

ANTONIO ARELLANO HERNÁNDEZ

# CAMBIO CLIMÁTICO Y SOCIEDAD

Medio ambiente  
y ecología  
SERIE



Universidad  
Autónoma del  
Estado de México



MAPorrúa  
librero-editor · México

CAMBIO  
CLIMÁTICO Y  
SOCIEDAD



# CAMBIO CLIMÁTICO Y SOCIEDAD

ANTONIO ARELLANO HERNÁNDEZ



MÉXICO

2014

Esta investigación, arbitrada por pares académicos,  
se privilegia con el aval de la institución coeditora.

La investigación que ha dado lugar a este libro, así como el financiamiento para su publicación, provienen del proyecto Conacyt: “La construcción social de conocimiento y de tecnología sobre el medio ambiente: el caso del cambio climático en México y Centro América”, clave Conacyt CB-2008-01-101876, realizado por Antonio Arellano Hernández, Claudia Ortega Ponce y Laura María Morales Navarro.

Primera edición, diciembre del año 2014

© 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS

© 2014

Por características tipográficas y de diseño editorial  
MIGUEL ÁNGEL PORRÚA, librero-editor

Derechos reservados conforme a la ley  
ISBN 978-607-401-864-6

Queda prohibida la reproducción parcial o total, directa o indirecta del contenido de la presente obra, sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito de GEMAPORRÚA, en términos de lo así previsto por la *Ley Federal del Derecho de Autor*, en su caso, por los tratados internacionales aplicables.

IMPRESO EN MÉXICO



PRINTED IN MEXICO

LIBRO IMPRESO SOBRE PAPEL DE FABRICACIÓN ECOLÓGICA CON BULK A 80 GRAMOS

[www.maporrúa.com.mx](http://www.maporrúa.com.mx)  
Amargura 4, San Ángel, Álvaro Obregón, 01000 México, D.F.

*Para Hiatzi, Laura  
y León*



## Introducción

La actual masificación de la investigación tecnocientífica en el mundo se despliega y profundiza en todas las esferas de la práctica humana, incluso en su entorno más remoto; de allí que los descubrimientos e innovaciones cotidianas refrenden la sensación de vivir plenamente la llamada *sociedad del conocimiento*. No existe rincón del micro ni macromundo, así como del hombre y de la sociedad, que escape al escrutinio ni a la mirada de potentes equipos materiales y colectivos que aporten novedades todos los días. El estudio del cambio climático no es la excepción, pues este tema se ha elaborado como uno de los más acuciantes del mundo contemporáneo, al mismo tiempo que involucra una parafernalia investigativa que supera con creces los dispositivos de la denominada *Big Science*.

Respecto a nuestras aportaciones en el tema del cambio climático reconocemos que en algún momento pueden resultar complicadísimas y apabulladas para el trabajo de un solo investigador, baste mencionar que el amplio dispositivo de investigación montado para el estudio del cambio climático consiste en sistemas de observación integrados en redes que recopilan datos meteorológicos, climatológicos, hidrológicos, marinos y oceanográficos operados por más de 15 satélites, 100 boyas fondeadas, 600 boyas a la deriva, 3 mil aeronaves, 7,300 buques y unas 10 mil estaciones terrestres (OMM, s.f.). A lo que se suman los equipos de cómputo más potentes y rápidos del mundo, los modelos matemáticos más sofisticados que existen al servicio de la investigación atmosférica mundial, además de miles de científicos abocados al tema que trabajan en todo el mundo (Arellano, 2013a).

No obstante, un hecho paradójico que nos ha animado radica en el impresionante despliegue de investigación científico-tecnológica que existe sobre el cambio climático, la cual contrasta con la ausencia de las órdenes del día de las agendas acerca de la epistemología política. La cuestión es que disponemos de miles de textos sobre el cambio climático pero poco sabemos de su contenido



epistémico. En este sentido, consideramos que no resulta banal tomar como estudio el tema del “entendimiento del entendimiento” del cambio climático. Para nosotros el estudio de la producción de conocimientos y técnicas respecto del cambio climático es una naveta de exploración casi inigualable para analizar la epistemología política y social contemporánea.

El problema que nos convoca se enmarca en la siguiente paadoja: en términos epistemológicos, casi cualquier tema-problema de envergadura mundial ha sido estudiado profusamente obteniendo conocimientos organizados en múltiples explicaciones e interpretaciones disciplinarias, pero organizadas de acuerdo con una ruptura epistemológica entre sus explicaciones naturales y sociales. Por ejemplo, en las explicaciones naturalísticas ortodoxas sobre el cambio climático, los autores sociales aluden a los ciclos largos de calentamiento-enfriamiento del clima como causa. En este caso, los actores se movilizan en favor de negar el hecho de que la sociedad industrial está emitiendo una serie de gases con efecto invernadero que en parte, provocan el calentamiento de la atmósfera. Por el contrario, entre las explicaciones sociales, los autores consideran que la causa es de orden social, particularmente esto ocurre al examinar la proliferación de los fenómenos relacionados con la sociedad industrial. En este caso, los actores se movilizan contra la sociedad industrial como causante del cambio climático, pero obvian ciertos argumentos científicos que refieren las razones y las evidencias que sustentan las explicaciones naturales del calentamiento climático.

