cómo es que la cartografía se convirtió en una herramienta para representar el cambio en el tiempo y no únicamente en el espacio.

En este sentido, se puede decir que las ideas de Lyell tuvieron un efecto transformador en la técnica cartográfica. Esto se hace manifiesto en *Un mapa del Vesubio* [Fig. 7], elaborado por el multifacético geólogo británico John Auldjo en 1831, un año después de la publicación de los *Principios de Geología*. En este mapa se representan, con distintos tonos, los flujos de material incandescente arrojados por el Vesubio en erupciones sucesivas desde 1631

Auldjo habría de publicar en 1832, un año después de la aparición de su *Mapa del Vesubio*, un libro titulado *Esbozos del Vesubio*, en el cual, además de dar cuenta de una expedición realizada por él mismo al volcán, hacía una detallada semblanza de la historia evolutiva del Vesubio desde la antigüedad hasta sus días. Una evidencia significativa de que el pensamiento de Lyell pudo tener influencia sobre Auldjo está en el hecho de que éste último cita a Lyell en su libro.⁴⁹

⁴⁹ Auldjo p. 28

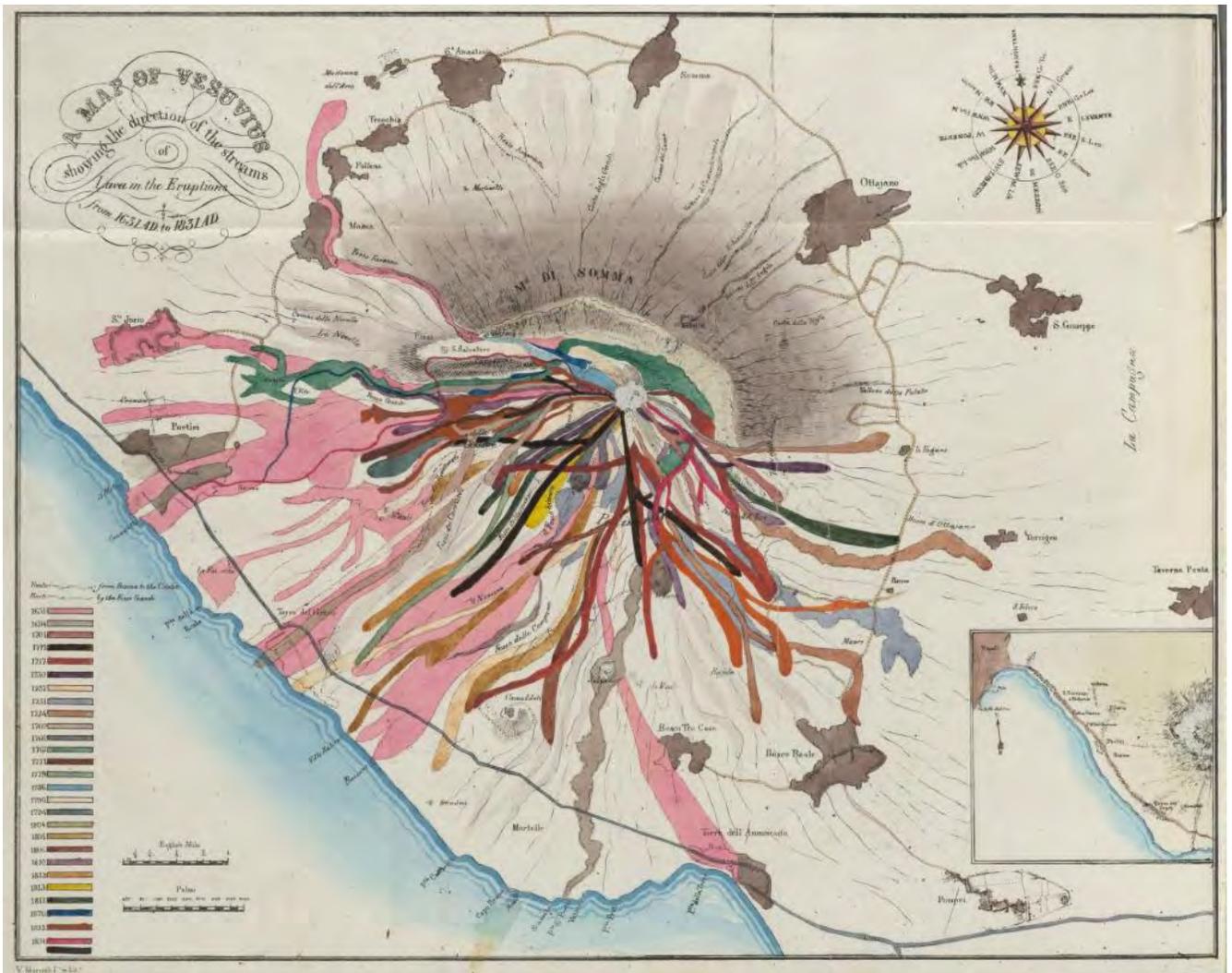


Figura 7. Mapa elaborado por J. Auldjo *A Map of Vesubius showing the direction of the streams of laava in the Eruptions from 1631 A.D to 1831 Ad.* Fuente: <http://mapdesign.icaci.org/2014/07/mapcarte-192365-map-of-vesuvius-by-john-auldjo-1832/> el 8 de julio de 2016

El mapa del Vesubio transmite efectivamente una noción de tiempo prolongado que poco tiene que ver con la escala temporal de la experiencia humana. Esta idea de tiempo profundo, hecha explícita en el mapa en cuestión, contrasta con representaciones cartográficas elaboradas anteriormente, en las cuales, la idea de cambio está representada, pero el tiempo es visto de manera cíclica y no lineal. Un ejemplo de este tipo de representación cartográfica del tiempo cíclico es el conocido mapa de los lagos de la cuenca de México elaborado en 1776 por Joaquín Velázquez de León que se muestra a continuación [fig. 8] (el nombre completo del mapa es: *CARTA TOPOGRAFICA QUE*

COMPRENDE EL TERRENO CONDVCENTE A LA INTELIGENCIA DEL EXTRAVIO DEL RIO DE Quautitlan, que actualmente se haze por el canal de Huehuetoca, y los proyectos del Desague General de la Laguna de MEXICO, ya se sabe por el dho. Canal, o por el rio de Tequizquiac que de órden del Exmo. Sor. Bailo Frey Don / Antonio María de Bucareli y Ursua Virrey de esta N. ESPAÑA &c. dirigida á los Sres. Prior, y Consules del Real Tribunal del Consulado dn. Fernando Collantes, dn. Jose Fernández de Zeballos, y dn. Franco Bazo Ibañez, / y a expensas de dicho Rl. Tribunal y con asistencia de dos de sus Diputados dn. Jose Gonzalez Calderon Caballero de orñ. De Santiago y dn. Antonio Barroso y Torrubia, se contruyó por dn. Joachin Velazquez de Leon Cathedratico propietario qe. ha sido i Profesor Rl. Y Publico de las Mathematicas en esta Real Universidad. Delineado pr. d. Jose Burgaleta Agrimensor Geometra qn. acompaño a el autor en todas las operaciones. Año de 1774.)⁵⁰. En dicho mapa se observa el cambio en las superficies que ocupan los lagos de la cuenca según la época del año. En un tono verde oscuro está representada la superficie ocupada por estos cuerpos de agua en la época seca del año, y en un tono verde claro las dimensiones de los lagos en temporada de lluvias.

Aquello de que la experiencia que el hombre obtiene de “la naturaleza y los procesos orgánicos lo llevan a esperar la recurrencia e incluso a pensar en el tiempo como algo cíclico (lo cual es particularmente verdadero para las culturas primitivas y prehistóricas)”⁵¹ se hace explícito en el mapa de Velázquez de León. Probablemente el hecho de que la cartografía que representa procesos cíclicos ‘cortos’ anteceda en la historia de la cartografía occidental a aquella en la cual son ilustrados procesos de largo aliento, esté asociado al cambio de paradigma que se dio en el pensamiento de los naturalistas entre el momento de la publicación del mapa de Velázquez y el de Auldjo. Al comparar ambos planos nos percatamos de que en el mapa de este último se hace referencia a una noción de tiempo lineal y prolongada, mientras que, en el primero, es notable la intención de hacer evidentes los cambios ambientales cíclicos que se repiten incesantemente en la experiencia humana.

⁵⁰ Roberto Moreno de los Arcos, *Joaquín Velázquez de León y sus trabajos científicos sobre el Valle de México, 1773-1775*, (México: UNAM-IEE, 1975) 368

⁵¹ Ernst Gombrich, , “The History of Anniversaries: Time, Number and Sign ” en K. Lippincott, *et. al.*, *The Story of Time*, (Londres, Merrell Publishers,1999),241



Figura 8. *LA INTELIGENCIA DEL EXTRAVIO DEL RIO DE Quautitlan*, que actualmente se haze por el canal de Huehuetoca, y los proyectos del Desague General de la Laguna de MEXICO, ya se sabe por el dho. Canal, o por el rio de Tequizquiac que de orden del Exmo. Sor. Bailo Frey Don / Antonio María de Bucareli y Ursua Virrey de esta N. ESPAÑA &c. dirigida á los Sres. Prior, y Consules del Real Tribunal del Consulado dn. Fernando Collantes, dn. Jose Fernández de Zeballos, y dn. Franco Bazo Ibañez, / y a expensas de dicho Rl. Tribunal y con asistencia de dos de sus Diputados dn. Jose Gonzalez Calderon Caballero de orñ. De Santiago y dn. Antonio Barroso y Torrubia, se contruyó por dn. Joachin Velazquez de Leon Cathedratico propietario qe. ha sido i Profesor Rl. Y Publico de las Mathematicas en esta Real Universidad. Delineado pr. d. Jose Burgaleta Agrimensor Geometra qn. acompaño a el autor en todas las operaciones. Año de 1774. De Joaquín Velázquez de León. *Mapoteca Manuel Orozco y Berra.*

Otros mapas que precedieron al de Auldjo, como aquellos producidos por William Smith o Georges Cuvier sugieren, con sutileza, una perspectiva histórica de la naturaleza, sin embargo, esta cartografía no hace explícito el carácter temporal de los elementos que contiene, mientras que produce un marcado énfasis en las características geológicas de los territorios que muestra. En contraste, Auldjo configuró una imagen en donde la temporalidad definió la tematización y es el atributo que distingue a los elementos del mapa.

En un contexto histórico en el cual las imágenes que evocaban el tiempo recurrían generalmente a la alegoría, como en el caso de la pintura, o a las gráficas cartesianas y series de tiempo al estilo de William Playfair [fig. 9],⁵² el mapa de Auldjo resulta una novedosa anomalía.

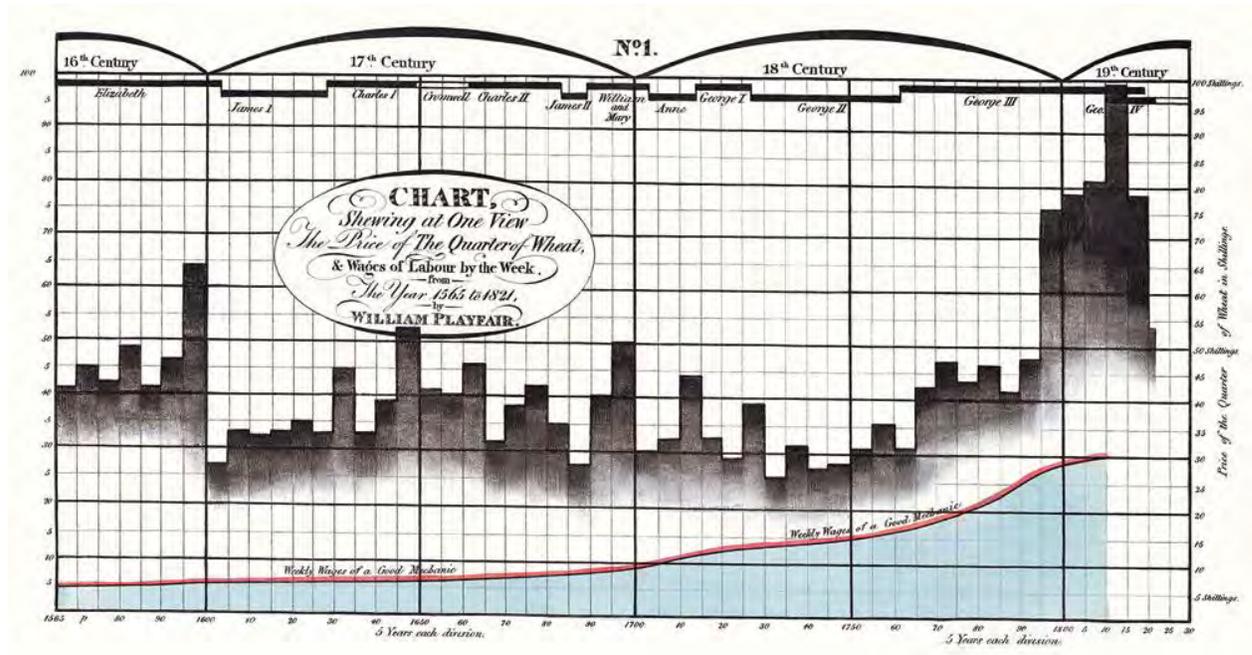


Figura 9. Gráfica elaborada por William Playfair en 1821, Fuente: <http://www.sci.utah.edu/~kpotter/Library/Papers/eaves:1990:WP/> el 10 de diciembre de 2016.

A lo largo de los siglos XIX y XX, las ideas científicas en torno al carácter histórico de la naturaleza se fueron sofisticando y haciendo más complejas, y lo mismo sucedió con las representaciones cartográficas que buscaban representarlas.

Los métodos de explicación geográfica se complejizaron, particularmente a raíz de la aparición de la teoría del “ciclo geográfico” propuesto por William Morris Davis en 1899. Conceptos como el de ‘tiempo’, ‘proceso’ y ‘cambio’ fueron centrales en la paradigmática obra del geógrafo estadounidense. Así fue que se desencadenó un vertiginoso desarrollo en la geografía física y la geomorfología que sigue su curso hasta nuestros días. La evolución

⁵² Friendly, p 21. Michael Friendly, *Milestones in the history of data visualization. A case study in statistical historiography*, (Nueva York, Springer, 2006), 21.

de estas nuevas perspectivas en geografía física tuvo su correlato en el ámbito de la cartografía.

Muestra de lo dicho anteriormente es el conjunto de cartas elaborado en 1944 por el estadounidense Harold Fisk. En el marco de la elaboración de una *Investigación geológica de valle aluvial del bajo Río Mississippi*, cuyo reporte fue publicado en ese mismo año, Fisk se dio a la colosal tarea de mapear el cambio morfológico del Mississippi desde el sur de Illinois hasta su desembocadura en el Golfo de México en un conjunto de 44 cartas. Su obra destaca no solamente por su monumentalidad, sino también por haber sido construida a partir de la utilización de fotografías aéreas secuenciales de un mismo territorio, y otras fuentes histórico-cartográficas.

En la cartografía de Fisk se hacen explícitos de manera armónica, cuatro momentos definidos de la historia geomorfológica del curso del río. Están representados en diferentes tonalidades, los cursos de 1765, 1820, 1850, y el de 1944 que, en el momento de la elaboración de los mapas, era el curso presente. Fisk logró mostrar la dinámica morfológica de un elemento geográfico utilizando únicamente dos dimensiones logrando dar cuenta del cambiante comportamiento espacio-temporal. [fig. 10]

El trabajo de Fisk es una suerte de palimpsesto cartográfico que destaca, además de por su evidente relevancia como obra de la geomorfología fluvial, por su diseño cartográfico y el manejo de los atributos espacio-temporales del territorio representado.