Al respecto, algunos expertos en ciencias sociales consideran necesario renovar los estudios científicos de tal forma que permitan incorporar de manera simultánea variables vinculadas a la naturaleza y al medio ambiente en los marcos de sus explicaciones. Es decir, en la organización de las explicaciones sobre la variabilidad climática se aprecia que las causas naturales y humanas no corresponden con la unicausalidad de estas entidades, lo que mostraría que las caracterizaciones en torno al cambio climático ya no pueden tener arreglos epistemológicos en los que las causas sociales estén aisladas de las naturales.

Ahora bien, frente al problema del conocimiento del mundo contemporáneo, numerosos científicos están apelando a tomar medidas a fin de evitar la pérdida de capacidad explicativa de sus dominios especializados, para ello han coincidido en convocar una participación interdisciplinaria. En retrospectiva, es posible que los síntomas de esta pérdida hayan tomado forma en los años

1970 a raíz de los llamados de científicos y epistemólogos a conformar una organización no disciplinaria del conocimiento. Así, primero se convocó a la multidisciplinaria, luego a la interdisciplina y por último a la transdisciplina y los sistemas complejos (Morin, 1999). Sin embargo, estos modelos siguen sin dar respuesta a los grandes desafíos conceptuales del mundo contemporáneo, puesto que —los llamados interdisciplinarios— aún se encuentran reservados a la separación causal de la naturaleza o la cultura.

A juicio de Michel Serres, la separación de las ciencias naturales de las sociales, heredada de la Modernidad, representa un gran obstáculo para la comprensión del mundo contemporáneo (Serres, 1994). Siguiendo esta idea, Bruno Latour considera que la incompreensión de los fenómenos contemporáneos se debe a la agudización de un proceso paradójico entre la construcción práctica del mundo —caracterizada por la producción de entidades híbridas— y su representación, determinada por la especialización cognitiva que divide las causas naturales de las sociales, así como por el establecimiento de fronteras infranqueables entre sí.

Ante el contexto descrito, en el presente libro se realiza el análisis de la organización del conocimiento sobre el calentamiento del clima, considerando tres aspectos importantes. Primero, la epistemología que distingue las causas naturales de las sociales ya no nos puede proporcionar las certezas que disfrutábamos hasta hace algunas décadas, y tampoco disponemos de una epistemología para referirnos a las causas en las que intervienen más entidades que las naturales-sociales. Segundo, al reunir los resultados de los trabajos etnográficos de la investigación científica y de la naturaleza, los antropólogos de las culturas premodernas están aportando elementos epistemológicos que no escinden la naturaleza de la sociedad, además de que reconstruyen los modos de identificación y relación con el mundo que estructuran las experiencias individuales y colectivas (Descola, 2005). Tercero, la epistemología política puede ser el tronco común del entendimiento unitario del conocimiento, tecnicidad, socialidad e intersubjetividad que media la relación de los hombres entre sí y con su entorno.

Sin embargo, cabe señalar que las propuestas epistemológicas alternas a la moderna no tienen un solo punto original de innovación intelectual, éstas siguen patrones de búsqueda locales y específicos, por lo que una estrategia de investigación reconstructiva y reflexiva puede obtener elementos epistemológi-

cos que ocurren en diferentes contextos de la producción de saberes. Así, en el amplio tratamiento acerca del cambio climático que ofrecen las organizaciones intergubernamentales e instituciones mundiales de investigación, es posible apreciar los trazos de una epistemología social en la que el entorno interactúa con los colectivos, lo cual puede ser estudiado en dos niveles: en la epistemología del medio ambiente contemporáneo y en aquella que aplican las instituciones y los equipos de investigación tecnocientífica del fenómeno del cambio climático.

Así, *grosso modo*, en la organización de las explicaciones sobre la variabilidad climática, las causas naturales y las humanas no corresponden a la unicausalidad de estas entidades. En este sentido, diversos estudiosos del cambio climático han acuñado el término influencia antropogénica (ONU, 1992; IPCC, 2001a) para caracterizar la influencia de la actividad humana en el ambiente; en tanto que otros autores sostienen la existencia de la variabilidad natural del clima (Jáuregui, 1979) como causa importante en el cambio climático. Un aspecto que resulta interesante es que en el reconocimiento de la influencia antropogénica del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), la capacidad de adaptación y de mitigación aluden a influencias naturales en el resultado de los efectos del cambio climático, con lo que se demostraría que sus caracterizaciones ya no pueden tener arreglos epistemológicos en los que las causas sociales estén aisladas de las naturales.

El diagnóstico epistémico fracturado en causas naturales o sociales del que partimos nuestro análisis es de origen serresiano-latouriano, pero la respuesta se nutre de reflexiones sobre un estudio de las tensiones epistémicas de Kuhn (1990), de la categoría metodológica de dispositivo heterogéneo de Foucault (1994, 1999), del análisis de las formas de encuadramiento y relación de la antropología de la naturaleza de Descola (2005), del uso del doble principio de simetría de Callon (1986), de nuestras propias investigaciones sobre tecnociencia (Arellano, Morales y Ortega, 2013; Arellano, 2007a) y de nuestra apertura para aprender del estudio de la investigación científica las formas epistemológicas de generar el conocimiento, las técnicas y las relaciones sociales que le son solidarias.

Particularmente, en este libro desplegamos nuestra elección epistémica que se expresa hipotéticamente en comprender el cambio climático como un fenómeno heterogéneo y multicausal de materialidad, conocimiento, técnica, colectivos e intersubjetividad. La demostración de esta designación epistémica

avanzará en la crítica de la construcción colectiva del conocimiento y tecnología contemporánea vinculada al estudio del cambio climático y, simultáneamente, al análisis de la construcción histórica de la idea de atmósfera y de los fenómenos que en ella ocurren, al análisis epistémico con el que operan los científicos contemporáneos sobre el cambio climático, sobre el estudio de la acción humana en el medio ambiente y sobre el clima y, para finalizar, un análisis explorativo dirigido a conocer la capacidad de investigación sobre el cambio climático en México. Empleando los términos del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), esta investigación aborda la construcción de las consideraciones epistemológicas sobre la investigación científica del fenómeno, la elaboración de escenarios, la adaptación, la mitigación y la elaboración de mecanismos en torno al cambio climático.

En este punto, vale la pena hacer una importante aclaración en torno al uso de los términos epistemología y tecnología sociales (Arellano, 2007a). Las consideraciones para separar la producción de conocimientos y de artefactos no tienen actualmente mucha consistencia teórica o empírica, de allí que desde hace algunas décadas y a partir de diferentes enfoques de los estudios sobre la ciencia y la tecnología se haya empleado el término tecnociencia. Sin embargo, este concepto tiene implicaciones en otros ámbitos de estudio de la actividad científico-técnica, particularmente en la epistemología. El término epistemología tiene una connotación relativamente estable para referirse al estudio de la elaboración del conocimiento científico, pero en este caso la palabra tecnología —que alude al estudio de la producción de la técnica— ha perdido tal significación y ahora se emplea para dar cuenta de los artefactos en sí mismos, dejando un vacío conceptual a la hora de su elaboración y análisis. El término tecnología podría solventar ese vacío.

Empero, dado que la tecnicidad es también una forma de actividad cognitiva, igualmente podemos emplear el término epistemología en un sentido genérico como el estudio de la producción de conocimientos acuñados conceptual y artefactualmente. En síntesis, epistemología social se refiere a la noción de conocimiento social genérico, incluyendo el que se expresa contenido en los artefactos (Arellano, 2007a).

Cabe destacar que el presente libro tiene como propósito exponer cómo las epistemologías social y política pueden analizar la construcción de la represen-

tación erudita del cambio climático y avanzar hacia esquemas de interacción heterogéneos más allá de la clásica relación hombre-naturaleza. Para entender la interacción entre diferentes aspectos en fenómenos complicados como el cambio ambiental, la epistemología y la metodología convencionales nos parecen insuficientes; por lo que es necesario recurrir a planteamientos y metodologías sustentados en la heterogeneidad de las mediaciones que representan interacciones en y el mundo.

En el capítulo I examinamos la relación epistemológica entre las ciencias de la naturaleza y de la acción colectiva a fin de obtener algunas líneas epistemológicas que posibiliten una mejor comprensión de los fenómenos heterogéneos y multicausales. En este sentido, en primer lugar planteamos el problema de la asimetría de la epistemología política modernista, el cual exenta a las ciencias de la naturaleza de la acción social comunicativa y política, y exonera a la actividad política de la científica. En seguida abordamos el resultado de la aplicación del relativismo epistémico en las ciencias y en las humanidades respecto a la destrucción de las nociones modernas de la naturaleza y la cultura. En tercer lugar analizamos la epistemología de las relaciones entre las ciencias naturales y las humanidades a propósito de la llamada “guerra de ciencias”. En cuarto lugar, exponemos las inconsistencias posmoderna y moderna en un intento por resolver la paradoja epistemológica sobre una naturaleza única y una cultura relativizada, aquí retomamos la propuesta latouriana de solución a la epistemología política moderna como método propedéutico de trabajo y finalmente, avanzamos en los trazos de un esquema epistemológico de sustento antropológico.