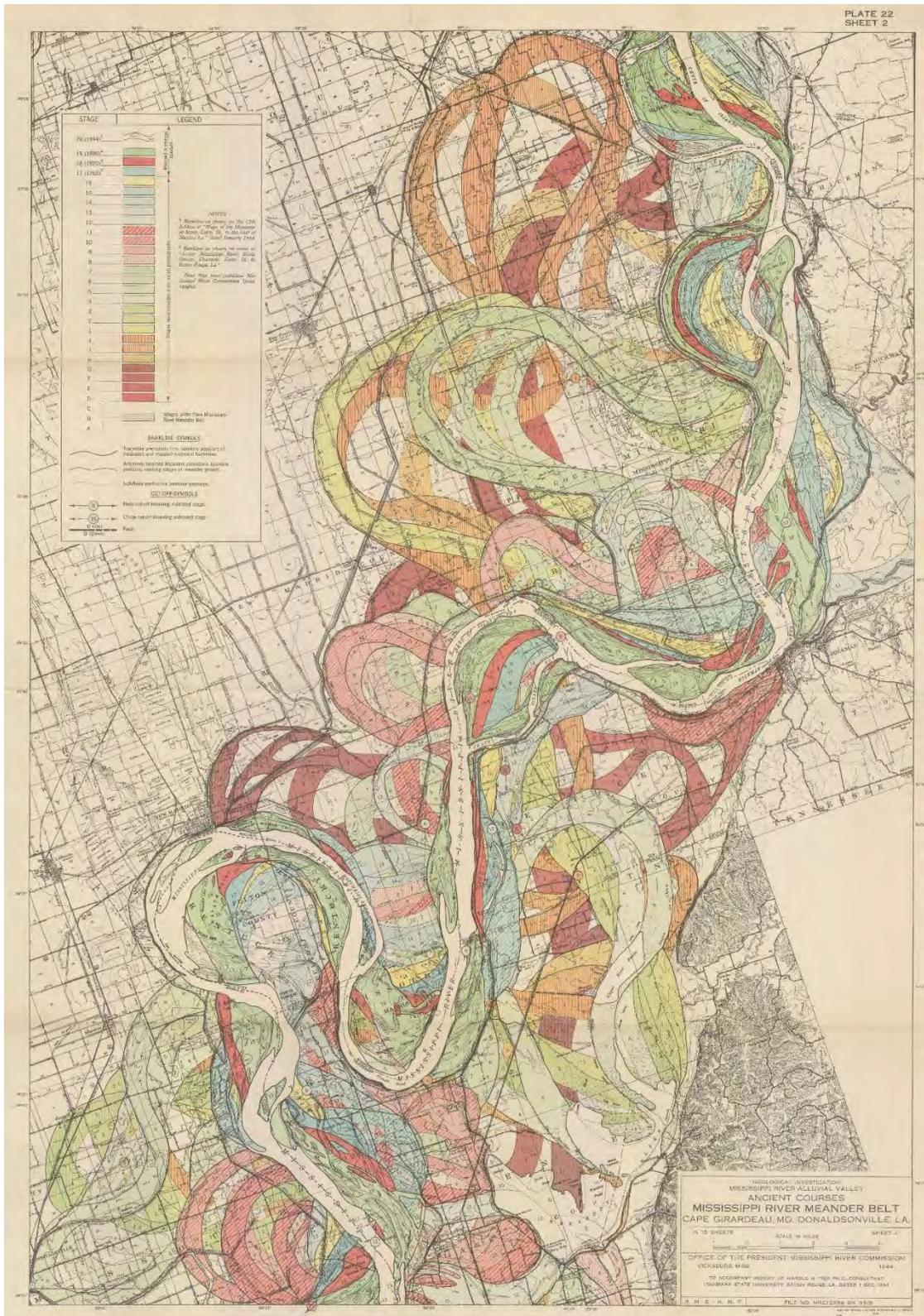


Figura 10. Una de las cartas que integran el reporte *Geological Investigation of the Alluvial Valley of the Lower Mississippi River* Elaborado por R. Fisk. Fuente: <http://www.radicalcartography.net/index.html?fisk> el 10 de diciembre de 2016.

En el ámbito de las ciencias de la Tierra, en el que debe encuadrarse la tarea de Fisk, la segunda mitad del siglo XX se caracterizó por una creciente adopción de los principios axiomáticos que consideraban al tiempo un elemento indispensable para el entendimiento de nuestro planeta. La realización, en 1989, del Primer Simposio Internacional en Geodesia tetra-dimensional, celebrado en Sydney, es evidencia de que la comunidad de científicos planetarios se acercaba al consenso en lo que respecta a la adopción de una perspectiva tetra-dimensional de la naturaleza.⁵³

Como hemos visto hasta ahora, el desarrollo de una conciencia histórica dentro del pensamiento científico occidental fue un factor importante en la búsqueda por hacer un uso del lenguaje cartográfico que permitiese representar procesos diacrónicos. Cambios culturales de otra índole que se estaban dando de forma paralela a las revoluciones de los naturalistas tuvieron también efectos profundos en el pensamiento y la acción de algunos cartógrafos que buscaron mediante nuevas estrategias, representar el tiempo y el cambio en sus mapas.

El concepto de flujo

Durante el siglo XIX acaeció en la sociedad occidental una profunda transformación cultural derivada de la Revolución Industrial. Parte fundamental de esta transformación fue “la reorientación de la cultura y el pensamiento occidental en lo que respecta a la concepción del tiempo y del espacio”⁵⁴, asociada estrechamente a la emergencia de un conjunto de tecnologías entre las que destaca la locomoción motorizada.

Esta relativización de la forma de percibir e interpretar la realidad se ha expresado, culturalmente hablando, de muy diversas maneras. El desarrollo de las geometrías no

⁵³ K. Fritz Brunner, *et al.*, *Developments in Four Dimensional-Geodesy. Selected papers of the Ron S. Mather Symposium on Four-Dimensional Geodesy*, (Sydney, Australia: Berlin, March 28-31, 1989) 1

⁵⁴ Stephen Kern, *The culture of time and space. 1800-1918*, (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1983). 6.

euclidianas, el futurismo italiano o el cubismo, la aparición del *ragtime* o de la poesía simultánea,⁵⁵ han sido considerados como síntomas de este proceso.

En el ámbito de la cartografía, podemos decir que este cambio cultural tiene su correlato en la resignificación de símbolos históricamente utilizados por los cartógrafos para componer sus mapas. Nos referimos en particular a *la línea* que, en la década de los treinta del siglo XIX, comienza a ser utilizada por primera vez para representar al movimiento. Este símbolo elemental deja de ser solamente una forma de expresar límites territoriales, rutas o caminos. Por vez primera se concibe como una forma para expresar el cambio en el tiempo y en el espacio.

A continuación analizaremos someramente la que es considerada la primera manifestación de este proceso de resignificación cartográfica: una serie de siete mapas producidos por una comisión a cargo de Henry Drury Harness, un ingeniero militar inglés al cual la corona británica le encargó inspeccionar el estado de los servicios del transporte, particularmente el ferrocarril, en la Irlanda colonial, en 1837.⁵⁶

La colección de los mapas producidos por Harness y compañía se agrupa bajo el nombre de *Atlas que acompaña el segundo Informe de los Comisionados designados para examinar y recomendar un Sistema General de Ferrocarriles para Irlanda, presentado a las dos Cámaras del Parlamento por orden de su Majestad. HMSO. Dublín 1838.*⁵⁷ En cuatro de las siete cartas que componen el *Atlas* de Harness se hace un uso inédito de algunos símbolos cartográficos convencionales. Estas cuatro cartas pueden ser consideradas manifestaciones fundacionales de lo que Arthur Robinson, el célebre geógrafo y cartógrafo estadounidense, denominaría una “época dorada”,⁵⁸ en la que tuvieron lugar algunos de los progresos más relevantes en la historia cartográfica reciente. Dicha “época dorada” abarcó, desde la percepción de este autor, de 1835 a 1855,⁵⁹ periodo en que habrían de desarrollarse

⁵⁵ Kern, *The culture of time*, 7.

⁵⁶ Arthur Robinson, "The 1837 maps of Henry Drury Harness", *The Geographical Journal* no. 122 (New York, 1955), 438.

⁵⁷ La referencia a la obra con el título en inglés es: Drury Harness, Henry. 1838. *Atlas to accompany the second Report of the Commissioners appointed to consider and recommend a General System of Railways for Ireland, presented to both Houses of Parliament by command of his Majesty H.M.S.O. Dublin 1838.* Londres. Existen dos copias, una en el Museo Británico y otra en la Biblioteca del Congreso de Estados Unidos.

⁵⁸ Robinson, "The 1837 maps...", 440

⁵⁹ *Íbidem*

gran parte de los métodos y estrategias de representación visual que constituyen hoy los fundamentos de expresión cartográfica moderna.

Los mapas de Harness son, a decir de Robinson, los primeros en los que se aplica un conjunto de técnicas de representación de la información cuantitativa que llegaron a ser fundamentales en el lenguaje cartográfico actual. Estas técnicas son:

1. La utilización de círculos de tamaños graduados para representar la población.
2. La representación de la población urbana y de la población rural en el mismo mapa.
3. La representación dasimétrica de la densidad poblacional.
4. El uso de líneas de flujo para representar movimiento.⁶⁰

Para los fines que perseguimos con este trabajo nos interesa subrayar particularmente el último punto: “El uso de líneas de flujo para representar movimiento”.

Como se ha dicho párrafos arriba, la resignificación de símbolos cartográficos está enmarcada dentro de un proceso amplio de transformación tecnológica y cultural estrechamente asociada con el desarrollo temprano de técnicas que transformaron las nociones de espacio y tiempo. Es por esta razón que existía en las sociedades industriales de la época un impulso por *ver más*, visualizar imágenes en tres dimensiones, o de ser posible en cuatro. En este sentido, resulta significativo que el mismo año que se publicaban los mapas de Harness, Charles Wheatstone presentaba su novedoso invento: el estereoscopio,⁶¹ el cual permitía a los usuarios ver imágenes tridimensionales, y que, eventualmente se posicionaría como un instrumento importante en la construcción del conocimiento geográfico.

Más allá del contexto de transformación estructural de la sociedad occidental, uno podría hacerse en particular la pregunta: ¿por qué es en ese momento que en algo tan elemental para la cartografía como lo es la línea pasó a representar el movimiento? La aparición de semejante método de representación es sintomática de la emergencia de una forma particular de movimiento: la locomoción motorizada. Un movimiento lineal que se

⁶⁰ Robinson, "The 1837 maps...", 455.

⁶¹ Sergio Epelbaum, "Historia de la estereoscopia y sus aplicaciones", *Archivos de oftalmología de Buenos Aires*, Volumen 81, número 02 (Octubre-diciembre 2010) 63.

manifiesta a una escala territorial y a una velocidad nunca antes vista en épocas precedentes. Esta nueva dinámica se caracteriza por su magnitud en todos los sentidos. Estamos hablando, por supuesto, del ferrocarril.

Antes de la invención de la locomotora no existían flujos de personas o mercancías que se pudieran desplazar grandes distancias a mayor velocidad que la que puede alcanzar un carro jalado por animales de tiro. Dichos flujos no podían darse en la misma magnitud ni con la misma intensidad antes de la invención del tren.

La movilidad se volvía un tema para la cartografía al mismo tiempo que, en las sociedades industriales, se ponía a disposición de las masas un transporte sustancialmente más veloz y regular que cualquiera que lo hubiera precedido. La aparición del ferrocarril es frecuentemente considerada como un parteaguas en la historia de las compresiones espacio-temporales, de la reducción del tiempo que toma recorrer una distancia.

Si se comparan las velocidades máximas de los vehículos más rápidos existentes en distintos momentos históricos, se advierte que, si lo vemos desde las relaciones numéricas, entre 1500 y 1970 el mundo se ha hecho “60 veces más pequeño”.⁶² En esta historia la aparición del ferrocarril supone un punto de inflexión, a partir del cual, creció significativamente la velocidad de los transportes terrestres.

Drury ideó entonces un recurso para representar una nueva forma de dinámica territorial. El resultado de la utilización de esta nueva forma de representación fue el par de mapas de la serie dedicados al tema del transporte. En uno de estos mapas de flujos Harness representó, mediante una línea de grosor cambiante, la cantidad promedio de pasajeros que viajan en una dirección semanalmente. [fig. 11]

⁶² Barney Warf, *Time-space Compression. Historical Geographies*, (Nueva York: Routledge, 2008), 6.

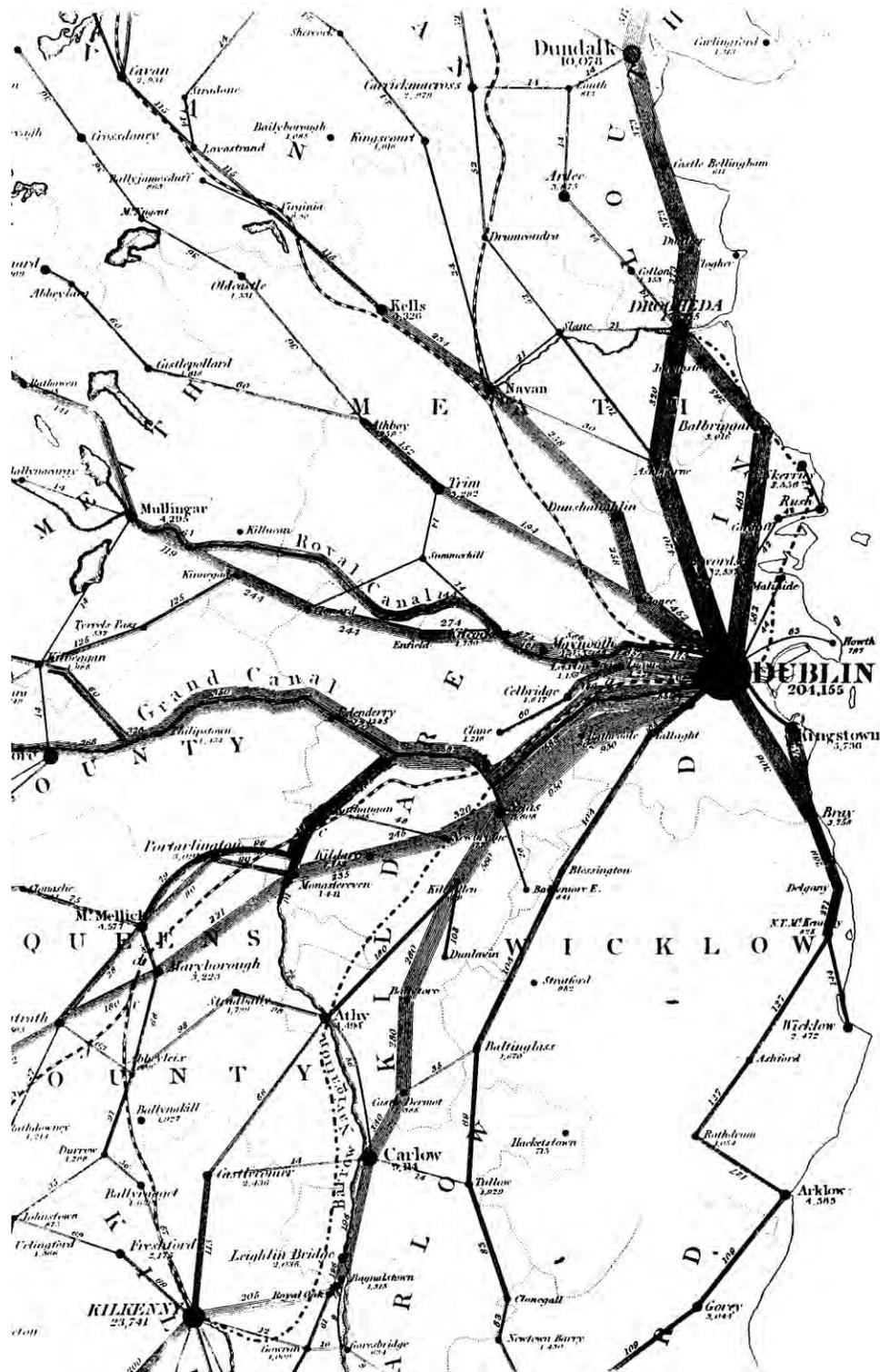


Figura 11. Detalle del mapa de flujos de Harness publicado en el *Atlas to accompany the second Report of the Comissioners appointed to consider and recomend a General System of Railways for Ireland*, presented to both Houses of Parliament by command of his Majesty H.M.S.O. Dublin 1838. Fuente: <http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/images/harness-flow.gif> el 10 de diciembre de 2016

Aunque el mapa es una imagen innovadora, no acaba por trascender la lógica prevaleciente en el seno de la geografía teórica de la primera mitad del siglo XIX, en lo que respecta a la valoración de que el problema clave de la geografía tendría que ser la “diferenciación del espacio en la superficie terrestre”.⁶³

Lo que Harness hizo en sus mapas de flujos es descomponer el fenómeno dinámico del transporte, pero a diferencia de Galileo o Auldjo, dio únicamente cuenta del carácter cambiante de los flujos en el espacio, no en el tiempo. Como podemos ver, no hay una variable temporal representada gráficamente, de hecho, el tiempo se utiliza como una constante que condiciona la variable a mapear que, en este caso, es la cantidad promedio de pasajeros *por semana*.

El uso de los símbolos cartográficos que hace Harness permite discernir al lector del mapa las diferentes magnitudes de los flujos en el espacio, mas no en el tiempo. Se podría decir que, pese a su naturaleza revolucionaria, los mapas de flujos de Harness buscaban explicar el tiempo mediante la “lógica espacial”, sin generar, a fin de cuentas, una narrativa espaciotemporal.

La aparición de las líneas de flujo en los mapas decimonónicos es representativa de la reconsideración social de los conceptos de espacio y tiempo, derivada del desarrollo de tecnologías para la movilidad que tuvo un efecto generalizado en la cultura del mundo industrializado. El flujo, entendido como una suerte de neologismo cartográfico, aparece al mismo tiempo que la *velocidad* comenzaba a hacerse de un lugar central en la sociedad occidental.⁶⁴

Flujos narrativos

Décadas después de la publicación del *Atlas* de Harness, empezarían a aparecer signos de un avance significativo en lo que respecta a la posibilidad de narrar cartográficamente. Es decir, vincular un tipo representación que tradicionalmente se asocia con la descripción del tiempo, como es la narrativa, con el tipo de representación que usualmente se asocia al espacio, como lo es la cartografía a través de la imagen.

⁶³ Capel, *Filosofía y ciencia*, 258

⁶⁴ Kern, *The culture of time*, 117.

El trabajo del célebre cartógrafo y diseñador visual Joseph Minard ha sido calificado positivamente y de manera consensuada entre aquellos que se han dedicado a estudiar su obra. Su producción está compuesta por representaciones armónicas de grandes cantidades de información. Él logró solucionar, de forma sencilla y elocuente, el problema de la representación simultánea de seis variables entre ellas la espacial la temporal en un mismo mapa.

Su obra de 1869, *Carta figurativa de las pérdidas sucesivas en hombres de la Armada francesa en la campaña de Rusia 1812-1813*, considerada por E. Tufte, “la mejor representación visual hecha jamás”,⁶⁵ representa “la catastrófica pérdida de vidas en el Gran Ejército Napoleónico. La disminución en el tamaño del ejército, inicialmente compuesto por 422,000 soldados (incluyendo conscriptos del imperio), es graficada mediante una línea que se adelgaza, superpuesta al mapa de Rusia, acabando con 10,000 tropas hacia el final de la campaña”.⁶⁶

Más allá de lo imponente de la obra por el contenido representado, nos interesa, dadas las características de nuestro trabajo, analizar cómo se soluciona el problema de la representación de la variable temporal. Así, un estudioso de su obra considera que:

El mapa de Minard, diseñado como una simplificación y abstracción de la realidad, combina puntos, líneas, símbolos areales, y texto. Estos símbolos representan objetos geográficos, como casas, ríos, o regiones administrativas. Tres componentes caracterizan cada objeto: locación, atributo, y tiempo.⁶⁷

Para mostrar gráficamente los atributos cronológicos de la situación del ejército napoleónico, Minard colocó un eje extra sobre el plano geográfico, dicho eje, se extiende de manera unidireccional de oeste a este, indicando el paso del tiempo y perpendicular a este eje se dispuso otro que señalaba las temperaturas registradas durante la campaña. [fig. 12]

⁶⁵ Michael Friendly , “Visions and Re-Visions of Charles Joseph Minard”, *Journal of Educational and Behavioral Statistics* Vol. 27, No. 1, (Spring 2002): 1

⁶⁶ *Ibidem*

⁶⁷ Menno-Jan Kraak, *Mapping Time: Illustrated by Minard's Map of Napoleon's Russian Campaign of 1812* (New York: ESRI Press, 2014) 2,.

Se podría decir que Minard encontró la manera de representar en dos dimensiones y en el mismo espacio visual las características espaciales y temporales de un fenómeno dinámico, aportando a la vez información para la comprensión del mismo.

Coordenadas temporales

El modelo de Minard para representar un proceso diacrónico, aunque altamente ingenioso e innovador, funciona únicamente cuando lo que se está tratando de hacer es plasmar un fenómeno que se desarrolla unidireccional o bidireccionalmente sobre una línea más o menos recta, espacialmente hablando. Si lo que estuviéramos tratando de hacer fuera representar la dinámica y los cambios morfológicos de algún rasgo del territorio o el movimiento circulatorio de algún objeto sobre la superficie de la Tierra, tendríamos que recurrir a otras estrategias. En este sentido resulta pertinente evocar la obra del geógrafo sueco Thorsten Hägerstrand, realizada más de un siglo después que la *Carta figurativa* de Minard.

Hägerstrand, influido en un principio por diversos trabajos sobre las dinámicas migratorias de las aves y por la teoría de la relatividad, se interesó en el concepto de espacio-tiempo. Así fue que aplicó algunas ideas de la concepción espacio-temporal de la realidad al estudio del comportamiento de los individuos desde una perspectiva geográfica, fundando así una corriente intelectual que habría de ser conocida como “geografía del tiempo”.⁶⁸ ¿Qué significa que una locación no tenga únicamente coordenadas espaciales, si no también coordenadas temporales?”,⁶⁹ se preguntaba Hägerstrand.

Dadas sus preocupaciones teóricas, se ocupó de buscar la manera de representar cartográficamente no sólo las coordenadas espaciales de un objeto dado, sino de hacerlo también para sus coordenadas temporales. Así fue que, en 1970, publicó su trabajo: *¿Qué*

⁶⁸ Gennady Andrienko, *et al.*, *Visual analytics of Movement*, (Berlín : Springer-Verlag, 2013) 34

⁶⁹ Thorsten Hägerstrand, “What about people in regional science?” *Papers of the regional science association*, vol. XXIV. (1970): 10.

hay acerca de las personas en la Ciencia Regional?,⁷⁰ ilustrado por una cartografía sumamente innovadora. [fig. 13]

Hägerstrand logró hacer una representación no únicamente de un momento aislado, lo que en el lenguaje de la teoría de la relatividad se denomina “evento”, es decir, un conjunto de tres coordenadas espaciales y una temporal, un punto en el espacio-tiempo. En contraste, el sueco consiguió hacer una representación de una sucesión de eventos, de un fenómeno dinámico.

Una sucesión de eventos puede ser descrita por lo que los físicos llaman una *línea de universo*, compuesta por las coordenadas espacio-temporales de eventos sucesivos. Se podría decir que Minard logró, a mediados del siglo XIX, representar cartográficamente una línea de universo, pero como ya señalamos el método de Minard es funcional únicamente en la medida en la que lo que se representa es un fenómeno dinámico recto, o cercano a la recta en el plano espacial.

La resolución del problema de la representación de un movimiento fue ejecutada al “colapsar el espacio tridimensional en un plano bi-dimensional o incluso en una *isla* unidimensional, y así usar el eje perpendicular para representar el tiempo”.⁷¹ A este canevá tetradimensional se le llamó “cubo espaciotemporal”.

Hägerstrand desarrolló incluso una notación para representar eventos o situaciones específicas, creando así un lenguaje gráfico sofisticado para la representación espacio-temporal de fenómenos territoriales.

⁷⁰ Hägerstrand, “What about people”, 7-21.

⁷¹ *Ibidem*.

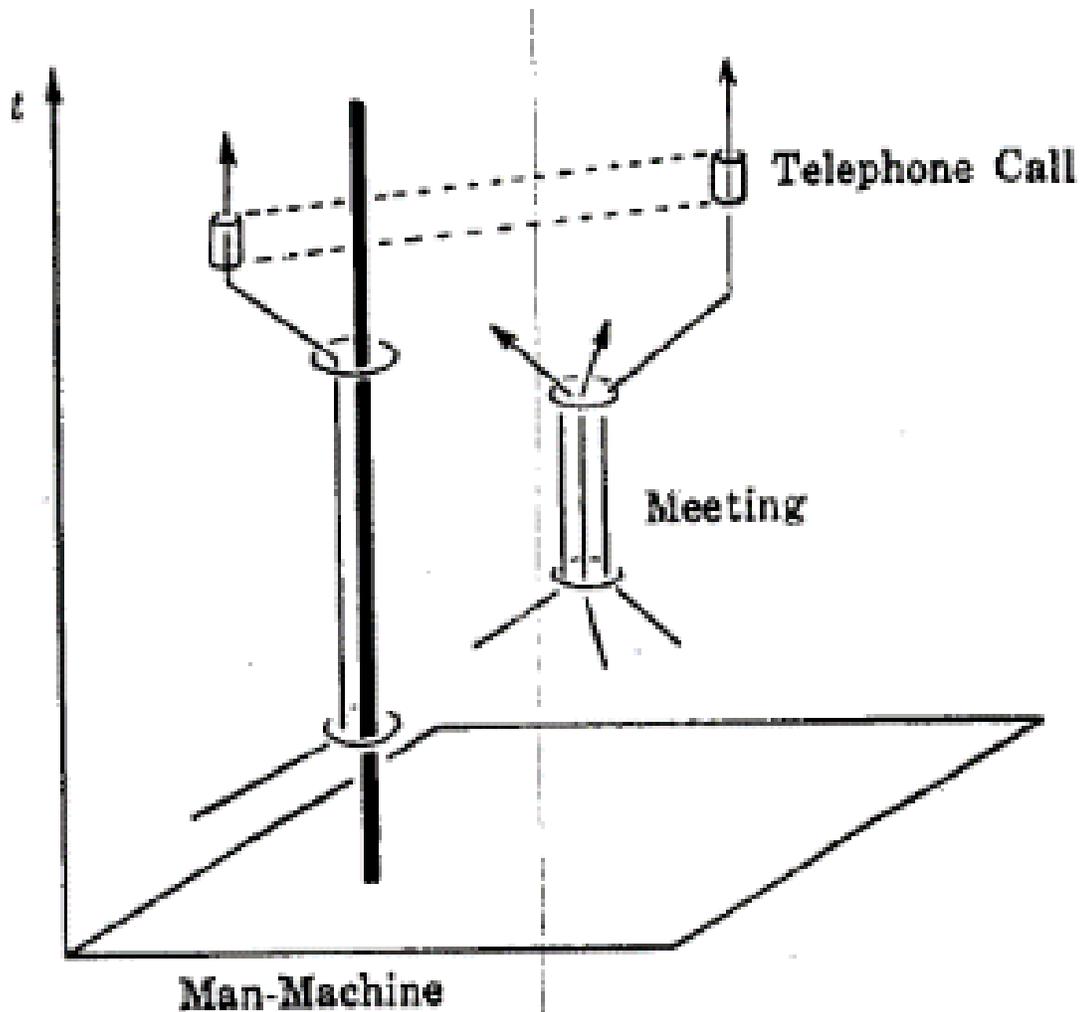


FIGURE 2. Grouping of Several Paths

Figura 13. Diagrama elaborado por Hägerstrand para ilustrar sus postulados. Tomado de T. Hägerstrand, *What about people in regional science?...*, p. 14

Eventualmente, entusiastas de las ideas de Hägerstrand sofisticarían más el lenguaje visual que éste creó. Hoy en día la geografía del tiempo y sus mapas se utilizan para el análisis de dinámicas sociales, fundamentalmente urbanas, y de su utilización se obtienen resultados significativos para la organización territorial y temporal de las ciudades. El lenguaje visual de la geografía del tiempo se ha vuelto una útil herramienta en la resolución de investigaciones criminales. En tiempos recientes, varias agencias de investigación forense, como la del condado de la ciudad de los Ángeles, han aplicado la visualización propuesta

por Hägerstrand para producir evidencia determinante en juicios por desapariciones y asesinatos mediante el uso de programas informáticos especializados como *GeoTime*.⁷²

Al visitar el célebre mapa de Minard mediante el lenguaje cartográfico desarrollado por Hägerstrand, Menno-Jann Kraak,⁷³ arroja luz sobre el contraste entre las dos propuestas cartográficas. [fig.14]

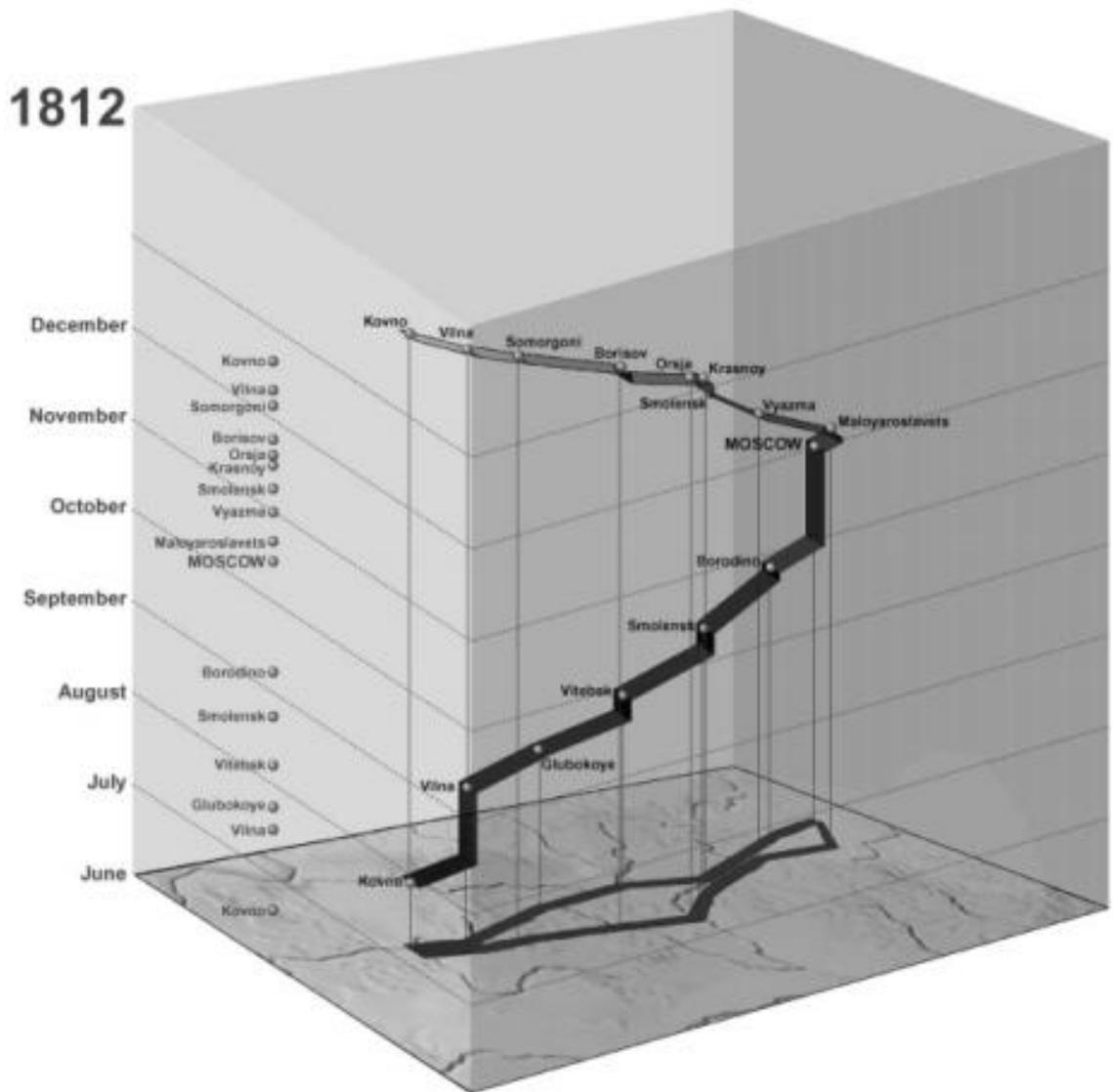


Figura 14. Reproducción del mapa de Minard con el método de representación de la geografía del tiempo. Kraak, 2014

⁷² Más información al respecto en: <https://geotime.com/wp-content/downloads/case-studies/GeoTime-LA-CLEAR2013.pdf>

⁷³ Kraak, *Mapping time*, 5.