A lo largo del capítulo II, analizamos la historia científico-epistemológica de *Meteorológicas* de Aristóteles y *Los meteoros* de Descartes. Mostramos que, los trabajos antiguos sobre la climatología y meteorología han sido descuidados tanto por los científicos como por los filósofos contemporáneos. Los primeros seguramente encuentran que el contenido científico de los antiguos es anacrónico; los segundos consideran superfluo referirse a temas menores y ausentes de contenido filosófico. Nosotros, en cambio, encontramos que la filosofía de la naturaleza y el estudio de la atmósfera han sido cruciales para el pensamiento filosófico y la actividad científica en hitos de la historia de Occidente. En la actualidad, las discusiones sobre el llamado cambio climático, la meteorología y la climatología se han vuelto disciplinas de primera impor-

tancia mundial, sin embargo, aún se aprecia una inercia en los preceptos epistemológicos diseñados y heredados por los antiguos meteorólogos y filósofos como Aristóteles y Descartes. Otro análisis se refiere al vínculo entre epistemología y empiricidad en la obra filosófica y meteorológica de Aristóteles y Descartes, con el propósito de mostrar las vicisitudes de este vínculo, de modo que puedan emplearse de forma crítica para que en un futuro abordemos la organización epistemología-meteorología y climatología contemporáneas.

En el capítulo III, analizamos la recalcitrancia epistemológica de la bifurcación entre naturaleza y humanidad en los estudios sobre el cambio climático. Denominamos *recalcitrancia epistémica modernista* a la forma de producir conocimientos científicos, donde la descripción de los fenómenos mezcla causas naturales y sociales, pero separa su explicación en términos naturalísticos y sociales. Tomando como ejemplo los argumentos sobre las caracterizaciones en torno al cambio climático, en este apartado también abordamos el problema de la recalcitrancia epistemológica modernista en voz de autores e instituciones frente a las causas heterogéneas de los fenómenos. Así, con el propósito de avanzar en este objetivo, en primer lugar presentamos una síntesis de las explicaciones sobre el cambio climático; en seguida abordamos los discursos de las relaciones hombre-naturaleza en el cambio climático en las “ciencias naturales”, luego en las “ciencias sociales” y, finalmente, exploramos la posibilidad de eliminar esta recalcitrancia en el conocimiento en torno al cambio climático, para ello recurrimos a los resultados de la antropología de las ciencias y la naturaleza desde las epistemologías de recurrencia ontológica heterogénea.

En el capítulo IV planteamos la inevitabilidad del factor antrópico en el cambio climático; más aún cómo el hombre altera el curso de todo el ambiente que le rodea. Negar este hecho significaría aceptar que los humanos llevan una vida independiente de las entidades que le rodean, como lo han señalado los sociólogos y una existencia abstracta como lo han afrontado los filósofos; sería tanto como avalar las innumerables controversias entre los autores que sostienen afirmaciones circulares sobre la naturaleza social del conocimiento *versus* aquellos que defienden el estatuto realista del conocimiento social. Por su parte, la epistemología social considera que el entorno de los hombres es una entidad humanizada y, por lo tanto, el individuo es un ser naturalizado que forma parte de su entorno.

Por último, en el capítulo V presentamos un mapeo de la investigación mexicana sobre cambio climático, y revisamos los antecedentes de la capacidad de investigación. Al respecto, proponemos una vía sustentada en el punto de vista de los investigadores, documento que consiste en un análisis de los trabajos conocidos con el título de “Estudios del potencial de investigación mexicano sobre cambio climático”, además de una exploración metodológica con el objetivo de mejorar este tipo de estudios. Asimismo, examinamos los estudios del potencial de la investigación científica y tecnológica sobre el cambio climático en México, realizados durante 2002, 2005 y 2008 a través de un sondeo conducido por nosotros en 2010. Posteriormente se representa el mapeo de un estudio parcial realizado a contactos del estudio de 2008 que fueron consultados de manera distinta a la organización conceptual del IPCC, y finalmente presentamos algunas conclusiones de los estudios del potencial humano de investigación en el tema del cambio climático, de las que derivamos la propuesta de involucrar esquemas analíticos que tomen en cuenta la perspectiva del investigado y que permita presentar los vínculos heterogéneos que ocurren en la práctica de la investigación.

En suma, la hipótesis que sustenta el presente trabajo se basa en los conceptos de Alain Godard quien, apelando a la prudencia sobre la fragmentación de los conocimientos del llamado fenómeno del cambio climático, considera que: “sobre el trama de un clima cambiante por naturaleza y del cual falta comprender la variabilidad de diversos niveles de escala de tiempo y de espacio, viene a superponerse el impacto que introducen las actividades humanas” (Godard, 2001: 79). De modo que para demostrar nuestras hipótesis hemos planteado argumentos acerca de la epistemología de la relación de los organismos en sus entornos, los debates contemporáneos en torno a los cambios climáticos, las dificultades sobre la caracterización de la evolución climática y, finalmente, presentamos algunas reflexiones sobre la intervención humana en el clima.