Desarrollo conceptual y tecnológico presente

Hasta aquí hemos visto cómo los desarrollos cartográficos en aras de una representación del tiempo han estado fundamentados sobre la base de innovaciones conceptuales más que tecnológicas. La revolución cartográfica iniciada por personajes como Auldjo o Harness, fue una revolución en cuanto a la resignificación de los símbolos visuales, en cuyo desarrollo intrínseco poco o nada tuvieron que ver los avances tecnológicos relacionados con la técnica cartográfica.

Sin embargo, así como sucedió con el desarrollo de la visualización de información científica en el sentido más amplio, las imágenes del territorio pueden ofrecer posibilidades cognitivas superiores gracias al desarrollo tecnológico de las herramientas de registro y representación del cambio espacio-temporal.

El advenimiento de las tecnologías informáticas ha dado lugar al surgimiento de nuevas posibilidades de visualización cartográfica que, a su vez, establecen condiciones favorables para subsecuentes avances conceptuales en relación a la representación del cambio espacio-temporal. Ejemplo de este círculo virtuoso es el trabajo desarrollado por Sébastien Caquard, de la Universidad de Concordia en Montreal, quien en tiempos recientes ha trabajado en torno a la representación cartográfica de relatos cinematográficos e historias de vida de migrantes mediante herramientas cibercartográficas. En el marco de estos esfuerzos, Caquard desarrolló un conjunto de símbolos cartográficos, mediante los cuales es posible representar la espacialidad y la temporalidad de historias personales sobre un mapa, a la vez que se da cuenta de atributos no espaciales, y a menudo intangibles o efímeros, propios de las narrativas representadas. [fig. 15]

La “unidad espacio-temporal” es probablemente el elemento más representativo del lenguaje cartográfico desarrollado por Caquard. Se trata de un conjunto de círculos concéntricos cuya posición corresponde al lugar en el que se encuentra el protagonista de la historia cartografiada. El tamaño del círculo en cuestión es directamente proporcional al tiempo que el protagonista permanece en un determinado lugar. El carácter emocional, o algún otro atributo no espacial, de la experiencia narrada es representado mediante una

variación de colores. La utilización de este lenguaje cartográfico puede dar como resultado un mapa, en el cual, un conjunto de círculos concéntricos conectados mediante flujos que expresan distintas variables además de la espaciotemporal ya que, a su vez, narran una historia compleja de manera clara. Ciertamente, estamos ante una innovación conceptual trascendente en el terreno de la representación cartográfica del tiempo.

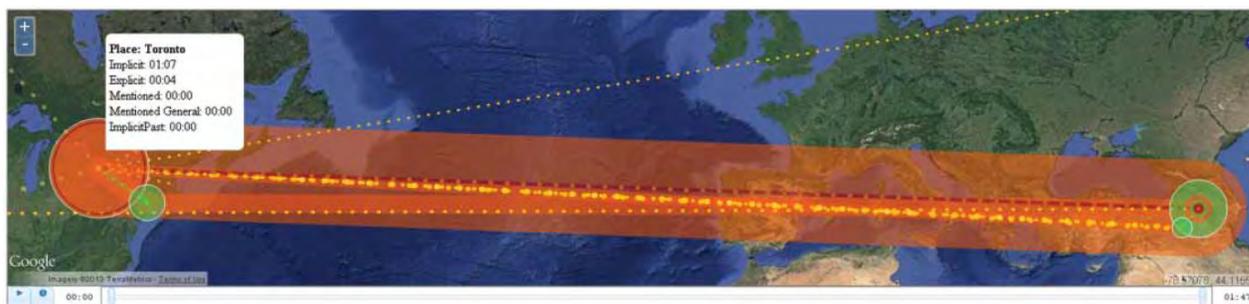


Figura 15. Fuente: *How can we map stories? A cybercartographic application for narrative cartography*. (Caquard, 2013)⁷⁴

Como podemos ver, el uso de multimedia, que caracteriza a la cibercartografía es un recurso importante cuando se quiere generar una narrativa cartográfica. Lejos de inhibir su desarrollo, los avances tecnológicos han favorecido las innovaciones conceptuales en la semiótica cartográfica.

Hasta aquí hemos visto cómo la producción de narrativas cartográficas espacio-temporales se empezó a practicar sobre mapas “estáticos” varias décadas antes de la aparición del lenguaje de las imágenes en movimiento. Dicho desarrollo ha seguido su curso hasta el día de hoy.

Con la aparición del lenguaje de las imágenes en movimiento surgieron los mapas animados basados en modelos y bases cartográficas que desde finales del siglo XIX aparecen con frecuencia en los medios audiovisuales.

Desde que el reconocido astrónomo y difusor de la ciencia Camille Flammarion presentó en 1897 ante la Sociedad Astronómica Francesa las tomas por él realizadas de un modelo de la

⁷⁴ Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/271927529> How_can_we_map_stories_A_cybercartographic_application_for_narrative_cartography

Tierra desde una perspectiva sinóptica⁷⁵ hasta el presente, los mapas animados han sido utilizados para ilustrar toda clase de procesos dinámicos en documentales, películas de difusión, noticieros, y toda clase de contenidos basados en la imagen en movimiento.

Un ejemplo temprano y notable del uso de mapas animados es aquel que se encuentra en el documental de 1937 “Tierra de España”, dirigido por Joris Ivens y narrado por E. Hemingway, en el cual se representa el desplazamiento de los frentes de combate en las cercanías de Madrid en el contexto de la guerra civil española mediante flujos cartográficos animados.



Fotograma de un mapa animado en “Tierra de España” de Joris Ivens, 1937.

Por otro lado, en el ámbito de la meteorología se han desarrollado, desde principios del siglo XX, sofisticados mecanismos de representación de la dinámica atmosférica mediante el uso de cartas. Con el desarrollo de la computación, acaecido a partir de la segunda mitad del siglo XX, los meteorólogos empezaron a generar modelos dinámicos o mapas animados de los flujos atmosféricos, los cuales han probado ser de mucha importancia en el desarrollo de esta disciplina científica. Es frecuente ver el uso ilustrativo que se les da a modelos semejantes en los noticieros televisivos.

⁷⁵ Tosi, *El cine antes de*, 277.

El desarrollo de las tecnologías informáticas ha generado un incremento sustancial en la producción y visualización de mapas animados.

A continuación habremos de analizar un tipo de imagen en movimiento del territorio que se diferencia a los mapas animados antes descritos. Un tipo de imagen en movimiento que, al igual que muchos modelos meteorológicos, está basado en la imagen satelital, pero que se distingue frente a los mapas animados que le preceden por el tipo y la complejidad de los procesos socio-territoriales registrados y representados, la periodicidad de los mismos y la fidelidad de las imágenes con respecto a la realidad.

En el siguiente capítulo se disertará con detenimiento en torno a la posibilidad de representar fenómenos y procesos territoriales mediante esta nueva forma de uso de la imagen en movimiento.

CAPITULO III. Técnica y representación de la imagen en movimiento para la geografía contemporánea. Proyecto *Timelapse*, un caso de estudio.

El lenguaje de las imágenes en movimiento y el cambio territorial



Detalle de un fragmento de la secuencia cronofotográfica que ilustra la desaparición del glaciar del volcán Popocatepetl, 1992-1998. Fuente: <http://world.time.com/timelapse/>

Trataremos ahora con detenimiento una forma particular de visualización de los fenómenos dinámicos sobre el territorio, el lenguaje de las imágenes en movimiento, una tecnología que por sus características formales ofrece nuevas posibilidades cognitivas en el análisis geográfico. Como ya hemos dicho, se ha elegido como objeto de estudio una serie de imágenes animadas de reciente aparición que constituyen uno de los primeros casos del uso del lenguaje de las imágenes en movimiento para representar, mediante fotografías satelitales, los procesos de cambio sobre la superficie terrestre.

En primera instancia resulta complicado referirse de forma coloquial al objeto de estudio que habremos de llevar a cabo en este capítulo. La dificultad radica en el hecho de que se trata de un producto inédito tanto por algunas características formales como por su contenido. El hecho de que estas “películas” hayan sido producidas en el mundo anglosajón

supone además un obstáculo para trabajar con términos que nos permitan referirnos a ellas en nuestro idioma. Sin embargo, las dificultades arriba planteadas pueden ser sorteadas sin mayor contratiempo si se establece una breve precisión lexicológica.

Las secuencias de imágenes a las que habremos de referirnos en este capítulo surgieron como resultado de un proyecto colaborativo que daría inicio en el año 2009, cuya finalidad fue la de elaborar una serie de “mini-películas para el uso de gobiernos e investigadores alrededor del mundo”,⁷⁶ que fueran representativas de cambios territoriales dramáticos, trabajo denominado *Time-Lapse proyect*. Dicho proyecto, llevado a cabo por la NASA, Google, la Universidad de Maryland y la revista *Time* (que se encargó de la publicación y mediatización de las imágenes animadas) lleva en su nombre el término *time-lapse* que en inglés designa lo que en español es conocido como “acelerado” o “filmación a intervalos”, es decir, “una técnica de filmación que hace visibles movimientos demasiado lentos, de otra manera imperceptibles, y que permite condensar las fases de un fenómeno de larga duración.”⁷⁷ En cualquier caso, lo que sugiere este concepto es una forma de expresión gráfica en la cual la dimensión temporal está alterada y es distinta a la de la experiencia humana.

Podríamos decir, técnicamente hablando, que aquello que vamos a analizar a continuación es un conjunto de filmaciones a intervalos que hacen asequible a la percepción y al entendimiento, fenómenos y procesos dinámicos que tienen lugar sobre el territorio y cuya interpretación se puede ver dotada de significado cuando, gracias a los mecanismos de representación secuencial, el paso de años, lustros y décadas, son comprimidos en segundos ante los ojos del observador.

Las filmaciones a intervalos son una de las muchas formas del uso que se puede hacer del lenguaje de las imágenes en movimiento. Dentro del conjunto de las filmaciones elaboradas hasta la fecha, analizaremos aquellas que, a comparación de otros documentos fílmicos producidos anteriormente, representan procesos cuyo desenvolvimiento se da en periodos

⁷⁶ Así las llama Jeffrey Kluger en el artículo publicado en la página de internet de la revista *Time* que acompaña la colección de secuencias, disponible en: <http://world.time.com/timelapse/>.

⁷⁷ Tosi, *El lenguaje*, 168

de tiempo más prolongados y en regiones de mayor extensión. Ese es uno de los rasgos fundamentales que dotan de peculiaridad a estas secuencias.

Por hacer un uso económico del lenguaje, he decidido referirme a estas filmaciones a intervalos como “películas”, “secuencias”, o “imágenes en movimiento”. Todos estos términos, que no son necesariamente sinónimos, nos remiten al lenguaje de las imágenes en movimiento.

Las secuencias del proyecto *Timelapse*

Elaboradas en conjunto por *Google.org* (el brazo filantrópico de la gigantesca empresa de servicios informáticos *Google*), personal de la NASA, el USGS (Servicio Geológico de Estados Unidos) así como de la Universidad de Maryland, las secuencias en cuestión representan, de manera semejante a como lo hace una proto-película cinematográfica, los cambios territoriales que tuvieron lugar, entre 1984 y 2012, sobre distintas regiones de la superficie terrestre.

En las tres páginas de internet en las cuales fue publicado el visualizador que permite reproducir las secuencias,⁷⁸ se ponen a disposición del usuario un conjunto de escenas que son sumamente ilustrativas del potencial que el lenguaje de las imágenes en movimiento tiene como herramienta para el análisis geográfico. Es esto lo que se explora a continuación.

Al acceder a dichos sitios de internet, el usuario se encuentra con un recuadro en donde se reproducen cíclicamente las películas que ilustran el cambio territorial a través del periodo 1984-2012. Al internauta se le sugiere ver un conjunto de secuencias previamente seleccionadas por un equipo editorial, que ilustran el cambio en las siguientes regiones: Dubai, El glaciar Columbia, Rondonía (Selva amazónica, Brasil), Las Vegas, la cuenca del

⁷⁸ <http://world.time.com/timelapse/> , <https://earthengine.google.org/#intro> <http://world.time.com/timelapse2/>

Río Powder, el lago Urmia,⁷⁹ Shanghái, El noreste de Alberta, El glaciar Mendenhall,⁸⁰ El Mar de Aral, y El noroeste del desierto saudí.⁸¹ [fig. 16]

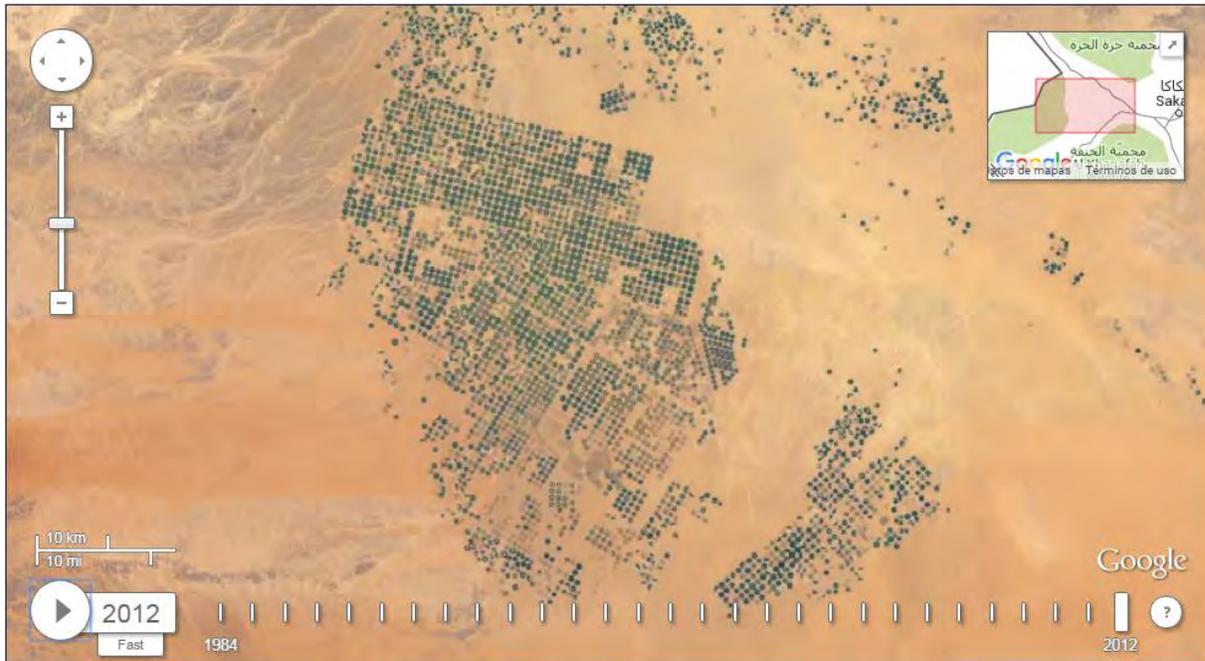


Figura 16. Fotograma de la secuencias del desierto saudí publicada por el proyecto *Timelapse* en 2013, Fuente: <https://earthengine.google.org>, descargado el 9 de septiembre 2014.

Existe también la posibilidad de visualizar cualquier región de las tierras emergidas que el usuario desee, ésta puede ser encuadrada mediante el uso de los controles del visualizador, los cuales se asemejan bastante a aquellos desarrollados para otras herramientas virtuales de información geográfica, como *Google Earth*, u *Open Street Maps*. Mediante la operación de dichos controles es posible pausar la reproducción, “acercarse” o “alejarse” de la escena visualizada así como manipular en tres diferentes grados la velocidad a la cual se reproducen las imágenes animadas, siendo la duración máxima de reproducción de 10 segundos aproximadamente, la media de 5 segundos y la mínima de aproximadamente 3 segundos.

⁷⁹ Estas “escenas” se encuentran en las dos páginas de internet destinadas a la divulgación del proyecto, la de *Google.org*: <https://earthengine.google.org/#intro> y la de la revista *Time*: <http://world.time.com/timelapse/>

⁸⁰ Estas secuencias son únicamente sugeridas en la página de *Time*.

⁸¹ Estas dos últimas secuencias son sugeridas únicamente en la página de *Google*.

La imagen en movimiento frente a otras formas de visualización del cambio territorial

La cartografía y la fotografía aérea han sido, desde hace varias décadas, herramientas técnica y epistemológicamente consolidadas que, por sí mismas, pueden dar cuenta del cambio geográfico a través del tiempo y generar reflexiones en torno a lo efímero de un determinado estado del territorio. Las imágenes satelitales de la superficie terrestre existen desde hace más de medio siglo y su toma sistemática y de alta calidad, desde hace poco más de cuarenta años.⁸² Mucho antes del desarrollo de esta nueva forma de utilizar el lenguaje de las imágenes en movimiento era técnicamente posible hacer análisis comparativos entre dos imágenes del mismo territorio correspondientes a dos momentos distintos y, así, tratar de establecer conclusiones con respecto al cambio que habría tenido lugar en dicho territorio en el lapso de tiempo transcurrido entre las tomas. A continuación trataremos de discernir entre el conocimiento generado por el ejercicio de la comparación entre imágenes satelitales, aplicado en dos formas distintas, y aquel que es generado mediante la visualización de la imagen en movimiento.

Comparaciones y secuencias

La geografía como disciplina no se ha visto marginada de la práctica de la comparación iconográfica que: “genera resultados diferentes dependiendo de los intereses y objetivos del campo epistemológico al que pertenezca la disciplina en la cual se realiza dicha comparación”.⁸³

La comparación entre imágenes satelitales de un mismo territorio, tomadas en momentos distintos, es hoy en día una práctica fundamental en la valoración de los cambios geográficos que tuvieron lugar durante el siglo XX y lo que va del XXI.

⁸² Este cambio se da a partir de la implementación de programas de monitoreo de la tierra desde el espacio, cuyo proyecto más emblemático es el LANDSAT, que empezó a funcionar en 1972.

⁸³ Horst Bredekamp, *et al. The Technical Image. A History of Styles in Scientific Imagery*, (Chicago: The University of Chicago Press, 2015)70

Sin embargo, durante las primeras décadas desde su aparición, el acceso a las imágenes satelitales estuvo restringido al ámbito militar/gubernamental y su adquisición fue siempre un proceso complicado del que incluso la academia solía verse marginada. Esto limitó enormemente la posibilidad de que se llevaran a cabo prácticas de comparación iconográfica, más allá de estos límites institucionales, durante muchos años. El lanzamiento en 1997 del primer satélite comercial, el IKONOS 1, permitió que aquellos que pudieran pagar por imágenes satelitales, tuvieran acceso a ellas independientemente de su adscripción institucional. Es así que, el 25 de marzo del año 2000, fueron publicadas por primera vez en medios impresos, un par de imágenes satelitales que servirían para ilustrar la destrucción producida por la guerra.⁸⁴ Publicadas por el *New York Times*, las imágenes en cuestión representan la zona de la ciudad de Grozny, Chechenia, en dos momentos distintos, la primera de ellas en diciembre de 1999, y la segunda el 16 de marzo del año 2000. A partir de ese momento el uso comparativo de las imágenes tipo “antes-y-después”, “se ha vuelto un lugar común cuando la prensa se encarga de reportar sobre y desde zonas de conflicto y destrucción masiva”.⁸⁵

La pluralidad de tiempos históricos

El hecho de que el uso de las imágenes de tipo “antes-y-después” sea un recurso frecuentemente empleado en la prensa para ilustrar un conjunto específico de hechos es revelador del potencial de este mecanismo para dar cuenta de *sucesos* cuyas consecuencias son perceptibles a una cierta escala territorial, la cual puede ser registrada por un sensor satelital. Estos *sucesos* o *acontecimientos*, como los denomina F. Braudel, son aquello que “echa tanto humo que llena la conciencia de sus contemporáneos”, y tienen como característica fundamental el que se desarrollan en un “tiempo corto”.⁸⁶ Esta *corta duración* es una de las tres manifestaciones fundamentales de lo que Braudel definió como la *pluralidad de tiempos históricos*. Además de la corta duración, dicha pluralidad de tiempos está compuesta por la *duración media* y la *larga duración*, o aquella en la que se da el

⁸⁴ Laura Kurgan, *Close up at a distance. Mapping, technology and politics*, (Nueva York: Zone Books, 2013), 23

⁸⁵ *Ibidem*

⁸⁶ Fernand Braudel, *La Historia y las ciencias sociales*, (Madrid: Alianza Editorial, 1970) 65

cambio estructural. A estas dos últimas habremos de referirnos más adelante. Nos ocuparemos en primera instancia de lo relativo a la duración del *acontecimiento*, esta corta duración “es por excelencia el del cronista, del periodista”,⁸⁷ y se puede manifestar significativamente incluso en forma geográfica.⁸⁸

Un ejemplo de la utilización de imágenes satelitales de tipo “antes y después” como evidencia de que un *acontecimiento* histórico-geográfico ha tenido lugar, lo encontramos en el tratamiento periodístico de la reciente destrucción del templo de Bel, parte importante del sitio arqueológico de la antigua ciudad de Palmira en Siria, perpetrada por el autodenominado “Estado islámico” (ISIS) a principios de septiembre de 2015. Dicha catástrofe fue dada a conocer por el Programa Operacional de Aplicaciones Satelitales de las Naciones Unidas (UNOSAT), tras el ejercicio de comparación entre un par de imágenes satelitales obtenidas con el fin de determinar el estado de las ruinas.⁸⁹ [fig. 17]

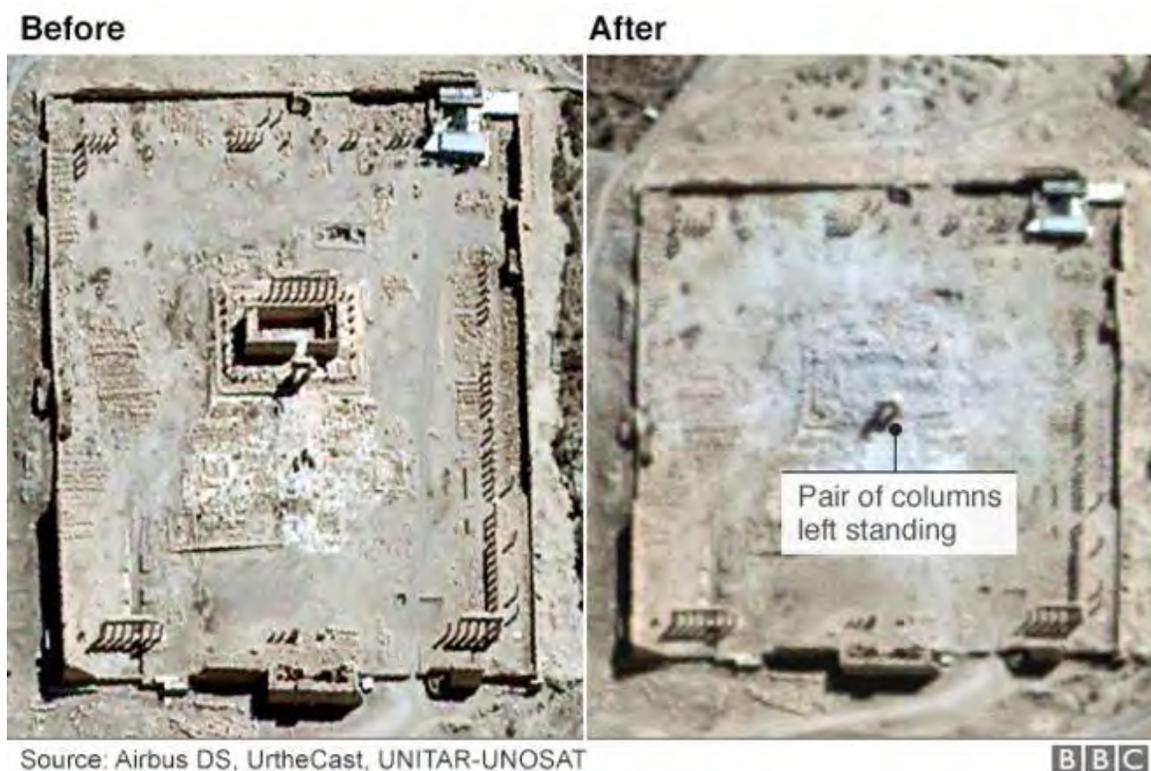


Figura 17. Fuente: <http://www.bbc.com/news/world-middle-east-34111092>, imagen descargada el 3 de septiembre de 2015

⁸⁷ Braudel, *La historia*, 64.

⁸⁸ *Ibid*, 65

⁸⁹ <http://www.bbc.com/news/world-middle-east-34111092>

El par de imágenes satelitales de Palmira constituyen evidencia científica de que ha tenido lugar un suceso. Sin embargo, dada la naturaleza dicotómica de la representación del tiempo en esta comparación iconográfica, ésta no puede revelar la naturaleza de las diferentes fases del suceso, su encadenamiento. Las imágenes satelitales no son captadas con la frecuencia suficiente como para registrar las fases sucesivas de un acontecimiento.

Es aquí que podemos ver como la noción de una pluralidad de tiempos históricos ofrecida por Braudel nos puede resultar útil para pensar más claramente sobre la naturaleza de los resultados y el conocimiento que se obtiene de la aplicación de las diferentes metodologías de comparación de imágenes satelitales cuando la variable entre éstas es precisamente el tiempo. Para reforzar este argumento podemos tomar otra serie de imágenes que es representativa del potencial que tiene la yuxtaposición de imágenes en forma de tablero (*Tableaux*)⁹⁰ para la generación de otra forma de conocimiento con respecto a cambios territoriales.

La serie en cuestión se compone de un conjunto de imágenes satelitales que ilustran un artículo publicado por el *Washington Post* el 11 de septiembre de 2015 que versa sobre la construcción de islas artificiales en el Mar del sur de China.⁹¹ [fig. 18] Este tema, al que se alude frecuentemente en la prensa occidental para exponer el expansionismo practicado por el gobierno chino, se presta, por sus características espacio-temporales, para ser visualizado mediante el uso de la yuxtaposición de imágenes. Retomando la noción de la pluralidad de tiempos históricos, podríamos definir el proceso de construcción de las islas artificiales como una *coyuntura*,⁹² un proceso histórico cuyo desenvolvimiento toma más tiempo que el del *acontecimiento*, pero menos que aquel en el que se desarrollan los *cambios estructurales*.

Las imágenes yuxtapuestas están ordenadas cronológicamente según la fecha en la que fueron tomadas, así es que podemos ver que la primera de ellas, en la esquina superior izquierda, data de julio del 2012, mientras que, la última, en la esquina inferior derecha, proviene del 3 de septiembre del 2015.

⁹⁰ Bredekamp, *The technical image*, p. 81.

⁹¹ <https://www.washingtonpost.com/graphics/world/south-china-sea/>

⁹² Braudel, *La historia*, 66.

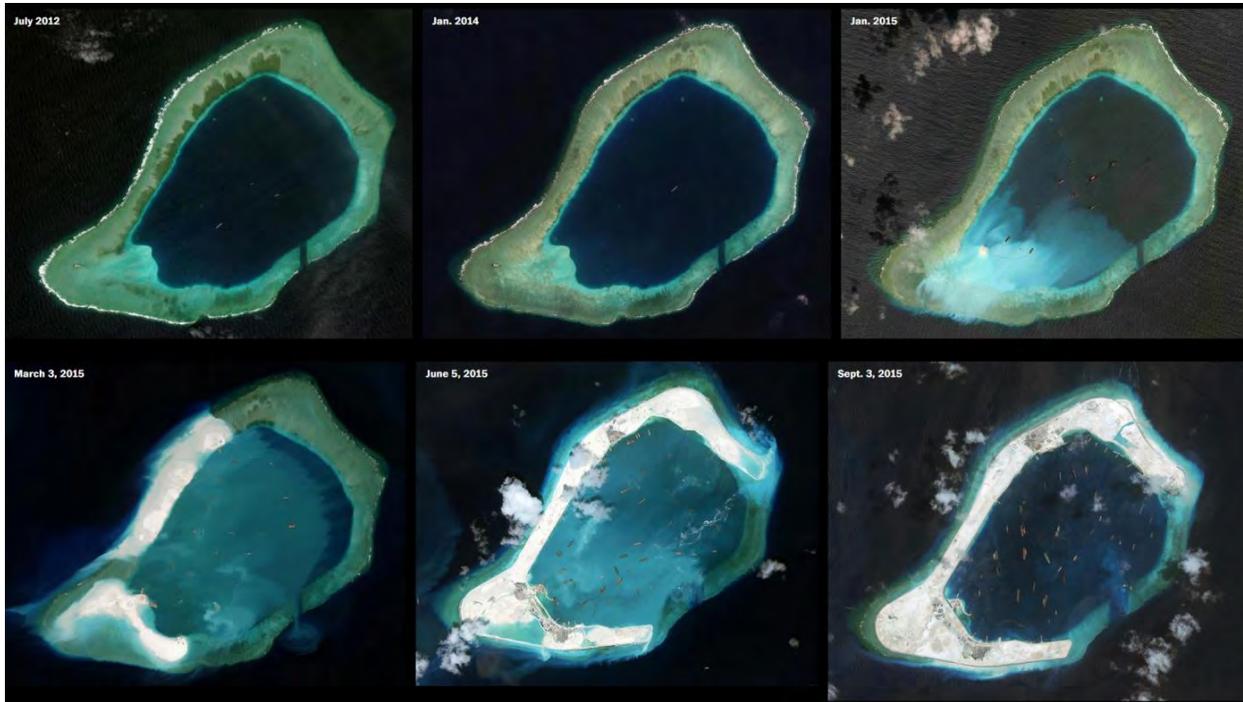


Figura 18. Arreglo de imágenes a manera de tablero que ilustra la construcción de islas artificiales en el arrecife de Subi. Fuente: <https://www.washingtonpost.com/graphics/world/south-china-sea/>, imágenes descargadas el 14 de septiembre de 2015.

Es perceptible cómo, a diferencia de lo que sucede cuando se hace una comparación de tipo “antes-y-después”, el fenómeno visualizado obedece a una temporalidad más prolongada, y es precisamente por este motivo que lo representado no es únicamente la evidencia de que un fenómeno ha ocurrido. En este caso, las imágenes nos dicen más sobre el fenómeno en cuestión. La visualización mediante el tablero es útil como una herramienta para descomponer en cierta medida un proceso, y desatar así una reflexión en torno a su causalidad.

Mediante tal mecanismo de análisis iconográfico es posible inferir ciertas características del proceso, como el ritmo y la intensidad a la que éste se da. En este sentido se podría afirmar que, a juzgar por las imágenes, los trabajos más significativos para llevar a cabo la construcción de la isla sobre el arrecife empezaron en enero de 2015, y que 2012, 2013, y 2014 fueron años de nulo o poco trabajo. Y aun si nuestra hipótesis estuviera equivocada, podemos decir que contamos con insumos visuales para elaborarla. Es decir que, mientras en los casos de Chechenia y Palmira podemos inferir que un acontecimiento tuvo lugar, difícilmente podríamos determinar ciertos aspectos de su naturaleza, mientras que, en el

caso de la construcción de las islas artificiales podemos ver algunas etapas del desarrollo del proceso territorial y generar otro tipo de conocimiento a partir de la interpretación de las imágenes yuxtapuestas a manera de *tablero*. Esto está en parte dado por la temporalidad misma del proceso (más prolongada que la de los ejemplos anteriores), la cual, se puede registrar de mejor manera a la *resolución temporal* de la colección de imágenes generadas por los satélites que orbitan la Tierra.⁹³

Podríamos decir que esta forma de yuxtaponer imágenes para su interpretación cronológicamente ordenada incorpora a la comparación tipo “antes y después”, la noción de “durante”, es decir, se hacen visibles algunas etapas del proceso analizado, con todo lo que esto implica para el conocimiento y el entendimiento de los cambios territoriales.