Este libro se desarrolló en el marco de la investigación “La construcción social de conocimiento y de tecnología sobre el medio ambiente: el caso del cambio climático en México y Centro América”, clave Conacyt CB-2008-01-101876-101876, fondo SEP-Conacyt, conducido por Antonio Arellano Hernández, Claudia Ortega Ponce y Laura Maria Morales Navarro.

Agradecemos a la Universidad Autónoma del Estado de México y particularmente a la Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados el apoyo facilitado para la concreción de la investigación aquí presentada. Igualmente, reiteramos nuestro agradecimiento a Carmen Aguilera Padilla por el trabajo de lectura y afinación del texto, así como a Maira Gisela Rueda Vázquez por su colaboración en el cuidado de la formación e integración bibliográfica.

ANTONIO ARELLANO HERNÁNDEZ

*[Invierno de 2012]*





# Traduciendo la asimetría entre naturaleza única y cultura relativa: hacia una epistemología política de sustento antropológico\*

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Latour (1999a), desde los tiempos de Platón la ciencia ha sido la encargada de comprender la naturaleza, y la política de regular la vida social. En la Modernidad ese proyecto ha culminado laicizando al conocimiento y la política. Ha elevado el primero al estatuto de conocimiento representativo de la naturaleza, y al segundo lo ha encumbrado al de precepto de democracia representativa. Tomando como estudio de caso la epistemología de la ecología política, Latour se propuso reunir la actividad científica sobre la naturaleza en el juego normal de la sociedad, así como la acción social en la integración progresiva de un mundo común.

Premisas desde las cuales en este capítulo analizamos la crítica a la epistemología política contemporánea<sup>1</sup> y el potencial epistemológico que porta el programa de antropología como teoría de las mediaciones sociales, simbólicas, artefactuales e intersubjetivas que vinculan a los hombres con el mundo.

\*El autor agradece los comentarios de las corresponsables de la investigación Laura María Morales Navarro y Claudia Ortega Ponce, así como de León Arellano Lechuga en la precisión y mejora del documento. Una primera versión parcial de este capítulo ha sido publicada en Antonio Arellano (2011). “¿Es posible una epistemología política que solucione la asimetría entre naturaleza absolutizada y política relativizada?”, en Antonio Arellano Hernández y Pablo Kreimer, *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*, Bogotá, Siglo del Hombre Editores, pp. 57-98. La última parte es completamente reformulada respecto a la primera versión.

<sup>1</sup>El término *epistemología política* tiene varias fuentes, una de ellas proviene de la discusión epistemológica poshegeliana sobre la verdad que, pasando por Marx y Feuerbach, llega hasta la crítica de la ideología Lukács y Mannheim (Shomali, 2010); la otra llega de Michel Polanyi para intentar alejar la esfera política de la ciencia (Broncano, 2005). Latour ha empleado el término epistemología política en *Politiques de la nature* (Latour, 1999a), para aludir al estudio de la elaboración del conocimiento erudito científico que se bifurca en la modernidad, como epistemología de ciencias propiamente dicha, que involucraría a las ciencias naturales y sociales, así como la epistemología de las humanidades, y la epistemología feminista de los años 1980 como el texto de Salleh (1984).

Tomando como detonante la crítica de las *Políticas de la naturaleza* escritas por Latour, examinamos las epistemologías contemporáneas a la luz de nuestras propias indagaciones sobre la relación epistemológica entre las llamadas ciencias de la naturaleza y de la acción colectiva, lo que deriva en algunas líneas epistemológicas que brindan la posibilidad de mejorar la comprensión de los fenómenos heterogéneos donde el entorno, la sociedad, los artefactos y los conocimientos se encuentran indisolublemente comprometidos.

No obstante, para emprender esta tarea, en primer lugar, se plantean las características de la epistemología política modernista que exenta a las ciencias de la naturaleza de la acción social comunicativa y política, y a la actividad política de la actividad científica. En seguida se muestra el resultado de la aplicación del relativismo epistémico en las ciencias naturales y en la antropología que relativizan el conocimiento de la naturaleza y de la cultura reforzando el cultural y el monismo natural. Posteriormente, se analiza el estatuto de la llamada “guerra de ciencias” y su papel pedagógico mostrando las inconsistencias posmoderna y moderna en un intento por disolver la noción de “naturaleza única y cultura relativizada”. A continuación, se exponen los problemas que explican la asimetría de las epistemologías de las ciencias y las humanidades. En seguida, se exploran las posibilidades para solucionar la asimetría entre naturaleza única y culturas relativas expuestas por Latour. Después, se describen las limitaciones de la propuesta de solución latouriana a la epistemología política moderna. Finalmente, proponemos una solución que consiste en la incorporación de dimensiones surgidas del estudio antropológico de la hominización para el análisis de una teoría del conocimiento como teoría de la sociedad.