Podemos identificar, por otro lado, al lenguaje de las imágenes en movimiento como un instrumento para la visualización de fenómenos territoriales “de tendencia”,⁹⁴ aquellos que se desarrollan en un tiempo más cercano al de la historia estructural que al de la historia episódica.⁹⁵ Éste es el caso de las secuencias que son objeto de estudio de este capítulo, en donde podemos ver representados procesos territoriales que bien podrían ser caracterizados como cambios estructurales, entendiendo por estructura: “una realidad que el tiempo tarda enormemente en desgastar y en transportar, [...] piénsese en la dificultad de romper ciertos marcos geográficos, ciertas realidades biológicas, ciertos límites de la productividad.”⁹⁶ Dichos procesos son representados en las cronofotografías del proyecto *Timelapse*. ¿Hay un ejemplo más claro que la agricultura de riego en el desierto saudí para pensar en el rompimiento de un marco geográfico y de los límites de la productividad? ¿Qué signo más representativo de la ruptura de una realidad biológica que la destrucción extensiva de la selva amazónica?

El hecho de que se hayan producido una colección de cronofotografías que hacen visibles estos fenómenos y que, en su conjunto, pueden ser percibidas como una gran película global, es revelador de la aspiración ecuménica de *registrarlo todo* en un sentido espacio-

⁹³ La resolución temporal está dada por la frecuencia a la que el sensor a bordo de un satélite de percepción remota genera imágenes de un mismo territorio.

⁹⁴ Braudel, *La historia*, 53.

⁹⁵ *Ibidem*.

⁹⁶ *Ibid*, 70-71.

temporal, no únicamente hacer un inventario del mundo material, sino dar cuenta de como cambia ese mundo. En éste mismo sentido se podría decir que el *horror vacui*,⁹⁷ característica fundamental de las imágenes de territorio, deja de ser únicamente espacial para volverse también temporal. Este *horror vacui* temporal, hace evidente el desarrollo temprano y la agudización de los cambios materiales derivados del proceso de globalización, entendiendo por “globalización”, “la etiqueta más amplia para la compresión espacio-temporal posmoderna”,⁹⁸ proceso que se da a una velocidad tal, que ha sido posible registrarlo visualmente a una escala global.

Así como podemos hablar de una variación del potencial que tienen las filmaciones a intervalos y otras formas de arreglo secuencial iconográfico para representar una pluralidad de tiempos históricos, podemos también intuir la existencia de una relación entre la *escala* territorial a la que suceden los fenómenos representados y los mecanismos más adecuados para representarlos. Como podemos ver la comparación tipo “antes-y-después” de imágenes satelitales, como aquella que ejemplificamos con el caso de la destrucción del sitio de Palmira, es funcional en la medida en la que la escala de representación visual es igual a la escala operacional en la que los procesos ocurren.⁹⁹ En las imágenes de Palmira, las ruinas son centrales para la visualización, éstas son claramente identificables, es posible discernir incluso objetos como árboles y arbustos, lo cual no sucede en las imágenes de la serie del arrecife de Subi, en dónde los barcos gigantes que aparecen en escena son reducidos a pequeñas barras que son apenas perceptibles. En las cronofotografías del proyecto *Timelapse*, las ciudades se ven como manchones en los que difícilmente podemos distinguir detalles como edificios (aun en el grado máximo de acercamiento).¹⁰⁰ La naturaleza de los fenómenos a visualizar condiciona la resolución misma de las imágenes con las que se busca representarlos.

El visualizador en el que se reproducen las secuencias del proyecto *Timelapse* permite modificar, dentro de un cierto rango, la escala de visualización, el mecanismo que permite

⁹⁷ Schlögel, *En el espacio*, 52.

⁹⁸ Warf, *Time-space*, 205.

⁹⁹ Eric Sheppard, *et. al*, *Scale and Geographic Inquiry: Nature, Society, and Method*, (Nueva York : Wiley & Sons, 2004).3

¹⁰⁰ Las imágenes producidas por los sensores LANDSAT son consideradas de media resolución, cada pixel es de 30m x 30m.

esta modulación es uno de los elementos fundamentales de los sistemas de información geográfica y de las plataformas virtuales de visualización cartográfica y de imágenes satelitales, lo cual sugiere que detrás de la conceptualización de estas tecnologías está la noción de que “la escala no es un ambiente fijo en el cual se desarrollan los hechos, es el desarrollo de los eventos lo que produce una cierta escala.”¹⁰¹ Es también probable que la flexibilidad que caracteriza a la escala en estas herramientas informáticas haya reforzado en el campo teórico la noción de que la escala “es plástica porque es una red de relaciones dinámicas que se expande y se contrae mediante la interacción de objetos y personas.”¹⁰²

Al hacer este contraste entre las escalas de visualización se nos sugiere una relación entre el tiempo histórico en el que se dan los procesos de cambio territorial, y la escala espacial en la que éstos son más perceptibles. La escala espacial y la temporalidad son, en esta forma de utilización del lenguaje de las imágenes en movimiento, dos categorías inestables.

Han sido también representados mediante este nuevo mecanismo, procesos geográficos en torno a los que se complica pensar en términos de la pluralidad de tiempos históricos. La posibilidad de representar, por ejemplo, la dinámica geomorfológica de un río, como lo hiciera H. Fisk en 1945, se expande más allá de la visualización estática, así como la animación de dicha representación ilustra a detalle las etapas sucesivas de un fenómeno ambiental no-antropogénico, haciendo visible una pequeña porción del tiempo profundo de la geología y parte significativa de los ciclos geográficos pensados por Davis. [fig. 19] El sometimiento a una visualización unidireccional (o sea, a la dimensión temporal) acota las posibilidades del intérprete en algunos sentidos y las potencia en otros, ya que “el conocimiento es modelado también por el medio en el que se representa”,¹⁰³ sin embargo, esta nueva forma de utilizar la imagen en movimiento constituye un insumo de mucho valor para la disciplinas como la geología, la geomorfología o la biología.

¹⁰¹ El Hadi Jazairy, *New Geographies 4: Scales of the Earth*, (Cambridge Massachusetts : Harvard University Press, 2011), 2.

¹⁰² *Ibidem*

¹⁰³ Bredekamp, *The Technical*, 71

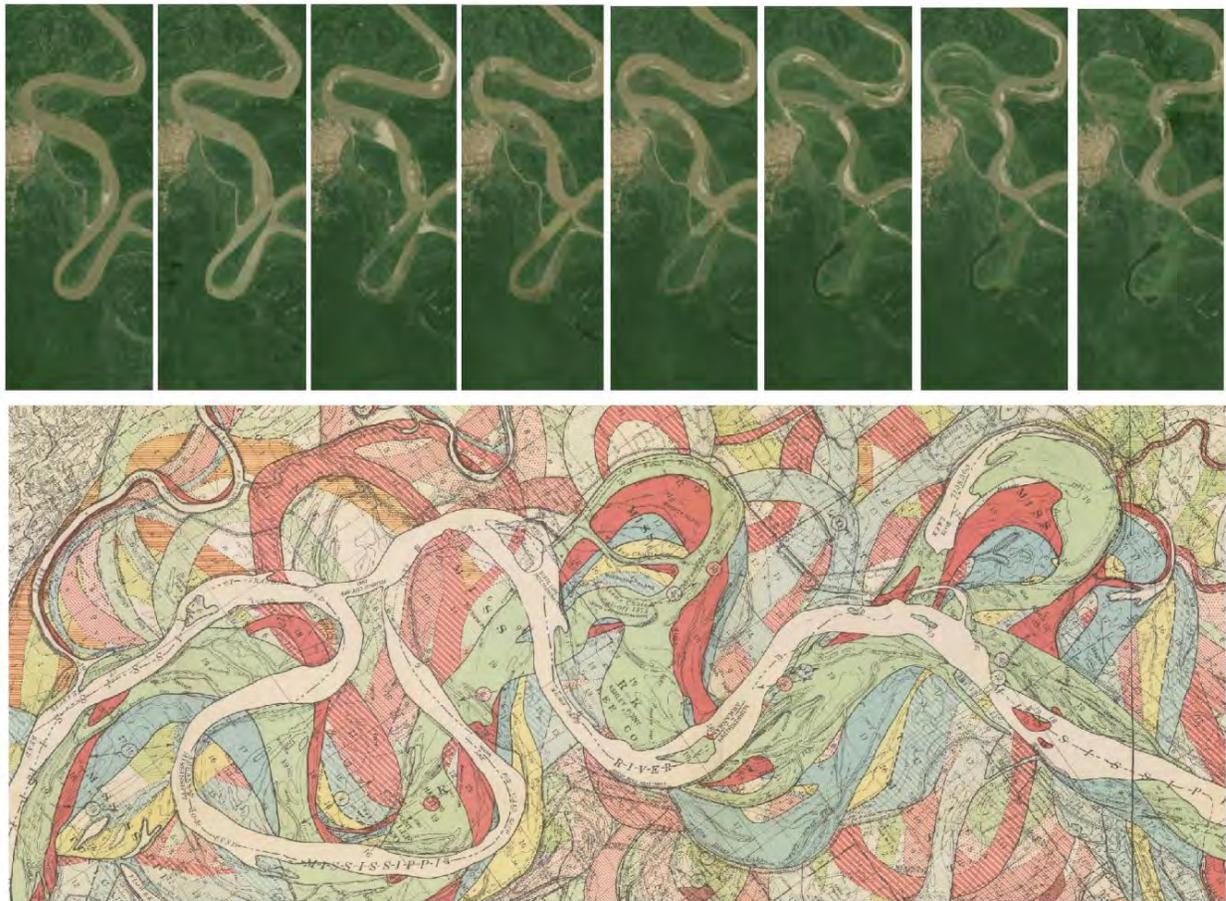


Figura 19. Comparación entre la secuencia cronofotográfica que representa los cambios morfológicos ocurridos entre 1844 y 1998 en el Río Ucayali en Perú (arriba), y el mapa de H. Fisk de 1945 para representar la dinámica geomorfológica del Río Mississippi

Características generales del visualizador del proyecto *Timelapse*

El proyecto *Timelapse*, es, si no el único, sí el más importante producto mediático-digital derivado del uso de la plataforma *Google Earth Engine* (GEE). *Google.org*, como creador de GEE tiene en gran medida el mérito y la responsabilidad por el contenido del proyecto. El visualizador en el que se reproducen las imágenes fue elaborado en el laboratorio *CREATE* de la Universidad Carnegie-Mellon, en donde se encargaron de animar secuencialmente la plétora de imágenes satelitales mediante el uso de código HTML5. Por otro lado, la versión electrónica de la revista *Time* fue la encargada del manejo mediático y del trabajo editorial de los textos que acompañan al visualizador de las secuencias. GEE es

una plataforma que fue elaborada con objetivos muy específicos y que se define como una “herramienta informática para el monitoreo ambiental a escala global.”¹⁰⁴

Dimensión simbólica

Difícilmente encontraremos hoy en día a algún estudioso de la historia de la cartografía y de las representaciones del territorio que se contraponga a la noción de que, en cada una de estas imágenes, hay un contenido simbólico derivado de la subjetividad con la que éstas se producen y se interpretan.¹⁰⁵

En términos generales, las imágenes satelitales, que constituyen la materia misma de la que están hechas las secuencias que aquí nos ocupan, se caracterizan en primera instancia por ser el producto de un trabajo colectivo. Una tarea tan colosal como aquella de construir un aparato diseñado para orbitar la Tierra a una distancia de cientos de kilómetros durante varios años, que a la vez tenga la capacidad de registrar mediante sensores de muy alta resolución la energía reflejada por la superficie terrestre en diferentes frecuencias y enviar esta información de regreso a la Tierra, no puede ser una tarea individual.

Existen diversos tipos de satélites empleados para generar imágenes de la Tierra que podríamos agrupar en función del propósito con el que son construidos y del perfil de las organizaciones que los manejan. Podríamos reconocer tres grandes grupos de satélites de percepción remota: a) Satélites militares; b) Satélites civiles/científicos; y c) Satélites comerciales.

El carácter simbólico de las imágenes producidas por estos satélites está condicionado, de alguna u otra manera, por el tipo de proyecto al que pertenecen; aquella porción del territorio que representan. La calidad, resolución y temporalidad con la que estas imágenes son hechas serán tales en función de los criterios y principios que se desarrollen y practiquen en los diferentes tipos de iniciativas satelitales.

¹⁰⁴ <https://www.google.com/earth/outreach/tools/earthengine.html>

¹⁰⁵ Autores como Laura Kurgan han puesto sobre la mesa interesantes argumentos con miras hacia la caracterización simbólica de diferentes tipos de imágenes satelitales: Kurgan, *Close up*.

Así pues, los satélites militares estadounidenses generan imágenes de regiones muy específicas de la tierra con una altísima resolución que quizás no sean retratadas por los satélites comerciales, cuya operación está subordinada a la persecución del lucro.

Por otro lado, están los satélites de uso civil que, teóricamente, son puestos en funcionamiento para llevar a cabo tareas que satisfacen el interés público de los ciudadanos y de las naciones que cuentan con ésta tecnología. Los satélites que han generado las imágenes que componen nuestras secuencias, pertenecen a este último grupo. Son un conjunto de 8 satélites que comenzaron a orbitar en 1972. Nos referimos a los satélites LANDSAT, sin duda los más emblemáticos en la historia del monitoreo del estado del territorio desde una perspectiva ambientalista.

El proyecto LANDSAT se originó en el contexto de la carrera espacial que tuvo lugar durante la Guerra Fría y, aunque a lo largo de su historia no se vio del todo marginado de la realización de tareas bélicas,¹⁰⁶ existen diferencias fundamentales entre este proyecto y otras iniciativas satelitales de corte militarista. El proyecto LANDSAT, que “apareció concurrentemente con el naciente movimiento ambientalista de los años 70,”¹⁰⁷ se ha caracterizado por la generación de imágenes con una visión de conjunto, por la captura de todo el planeta como su objetivo.

La Tierra como unidad

Hacia fines de la década de los 60, apareció, en los medios masivos de comunicación visual, una imagen cuya trascendencia en la ciencia y en la cultura popular está empezando a ser justamente ponderada. Me refiero a la fotografía titulada *Earthrise*, tomada en 1968

¹⁰⁶ En su libro *Close up at a distance*, Laura Kurgan sugiere que el uso de los satélites Landsat en la planificación de la guerra del Golfo, fue un factor fundamental para que Bill Clinton decidiera en 1992 destinar recursos al programa que lo consolidaría financieramente en un momento en el que la sobrevivencia del proyecto estaba en entredicho debido a la falta de recursos derivada del manejo del mismo llevado a cabo por la iniciativa privada. Kurgan, *Close up* 46. Esta afirmación es secundada por Thomas Loveland, uno de los científicos más importantes del programa LANDSAT en una charla impartida el primero de febrero de 2012, el video de la plática puede ser visto en la siguiente dirección electrónica: http://gallery.usgs.gov/videos/521#.VbwSOPI_NBc

¹⁰⁷ Kurgan, *op. cit.*, p.45.

por William Anders, tripulante de la misión *Apollo 8*, “cuyo impacto más duradero no fue el conocimiento de la luna si no una visión alterada de la Tierra”.¹⁰⁸ [fig. 20]

Quizá sea precisamente por este motivo que el proyecto LANDSAT (desarrollado en conjunto por la NASA y el Servicio Geológico de Estados Unidos) se inspiró en las misiones *Apollo*.¹⁰⁹ Sin lugar a dudas, imágenes como *Earthrise* han “transformado las conceptualizaciones y el simbolismo de la modernidad que han incorporado una noción de lo global”,¹¹⁰ siendo fundamentales para el desarrollo de la noción de “un mundo”,¹¹¹ así como de aproximaciones holísticas a los problemas socio-ambientales. Revelador de esta influencia es el hecho de que el satélite LANDSAT 1 fue puesto en órbita en 1972 con el objetivo de registrar imágenes de *toda* la superficie terrestre. Es por ello que las imágenes LANDSAT en conjunto tienen un significado y una identidad peculiar en el panorama general de la percepción remota.



Figura 20. “*Earthrise*” (1968), Fuente:

http://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_1249.html, descargado el 15 de septiembre de 2015.

¹⁰⁸ Dennis Cosgrove, *Apollo’s Eye. A Cartographic Genealogy of the Earth in the Western Imagination*, (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2001) 257.

¹⁰⁹ http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page_id=2281 (Sitio web del proyecto Landsat).

¹¹⁰ Alan Dingsdale, *Mapping modernities*, (Nueva York: Routledge, 2002) 276.

¹¹¹ Kurgan, *Close Up*, 9.

Vale la pena mencionar que desde que el LANDSAT 1 fue puesto en funcionamiento hasta la fecha, algún sensor de estos satélites ha generado una imagen de cualquier lugar sobre las tierras emergidas, periódicamente en ciclos de entre 14 y 18 días. Así pues, el valor de la vastísima colección de imágenes generadas por estos satélites radica también en la periodicidad, continuidad y consistencia que hay en el conjunto. Ningún proyecto satelital en la historia de la percepción remota ha generado una colección tan descomunal de imágenes territoriales como lo ha hecho LANDSAT, y es precisamente en su apreciación como conjunto, que encontraremos el carácter universalista del proyecto.

Pese a ser una iniciativa gubernamental desvinculada de las tareas de guerra y espionaje, el acceso a las imágenes LANDSAT estuvo fuertemente restringido hasta antes de 2008. Esto se debe a varios factores entre los que podemos encontrar, sobre todo en las primeras décadas de su desarrollo, la dificultad material para manejar y reproducir las imágenes y los costos involucrados. A consecuencia de esta problemática el programa fue privatizado. Entre 1984 y 2001 el proyecto fue entregado para su operación a la empresa *Space Imaging*,¹¹² que empezó a orientar las tareas de LANDSAT mediante los criterios que rigen el mercado, elevando aún más los precios, y generando únicamente las imágenes que podrían ser consideradas como mercancía, haciéndolas en muchos casos inaccesibles para científicos, académicos e investigadores en general y contraviniendo el objetivo de “colectar cuanta información global sea posible para futuros estudios científicos.”¹¹³

El proceso privatizador llevado a cabo por el gobierno de Estados Unidos con LANDSAT dejó como resultado un programa al borde del colapso financiero, es por ello que, a partir de 1992, se comenzó a ejecutar un plan para reintegrar gradualmente el programa al manejo gubernamental, proceso que acabaría en 2001.

Años después, en 2008, tuvo lugar un suceso sumamente determinante para que se pudiera acabar desarrollando el proyecto *Timelapse*. Nos referimos al hecho de que tanto el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) como la NASA, ambos responsables del programa LANDSAT, tomaron la decisión conjunta de hacer público y gratuito el acceso a la totalidad de las imágenes producidas por el programa a lo largo de casi cuarenta años,

¹¹² <http://landsat.gsfc.nasa.gov/?p=3180>

¹¹³ *Ibidem*.

liberando así un acervo gráfico de la historia del territorio sin parangón dentro de la producción iconográfica humana.

El carácter sumamente ambicioso e integrador del programa LANDSAT es compartido por el otro actor que juega un papel preponderante dentro del desarrollo del proyecto *Timelapse: Google*, empresa que encarna de forma peculiar “el sueño del conocimiento total, que es también una forma de visión total”,¹¹⁴ A decir de Mark Dorrian:

[...] la ideología holística de los fundadores de *Google*, Larry Page y Sergei Brin, le debe más a la ética pan-tierra (pan-earth) de la californiana hippie de los años 1960's y 70's [...] que a cualquier proyecto de la ilustración.¹¹⁵

El concepto de “ética pan-tierra”, puede ser vinculado con lo que Denis Cosgrove denomina la ideología “*Whole-earth*”,¹¹⁶ surgida en parte como consecuencia de la publicación de imágenes como “*Earthrise*” y “22727”, ésta última de tomada en 1972 por la misión *Apollo 17*.

La ideología *Whole-earth* es considerada como un conjunto de “conceptualizaciones ambientalistas que apelan a la unidad orgánica y espiritual de la vida terrestre.”¹¹⁷ Visión del mundo que se contrapone con la ideología *One-world*, que a decir de Cosgrove es una “concepción geopolítica coetánea con la noción europea de imperium, que significa la expansión de un orden socio-económico alrededor del mundo”.¹¹⁸

Ambas ideologías comparten una visión unitarista de cómo tendría que ser administrado el mundo, y ambas pregonan una expansión de la cultura estadounidense, lo que las hace distintas es la diferencia en cuanto al tipo de cultura estadounidense dentro de la cual se inscribe cada ideología. La ideología *Whole-earth*, busca la “proyección alternativa de la cultura americana hacia todo el mundo”.¹¹⁹ La ideología *Whole-earth*, así como la ética

¹¹⁴ Mark Dorrian, “On Google Earth”, en Frederic Pusin y Dorrian (eds.), *Seeing from above. The aerial view in visual culture*, (Nueva York: I.B. Tauris & Co., 2013) 294.

¹¹⁵ *Ibidem*.

¹¹⁶ Denis Cosgrove, “Contested Global Visions: One-World, Whole-Earth, and the Apollo Space Photographs”, *Annals of the Association of American Geographers*, 84:2, (1994) 286.

¹¹⁷ *Ibid*, p 290

¹¹⁸ *Ibidem*

¹¹⁹ Cosgrove, “Contested Global...”, 289.

pan-earth, pueden ser consideradas manifestaciones contraculturales de la posguerra estadounidense.

Quizás ningún producto informático de *Google* encarne esta ideología universalista como lo hace *Google Earth*. Aunque la creación y el desarrollo primario de dicho programa fue llevado a cabo por la empresa *Keyhole Inc*, empresa financiada en parte por la CIA, *Google* habría de comprar dicha compañía en 2004 para así tomar el control sobre el desarrollo y distribución del programa, haciendo de éste un *software* gratuito pero cerrado en su código fuente.

Aunque desarrollos y actualizaciones recientes de *Google Earth*, como la implementación de una herramienta para ver imágenes satelitales del pasado hecha en 2009, han abonado a la posibilidad generar representaciones espacio-temporales del territorio, “*Google Earth* no fue diseñado para generar una actualización viva del planeta (en tiempo real), es por eso fue creada la plataforma *Google Earth Engine*”.¹²⁰

La liberación del acervo LANDSAT, acontecida en 2008, fue un hecho que llamó la atención del personal de *Google*, que en 2009 habría de sostener una reunión con Tom Loveland, a la sazón director del acervo de LANDSAT situado en Dakota del Sur. El motivo de dicha reunión fue el de sentar las bases para la cooperación en la elaboración de “algunos mapas y mini-películas para el uso de gobiernos e investigadores a nivel mundial”.¹²¹ Una vez que se llegó a un acuerdo, se procedió a hacer un trabajo de digitalización de las imágenes del acervo que se encontraban en película ya que databan de la era pre-digital y se encontraban dispersas en distintos lugares del planeta, dicho trabajo tardó aproximadamente 6 meses.¹²²

En diciembre de 2010, en el marco de la Conferencia de Naciones Unidas sobre cambio climático, llevada a cabo en Cancún, fue presentada, por *Google.org* la plataforma GEE, a la cual definieron en aquel momento como una plataforma de monitoreo ambiental “en línea”.¹²³

¹²⁰ <http://googleblog.blogspot.mx/2010/12/introducing-google-earth-engine.html>

¹²¹ <http://world.time.com/timelapse/>

¹²² *Ibidem*.

¹²³ <https://earthengine.google.org/#intro>

A decir de algunos medios de comunicación, el lanzamiento de GEE fue una de las innovaciones más impresionantes que salieron a la luz en la cumbre de Cancún.¹²⁴ Dicho encuentro habría de considerarse un episodio en el cual se exacerbaron las diferencias entre los países “ricos del norte” y los “tropicales del sur”, en cuanto a la toma de responsabilidades frente a la problemática del cambio climático. El encuentro de Cancún fue también el escenario en el que habría de llevarse a cabo una revaloración del funcionamiento del “Programa de reducción de emisiones de carbono causadas por la deforestación y la degradación de los bosques” (REDD por sus siglas en inglés), que fue puesto en marcha en el encuentro de Bali en 2005. Este programa de reducción de emisiones tiene como objetivo fundamental generar una disminución en la tasa de emisiones de gases de efecto invernadero en los países pobres.

Analistas del desarrollo de las políticas ambientales a nivel mundial, como Martin Khor, consideran que la cumbre de Cancún “preparó el terreno para que los países desarrollados pudieran hacer el ‘gran escape’ a sus compromisos, introdujo nuevas disciplinas para los países en desarrollo, ya que ahora están obligados a presentar sus planes y objetivos de mitigación en materia de clima, los que deben compilar en un documento y posteriormente en registros.”¹²⁵ En este sentido GEE, que fue presentado como un producto elaborado *ex profeso* para proveer a las naciones tropicales con una herramienta que les permita cuantificar y monitorear la dinámica de los bosques dentro de sus territorios,¹²⁶ pero a la vez resulta también un mecanismo de suma utilidad en el monitoreo de los países ricos sobre aquellos países pobres y tropicales que son parte de lo que Mark Dorrian denomina el *tercer mundo de baja-resolución*.¹²⁷ En esta misma lógica, Rebecca Moore, programadora en jefe del proyecto GEE, se preguntó en el marco de la cumbre climática de Cancún: “¿Cómo es que una nación donante obtiene la seguridad de que aquello que está siendo registrado en torno a los proyectos de protección forestal sucede en realidad?”¹²⁸. Es así que podemos observar que GEE cumple una función ambivalente; como herramienta para la ciencia y también para el monitoreo de unas naciones sobre otras.

¹²⁴ http://voices.washingtonpost.com/post-carbon/2010/12/google_earth_engine_debuts.html

¹²⁵ <http://agendaglobal.redtercermundo.org.uy/2010/12/17/cancun-resultado-ambivalente/>

¹²⁶ <http://googleblog.blogspot.mx/2010/12/introducing-google-earth-engine.html>

¹²⁷ Dorrian, *On Google*, 302.

¹²⁸ <http://www.reuters.com/article/2010/12/02/us-climate-google-idUSTRE6B13RK20101202>

Lo relativo a las implicaciones derivadas del hecho de que sea una empresa como *Google*, la más grande del mundo en el sector de servicios de la información, la que provea de evidencia científica sobre el cambio territorial a los representantes de los estados nación, tomadores de decisiones y autoridades ambientales internacionales merece un análisis extendido que está más allá del tema tratado en este trabajo. Sin embargo, se puede decir que existen condiciones para que se desarrolle un conflicto de intereses, ya que en un tema global es imposible no ser juez y parte, en este sentido quizás resultaría más conveniente que fuera un organismo descentralizado integrado por institutos y universidades de todo el mundo, el que se encargara de administrar y valorar esta información. Además, el paquete tecnológico que ofrece *Google* es, en un sentido, una *caja negra*,¹²⁹ es decir, un eslabón en la cadena de generación de conocimiento científico que por sus características conceptuales y tecnológicas es inaccesible y sumamente difícil de escrutar para aquellos que no son especialistas en la tecnología desarrollada en el marco de este proyecto.

En pocas palabras, el hecho de que sea *Google* el que ofrezca la evidencia para desmentir o validar ciertas creencias en torno al cambio territorial a escala global, posiciona a esta empresa como autoridad científica en el terreno ambiental. *Google* desarrolla una tecnología fundamental para el conocimiento de los procesos de cambio en nuestro planeta, tomando un lugar protagónico en el terreno de la generación y distribución de conocimiento geográfico, todo ello en un escenario de confrontación entre países ricos y pobres. *Google*, por encima de universidades y centros de investigación, cobra una relevancia central a la hora de ofrecer el conocimiento que viene a confirmar o desmentir creencias en lo relativo a los cambios espacio-temporales de la superficie terrestre.

Más allá de la valoración que se pueda hacer con respecto al carácter ideológico y tecnológico de la plataforma GEE, hay que tomar en consideración el papel que, como elementos mediáticos, tienen las secuencias que aquí analizamos, producidas con dicha plataforma.

¹²⁹ Bruno Latour, *Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*, (Barcelona:Editorial Labor, 1992) 2.

Carácter mediático

El 9 de mayo de 2013 se publicó en internet el sitio principal,¹³⁰ que alberga los contenidos del proyecto *Timelapse* que, como ya se mencionó, es la manifestación mediática producto de la colaboración entre *Google.org* y la revista *Time*. A una semana de haberse publicado, el sitio había recibido más de tres millones de visitas.¹³¹

Al acceder a dicho sitio de internet, frente al usuario se empiezan a desplegar un conjunto de filmaciones a intervalos generadas con GEE, acompañadas de la leyenda “*Timelapse*. Vea al mundo cambiar a lo largo de casi tres décadas de fotografía satelital.”¹³² Más adelante, en uno de los textos que acompañan las imágenes titulado *TIME and Space*, Jeffrey Kluger, uno de los principales redactores de *Time* en temas científicos y ambientales, dice:

Estas filmaciones a intervalos cuentan la bonita y no tan bonita historia de un planeta finito y de cómo sus residentes lo están tratando –arrasando a la vez que construimos, destruyendo mientras preservamos. Se requiere un cierto valor para mirar los videos, pero una vez que se comienza es imposible mirar a otro lado.¹³³

A juzgar por los textos de presentación, existe en apariencia una cierta continuidad ideológica entre la ética *pan-earth*, que caracteriza a proyectos como LANDSAT y Google, y el proyecto *Timelapse*, en el que se presenta al mundo cambiante como una unidad. Se trata, como ya hemos dicho, de una representación ecuménica. Sin embargo, dado que las secuencias son reveladoras de cambio territorial únicamente a ciertas escalas de visualización, el equipo editorial de *Time* tuvo que elaborar una selección de “encuadres” o “escenas”, es decir territorios a ser mostrados. Es al tratar de caracterizar esta selección editorial que podríamos dar con una caracterización ideológica del conjunto de películas publicadas.

¹³⁰ <http://world.time.com/timelapse/>

¹³¹ https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2015/ee_1.html

¹³² La traducción es nuestra, en inglés dice de la siguiente manera “*Timelapse. Watch the world change over the course of nearly three decades of satellite photography.*”

¹³³ Traducción propia.

En los textos que acompañan las imágenes en movimiento se agrupan las escenas en temáticas que, según los mismos autores, nos hablan de tres tipos distintos de procesos que tienen una expresión territorial, estos son “Crecimiento urbano”, “Explotación de Recursos extremos” y “Cambio climático”.

Las secuencias de Las Vegas, Dubai, y Shanghái, constituyen el conjunto de películas que representan el crecimiento desmedido de las ciudades. Athabasca, La cuenca de Río Powder y Rondonia, en Brasil, son ilustrativos de la explotación de “Recursos extremos”. En un último grupo encontramos las secuencias del cambio en los Glaciares Columbia y Mendenhall, los cuales dan cuenta gráficamente de las consecuencias del cambio climático.

La secuencia relativa al lago Urmía no está incluida en grupo alguno, lo cual nos hace preguntar sobre los motivos de su incorporación como una escena dentro del proyecto *Timelapse*. Su incorporación llama la atención ya que, pese a que hemos visto, en los últimos años, una dramática reducción del tamaño de este cuerpo de agua ubicado en el noroeste de Irán, ésta es ciertamente menos dramática e ilustrativa de procesos de sequía y mal manejo del agua que casos como el del Mar de Aral, a todas luces un proceso más catastrófico que aquel que tiene lugar en Urmía. Quizás podría establecerse un vínculo entre la postura editorial de *Time* frente a Irán, y la decisión de incorporar éste caso dentro de los casos mostrados sin una mayor justificación.