Entre los conceptos que se abordan en la presente investigación, entenderemos por epistemología política a aquella que se refiere a la elaboración de las representaciones generales de las ciencias y de la política (Latour, 1999a).<sup>2</sup> Asimismo, epistemología de las ciencias se refiere a los estudios cognitivos de las llamadas ciencias naturales y las humanidades. Con estas especificaciones, precisamos que el polo de las ciencias naturales a las que se refiere Latour en su epistemología política moderna debería ser considerado de modo más gene-

<sup>2</sup>Para precisar algunos argumentos, se puede consultar “¿Qué hacer de la ecología política? ¡Otorgar la democracia a las ciencias!” (Arellano, 2002).

ral, partiendo del hecho que, proviniendo del ser humano, las únicas ciencias que existen son las humanas (Margolis, 2008), mismas que se han desplegado en la Modernidad para dirigirse al conocimiento de la naturaleza y la cultura.

#### LA NOCIÓN ASIMÉTRICA NATURALEZA Y POLÍTICA EN LA EPISTEMOLOGÍA POLÍTICA MODERNISTA

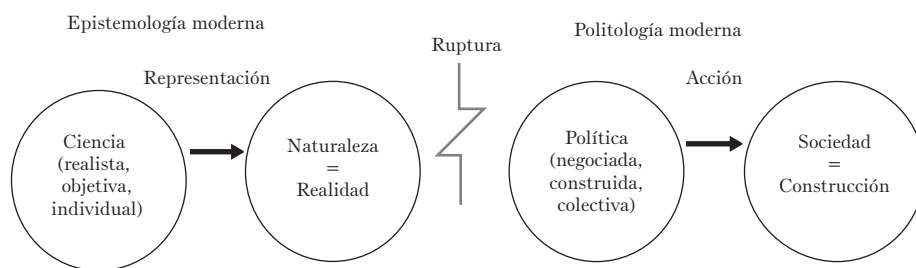
Desde la antigua asignación como reguladora de la vida social hasta la política y de la comprensión de la naturaleza a las ciencias, la Modernidad proveniente de la filosofía clásica griega y específicamente de Platón se estableció en una epistemología política compuesta por la representación asimétrica de la producción y la legitimación de la ciencia y la política (Latour, 1999a).

Es así cómo en la Modernidad los temas de la representación del conocimiento de la naturaleza y de la política se han popularizado bajo la siguiente configuración asimétrica. En la política todas sus propuestas de acción se consideran construidas en torno a los grupos que las elaboran y sostienen, en tanto que el método de la política asigna relatividad a las acciones de los colectivos que les dan vida. En general, en la politología se ha popularizado una imagen en la que todos los temas se tornan discutibles, pueden ser rebatidos y negociables entre sus actores; es decir, se reconoce la inexistencia de un punto de vista privilegiado. Después de la caída de los regímenes absolutistas del siglo XX y de la debacle de la dominación de la racionalidad burocrática imaginada en las teorías weberiano-marcusianas, las corrientes modernistas aceptan el derecho exclusivo a la acción autónoma, al disenso y a los derechos alternos de sus actores.

En cambio, en la investigación científica los conocimientos se caracterizan por ser realistas. El método para obtenerlos se basa en la aplicación de ciertas reglas únicas y no puede depender del grupo que lo aplica. La ambición por alcanzar la verdad objetiva como representación de la naturaleza ha llevado a suponer que la objetividad científica es el último eslabón en la evolución del conocimiento de la realidad, y por tanto la actividad científica consiste en revelar verdades universales. Este planteamiento ha brindado la idea de la existencia de una naturaleza única, objetiva y universal.

La epistemología política moderna se expresa en la asimetría según la cual la ciencia es una representación objetiva, externa al hombre y apenas aprehensible mediante actos de inteligencia de ciertos individuos sobre la naturaleza; mientras que asimétricamente, la política se refiere a la acción colectiva, construida y negociada del hombre (figura 1).

FIGURA 1  
EPISTEMOLOGÍA POLÍTICA MODERNA



Fuente: Interpretación del autor con base en Latour (1999a).

La repartición asimétrica de las representaciones de la naturaleza y la acción política —que se han adjudicado científicos y políticos—, se vincula en el momento en que ambas partes manifiestan un acuerdo que organiza la epistemología política, según la cual el mundo se representa como una naturaleza única y objetiva, así como una sociedad plural y relativa en la que ambas son interpenetrables. La gran paradoja de la Modernidad significa vivir en una epistemología política en la que los científicos se disputan la razón sobre la naturaleza, mientras que los políticos participan en debates para imponer sus puntos de vista sobre asuntos y soluciones relativizados por la competencia política. Los primeros hablan en nombre de la naturaleza y los segundos dicen hablar en representación de los colectivos.

La epistemología política moderna funciona a condición de asumir que el trabajo en las ciencias de la naturaleza está exento de la acción sociopolítica, negando los mecanismos sociales que permiten lograr acuerdos sobre la veracidad científica. De manera inversa, la actividad política no incluye acuerdos cognoscitivos sustentados en representaciones sobre la realidad externa.