Es también de llamar la atención que el conjunto de secuencias que integran la selección del equipo editorial de *Time* son representativos únicamente del deterioro ambiental, de la explotación desmedida de los recursos y de las consecuencias derivadas de esos. No acaban por contar la parte “bonita” de esa “Bonita y no tan bonita historia” del planeta de la cual habla Kluger. Pareciera que se omiten casos demostrativos de una tendencia no solo hacia la preservación, si no a la restauración ecológica, que por su singularidad tendrían que ser expuestos. Un ejemplo es el impresionante proceso de reforestación que ha tenido lugar en la isla de Cuba durante las últimas décadas del siglo XX y los primeros años del XXI, periodo en el cual “la superficie boscosa cubana pasó del 13,4%, en enero de 1959, al 28,66 por ciento en la actualidad”.¹³⁴ La restauración forestal de los otrora devastados páramos

¹³⁴ <http://www.fao.org/agronoticias/agro-noticias/detalle/es/c/214144/>

cubanos es perceptible a gran escala, y es un caso alentador frente al panorama de deterioro imparables que ofrece el conjunto de secuencias seleccionadas por *Time*.

Aunque las secuencias seleccionadas por *Time* pueden servir para hacer una reflexión sumamente profunda sobre el proceso de deterioro ecológico global que ha estado desarrollándose durante los últimos treinta años, en los textos producidos para el proyecto *Timelapse*, se da un tratamiento un tanto somero a esta problemática. A juzgar por el carácter editorial de los contenidos en cuestión se puede pensar que el hacer una crítica estructural en torno al problema del cambio climático no es el objetivo de este producto mediático. La complejidad del proceso del deterioro ambiental tiende a reducirse a ciertas formas muy concretas de explotación irracional de algunos recursos naturales.

Pensando no únicamente en las secuencias, sino en la cadena de representación a la cual pertenecen, podría afirmarse que son perceptibles, en mayor o menor medida, señales de la existencia de una discordancia simbólica entre el proyecto *Timelapse* y los elementos utilizados para su construcción (imágenes LANDSAT y *Google Earth Engine*). La aspiración universalista permanece, aunque aprisionada en alguna medida por una retórica un tanto reduccionista propia del ambientalismo demagógico pregonado en los medios de comunicación masiva. El carácter instrumental de las secuencias se esconde detrás de un discurso editorial preestablecido que inhibe que aquellos que visualizan las imágenes animadas sean *usuarios*, convirtiéndolos básicamente en *observadores*.¹³⁵

Por otro lado existen las condiciones adecuadas para que los recursos tecnológicos que integran el proyecto *Timelapse* se difundan como herramientas científicas para un uso global, de hecho, mientras se escribe este trabajo, está ya disponible al público de manera gratuita una colección de imágenes pre-procesadas con la plataforma *GEE* que dan cuenta de la deforestación a escala global con una resolución tal que es posible generar con ellas valoraciones precisas sobre la pérdida de vegetación a escala regional. Estas imágenes fueron realizadas mediante la colaboración entre *Google* y la Universidad de Maryland.¹³⁶

¹³⁵ Más sobre esta diferenciación entre usuarios y observadores frente a la imagen técnica puede ser encontrado en el libro de Bredekamp *La imagen técnica*.

¹³⁶ Disponible en: <https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>

Como hemos visto hasta ahora, han crecido enormemente las posibilidades de representar, desde un enfoque geográfico entrelazado con una intuición histórica, los fenómenos dinámicos que ocurren a distintas escalas territoriales. Sin embargo, como se ha mostrado en páginas anteriores, no es un fenómeno lineal conducido por el progreso de la técnica sino un proceso irregular de experimentación visual.

Las implicaciones políticas y culturales que puede tener la difusión masiva de estas secuencias no puede ser evaluada satisfactoriamente a estas alturas del partido, sin embargo, alcanzamos ya a ver que, cualesquiera que sean dichas implicaciones, éstas tendrán muy probablemente, efectos profundos y perdurables en las ideas que la humanidad habrá de hacerse del planeta Tierra.

Con la producción de una tecnología como la plataforma GEE, se abre un nuevo conjunto de posibilidades para representar territorialmente la relación espacio-tiempo. El espíritu romántico y totalizador de esta empresa nos hace pensar que está emparentada con obras como la *Encyclopedya cinematographica*,¹³⁷ o el *Cosmos* de Humboldt. Al margen de lo dicho respecto al perfil editorial de la plataforma, podemos afirmar que el deseo por el conocimiento total, que se ve reflejado en el proyecto *Timelapse*, hace de éste un producto de valor incalculable y una fuente inagotable de información visual de este mundo cambiante.

¹³⁷ La *Encyclopedya cinematographica* fue un proyecto llevado a cabo por Gottard Wolf y el Instituto de Cine Científico de Göttingen entre 1952 y 1992 que tenía como objetivo crear un archivo cinematográfico que tuviera películas cortas que ilustraran todos los tipos de movimiento presentes en el reino animal. Durante el tiempo que duró el proyecto se lograron archivar cientos de miles de películas que representan el movimiento de los animales en su sentido más elemental.

CONCLUSIONES

La búsqueda por trascender las limitaciones que caracterizan a la representación visual bidimensional del cambio espacio-temporal ha acompañado la producción de imágenes de la naturaleza desde siglos antes del desarrollo y consolidación del método científico. En la historia de estas representaciones, la aparición del lenguaje de las imágenes en movimiento supone una consumación importante. Debido a una incompatibilidad entre las escalas del análisis geográfico y los formatos propios de este lenguaje, no se había desarrollado, hasta ahora, una forma de la imagen en movimiento que ofreciera una visión sinóptica del cambio geográfico.

El desarrollo conceptual de la cartografía moderna durante los siglos XIX y XX, condicionado en buena medida por procesos de cambio estructural en el pensamiento científico y en la cultura occidental, estuvo marcado en parte, por el desarrollo de estrategias para representar el movimiento; lo efímero, el cambio espacio-temporal. Con la emergencia de una noción de un planeta en constante cambio surgieron métodos cartográficos para representar la perpetua mutación de la naturaleza. Con la sensación de que la sociedad se movía más rápida e intensamente que nunca, vino la necesidad de idear mapas que hicieran visible esta nueva dinámica.

El vertiginoso desarrollo de las tecnologías que hoy en día nos permiten generar imágenes de la Tierra producidas desde satélites artificiales, así como la subsecuente liberación de éstas para su uso en el ámbito civil-académico, han permitido que la aspiración de visualizar el cambio en el territorio pueda ser realizado a través de la imagen en movimiento. Podría esperarse que, así como sucedió con la emergencia de la estereoscopia o de la percepción remota, el lenguaje de las imágenes en movimiento abra, con su potencial para el análisis tetra-dimensional, nuevos caminos en el conocimiento de nuestro mundo.

Parece ser, pues, que asistimos al desarrollo temprano de un lenguaje de las imágenes movimiento sinóptico basado en la imagen satelital, el cual puede ser útil para representar las escalas geográficas. Este hito, representa la posibilidad de una reinención

epistemológica de la cartografía, la cual podría hacer más evidente el histórico y paulatino desdibujamiento de las fronteras entre la geografía y la historia, entre los conceptos de espacio y tiempo.

Ante el acelerado cambio que está teniendo lugar, tanto en las técnicas de representación cartográfica, como en el mundo representado mediante estas nuevas estrategias, se hace evidente la pertinencia de profundizar en el estudio de la imagen dinámica del territorio. El potencial de este nuevo lenguaje para la investigación geográfica y para la difusión de los grandes problemas de nuestro tiempo hace de éste un objeto de suma relevancia para la geografía.

En esta época de crisis ambientales y humanas, la geografía y la cartografía tienen mucho que aportar, pareciera ser que nunca fue más grande la necesidad de entender el mundo desde una perspectiva espacio-temporal. Con este trabajo se pretendió hacer una exploración somera de ciertas vetas que parecen abrirse en este momento de acelerado y dramático cambio. Afortunadamente parece que, en tiempos de urgencia, nos encontramos ante terreno fértil.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrienko, Gennady. *Et al.*, 2013, *Visual analytics of Movement*. Berlín: Springer-Verlag.
- Auldjo, John. 1832, *Sketches of Vesuvius : with short accounts of its principal eruptions, from the commencement of the Christian era to the present time*. Nápoles: Largo Ferdinando, Editores.
- Arnold, David. 2000, *La naturaleza como problema histórico. El medio, la cultura y la expansión de Europa*. México:Fondo de Cultura Económica.
- Baker, Alan. 2003, *Geography and History: Bridging the divide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Braudel, Fernand. 1970, *La Historia y las ciencias sociales*. Madrid:Alianza Editorial.
- Bredenkamp, Horst, *et al.* 2015. *The Technical Image. A History of Styles in Scientific Imagery*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Brunner, K. Fritz, *et al.* 1990, *Developments in Four Dimensional-Geodesy. Selected papers of the Ron S. Mather Symposium on Four-Dimensional Geodesy Sydney, Australia, March 28-31, 1989*. Berlín: Springer-Verlag.
- Capel, Horacio. 1981, *Filosofía y ciencia en la Geografía contemporánea*, Barcelona. Editorial Barcanova,
- Caquard, Sébastien, 2013, “How can we map stories? A cybercartographic application for narrative cartography”, *Journal of maps*, vol. 10, núm. 1, . Nueva York.Routledge Publishing, 18-25
- Cosgrove, Dennis. 2001, *Apollo’s Eye. A Cartographic Genealogy of the Earth in the Western Imagination*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Cosgrove, Denis. 1994. “Contested Global Visions: One-World, Whole-Earth, and the Apollo Space Photographs”, *Annals of the Association of American Geographers*, 84:2, 270-294,
- Dingsdale, Alan. 2002, *Mapping modernities*. Nueva York:Routledge,.

- Dorrian, Mark y Frederic Pusin (eds) 2013, *On Google Earth*, en, *Seeing from above. The aerial view in visual culture*. I.B. Nueva York: Tauris & Co.
- Eco, Umberto, *et al.* 1999. *The story of time*. Detroit: Michigan University Press.
- Elkins, James. 1999. *The Domain of Images*. Londres: Cornell University Press.
- Epelbaum, Sergio. 2010, "Historia de la estereoscopia y sus aplicaciones", *Archivos de oftalmología de Buenos Aires*, Volumen 81, número 02, (Octubre-diciembre 2010) 62-67.
- Friendly, Michael. 2006. *Milestones in the history of data visualization. A case study in statistical historiography*. Nueva York: Springer.
- Friendly, Michael, 2002, "Visions and Re-Visions of Charles Joseph Minard", *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, Vol. 27, No. 1 (Spring 2002), . 31-51,
- Funkhauser, Gary H. 1936, "A Note on a Tenth Century Graph", *Osiris*, vol. I . (Chicago. The University of Chicago Press), 260-262.
- Hägerstrand, Thorsten. 1970, "What about people in regional science?", *Papers of the regional science association*, vol. XXIV. pp. 7-21.
- Harley, John Brian, *et al.* 1987, *History of Cartography*, Vol. I. The University of Chicago Press. Chicago.
- Harley, John Brian. 2005, *La nueva naturaleza de los mapas. Ensayos sobre la historia de la cartografía*. México: Fondo de Cultura Económica,
- Jazairy, El Hadi. 2011, *New Geographies IV, Scales of the earth*. Hong Kong: Harvard University Press,
- Kern, Stephen, 1983, *The culture of time and space. 1800-1918*, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press,

- Kurgan, Laura. 2013, *Close up at a distance. Mapping, technology and politics*. Nueva York: Zone Books,
- Kraak, Menno-Jan, 2014, *Mapping time: Illustrated by Minard's map of Napoleon Russian Campaign of 1812*. Nueva York: ESRI Press,
- Latour, Bruno. 1992, *Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*. Barcelona: Editorial Labor.
- Lippincott, Kristin et. al. 1999, *The Story of Time*. Londres: Merrel Publishing. Lyell, Charles. 1854, *Principles of Geology or The Modern Changes of the Earth and its Inhabitants Considered as Illustrative of Geology*. New York: Appleton & Co. Disponible en: <http://www.gutenberg.org/files/33224/33224-h/33224-h.htm>
- Moreno de los Arcos, Roberto. 1975, *Joaquín Velázquez de León y sus trabajos científicos sobre el Valle de México, 1773-1775*. México: UNAM-Instituto de Investigaciones Estéticas.
- Oresme, Nicole. 1968. *Nicole Oresme and the Medieval Geometry of Qualities and Motions: A Treatise on the Uniformity and Difformity Known as Tractatus de Configurationibus Qualitatum et Motuum*. Madison WI: University of Wisconsin Press.
- Reclus, Eliseo. 1906, *El Hombre y la Tierra*, Tomo primero. Barcelona: Editorial Escuela Moderna.
- Rossi, Paolo. 1998, *El nacimiento de la ciencia moderna en Europa*. Barcelona: Crítica.
- Robinson, Arthur. "The 1837 maps of Henry Drury Harness", *The Geographical Journal* no. 122 (New York, 1955), 438-450.
- Sánchez, Rafael. 1994. *Montaje cinematográfico, arte de movimiento*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sauer, Carl. 1956. *La educación de un geógrafo*. Discurso ofrecido en la 52ª reunión de la Asociación Norteamericana de Geógrafos, Montreal, Canadá, 4 de abril de 1956. Traducción y presentación de Guillermo Castro.
- Sheppard, Eric, McMaster, Robert. 2004. *Scale and Geographic Inquiry: Nature, Society, and Method*. Nueva York: Wiley & Sons..

- Schlögel, Karl, 2007, *En el espacio leemos el tiempo. Sobre historia de la civilización y geopolítica.* Madrid Ed. Siruela,.
- Thrower, Norman. 2008. *Maps and Civilization. Cartography in culture and society.* Tercera edición. Chicago:The University of Chicago Press.
- Toumlin, Stephen, 1990. *El descubrimiento del tiempo.* Madrid: Editorial Paidós,.
- Tosi, Virgilio. 1993. *El Lenguaje de las imágenes en movimiento. Teoría y práctica del cine y la televisión en la investigación científica, la enseñanza y la divulgación.* México Ed. Grijalbo.
- Tosi, Virgilio, 1993, *El cine antes de Lumiere*, México: Dirección General de Actividades Cinematográficas – Universidad Nacional Autónoma de México.
- Tufte, Edward Rolf, 1990, *Envisioning information*, Connecticut: Graphic Press,
- Warf, Barney. 2008, *Time-space Compresssion. Historical Geographies.* Nueva York.Routledge ed.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS:

-Visualizador del proyecto *Timelapse* publicado en el sitio de la revista *Time*:
<http://world.time.com/timelapse/>

- Visualizador del proyecto *Timelapse* publicado en el sitio de de *Google Earth Engine*:
<https://earthengine.google.org/#intro>

-Artículo citado: *Google unveils satellite platform to aid forest efforts*:
<http://www.reuters.com/article/2010/12/02/us-climate-google-idUSTRE6B13RK20101202>

- Artículo citado: *Cuba sigue aumentando su superficie forestal*:
<http://www.fao.org/agronoticias/agro-noticias/detalle/es/c/214144/>

- Artículo citado: *Landsat data enriches Google Earth*:
https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2015/ee_1.html

-Artículo citado: *Cancún, resultado ambivalente*:
<http://agendaglobal.redtercermundo.org.uy/2010/12/17/cancun-resultado-ambivalente/>

-Artículo citado: *Introducing Google Earth Engine*:
<http://googleblog.blogspot.mx/2010/12/introducing-google-earth-engine.html>

-Página principal de la plataforma *Google Earth Engine*:

<https://earthengine.google.org/#intro>

-Artículo citado: *Google Earth Engine debuts*: http://voices.washingtonpost.com/post-carbon/2010/12/google_earth_engine_debuts.html

- Información sobre el programa *Landsat*: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/?p=3180>

-Artículo citado: *Palmyra's Temple of Bel destroyed, says UN*:
<http://www.bbc.com/news/world-middle-east-34111092>

- Página con las fotografías satelitales de la construcción de islas artificiales por parte de China https://www.washingtonpost.com/graphics/world/south-china-sea/nsa_inf

- *Radical Cartography*, sitio con extensa información sobre los mapas de R. Fisk del Río Mississippi: <http://www.radicalcartography.net/index.html?fisk>