Epistemológicamente, la ciencia moderna ha erigido ciertos conocimientos eruditos en verdades que sirven como referencia en la elaboración de otras verdades imponiendo, de este modo, la visión de un grupo particular (científicos de Occidente). En el contexto político, la ciencia se emplea de forma ideológica en el soporte de una dictadura epistemológica orientada a imponer la aceptación de certezas caracterizadas como representativas de la realidad y acallar representaciones e imágenes alternas del mundo provenientes de otros grupos (minorías, marginados, etcétera). Por el contrario, la política moderna ha erigido la práctica democrática como norma que sirve para la formulación de otras prácticas. De modo objetivo, la política se emplea de manera erudita como soporte de una dictadura profesional dirigida a imponer la aceptación de prácticas caracterizadas como representativas de la sociedad y silenciar las prácticas políticas alternas provenientes de grupos que viven fuera del ámbito de la democracia.

Es muy factible que Jürgen Habermas, en su condición de uno de los últimos defensores del modernismo, sea quien ilustre de forma lúcida la asimetría de la epistemología política de la Modernidad. En su *Teoría de la acción comunicativa*, Habermas reclama el ejercicio de la acción comunicativa como instrumento de la integración social en el mundo de la vida, pero al mismo tiempo acepta la ineluctabilidad de la acción instrumental (Habermas, 1987). En esta asimetría, supone la acción comunicativa eximida de la participación de los objetos e, inversamente, imagina la evolución de la ciencia y la tecnología surgida de la acción comunicativa. El contenido epistemológico modernista de Habermas se expresa en el reconocimiento de una *naturaleza externa* única representativa de un mundo exterior, que coexiste de manera dual con el ejercicio de la acción comunicativa en el mundo (Habermas, 1998).

Capitalizando la terminología habermasiana, podemos decir que la constitución de la epistemología política modernista impone una separación entre la epistemología de las ciencias de la naturaleza y la de la política; exime a las ciencias de la acción comunicativa y política, y exonera a la actividad política de la científica.

Latour ha expuesto el problema de la epistemología política moderna en *Politiques de la nature*, tomando como objeto de estudio la ecología política y, por tanto la aplica a los términos de naturaleza, expresada como medio ambiente y política ambientalista (Latour, 1999a). Esta asimetría se expresa en la

distribución especializada de la producción de conocimiento entre las ciencias naturales y las humanidades.<sup>3</sup>

En nuestro caso, examinamos la expresión de la epistemología política de la Modernidad como un problema que, trascendiendo la repartición de conocimientos, organiza una asimetría entre la epistemología de las ciencias y la de las humanidades. Esto significa que en la Modernidad la unicidad de las prácticas cognitivas se ha escindido en objetos de estudio distintos e inconmensurables, representados para conocer, ya sea la naturaleza o lo humano; y en métodos de estudio diferentes y de gran magnitud para reconocer la unicidad de la naturaleza o la relatividad de las culturas.

#### EL PAPEL DEL RELATIVISMO EPISTÉMICO POSMODERNO EN LA DESTRUCCIÓN DE LA NOCIÓN MODERNA DE NATURALEZA Y DE CULTURA<sup>4</sup>

La epistemología política moderna así como las de las ciencias y de las humanidades funcionaron relativamente bien hasta hace algunas décadas como accesos legítimos y funcionales para la intervención e instrumentalización acelerada de la naturaleza y de la fabricación de nuevos objetos. La representación política permitió, por su lado, aceptar la separación de la sociedad y la naturaleza. Sin embargo, en las últimas décadas estas epistemologías han dejado de operar eficientemente (Latour, 1991).

Desde hace algunos decenios la epistemología política modernista ha sufrido dos grandes deterioros en su capacidad explicativa. Autores como Althusser (1967), Sánchez Vázquez (1978), Habermas (1973), Lévy-Leblond y Jaubert (1980) criticaron la neutralidad política de la ciencia y la identificaron como ideología. En términos de epistemología política, por un lado, apareció el movimiento de la interdisciplinariedad científica en los años 1970 del siglo pasado, criticando las explicaciones científicas universalistas y realistas.<sup>5</sup> Por otro, la

<sup>3</sup>Este problema fue abordado por el mismo autor en *Nunca hemos sido modernos* (1991) y otros textos.

<sup>4</sup>En este apartado empleamos algunos argumentos trabajados en nuestros estudios de la llamada "Guerra de ciencias" (Arellano, 2000a) y de la epistemología política (Arellano, 2011).

<sup>5</sup>Los primeros síntomas de esta fatiga tomaron forma en los años 1970 en los llamados de científicos y epistemólogos a la organización no disciplinaria del conocimiento, particularmente del diagnóstico de Piaget sobre la reconfiguración del conocimiento a principios de la década de los

debacle del llamado socialismo real significó el abandono de las reminiscencias de la perspectiva científico-universalista en la política del socialismo científico. El primer deterioro dio paso al movimiento posmodernista en el ámbito científico, que se expresó en la interpelación del contenido de las nociones modernas de naturaleza y de cultura y promovió el relativismo epistemológico en todas las esferas del conocimiento; el segundo permitió el acceso a las ideologías individualistas, al liberalismo y a la privatización de múltiples áreas del mundo.

El movimiento posmodernista ha atacado las raíces mismas de la epistemología científica moderna sustentada en el objetivismo, el realismo, la racionalidad y la univocidad interpretativa (verdad absoluta) principalmente. Los posmodernistas han diagnosticado la disolución de la epistemología científica moderna, augurado el surgimiento del eclecticismo, el relativismo (Gross y Levitt, 1994), la polisemia y la virtualización (lado izquierdo de la figura 2), y han promovido el desprecio a las referencias empíricas. Por ello no es difícil comprender su beneplácito respecto al agotamiento explicativo de las teorías tradicionales y sus alegorías al supuesto agotamiento de la historia (Fukuyama, 1992).

El instrumento epistemológico del posmodernismo ha sido el relativismo; no en vano ciertos científicos modernistas se han lanzado contra él; por ejemplo, para los físicos teóricos Sokal y Bricmont (1997), “el peligro mayor del posmodernismo radica en el relativismo epistémico [...], específicamente, de la idea —mucho más extendida [...] de que la ciencia moderna no es más que un mito, una narración o un constructo social<sup>6</sup> entre muchos otros” (Sokal y Bricmont, 1997: 8).

El empleo del relativismo epistémico en el conocimiento de la naturaleza y del entorno humano ha provocado la pérdida de confianza en la noción de la

---

setenta (Piaget, 1970). Primero se llamó a la multidisciplina, luego a la interdisciplina y finalmente la transdisciplina y los sistemas complejos (Morin, 1999), pero estos modelos no han dado respuesta a los grandes desafíos conceptuales del mundo contemporáneo y, en cambio, se han transformado en esquemas normativos de las políticas científicas.

<sup>6</sup>El tema del relativismo epistémico está emparentado con el constructivismo y más cercanamente con el llamado constructivismo social. El constructivismo tiene, como el relativismo, múltiples interpretaciones epistemológicas, algunas que rayan en el idealismo, cuando aceptan la disolución de la realidad y consienten la afirmación según la cual es una construcción social relativa a los actores involucrados; pero otras apelan al materialismo cuando aceptan que en la elaboración de la realidad participa la sociedad. Reconociendo la cercanía entre relativismo y constructivismo, en este trabajo evitamos adentrarnos en el segundo para profundizar en la dualidad existente en la epistemología científica modernista.



verdad y ha opacado la antigua certeza sustentada sobre el alcance cognoscitivo de la naturaleza; en cambio, ha permitido la proliferación de innumerables e inconmensurables concepciones sobre la realidad. La pérdida de la veracidad moderna, resultado de la adopción del relativismo epistémico por numerosos científicos, ha implicado directamente la negación de una relación estrecha entre naturaleza y ciencia, así como de alguna *equivalencia* entre realidad y conocimiento. El impacto del relativismo epistémico se expresa en que si las concepciones sobre la naturaleza no tienen un punto de vista privilegiado, son inconmensurables y se organizan en paradigmas que corresponden con los científicos que las comparten; luego entonces, resulta inminente la declinación de la fuente de veracidad y certeza de las características de la realidad.

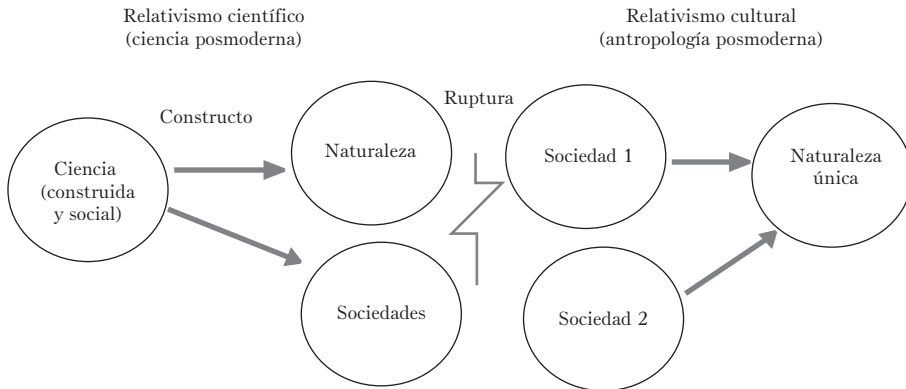
El relativismo epistémico tiene múltiples orígenes y fuentes. Algunos se encuentran en posiciones tan distintas como la tesis de la subdeterminación de Duhem-Quine, la tesis de la indecidibilidad en el *teorema de Gödel*, las nociones de inconmensurabilidad de la teoría de los paradigmas científicos de Kuhn (1971) y, de manera más clara, en el anarquismo epistémico de Feyerabend quien, extendiendo la crítica a la razón al campo de la epistemología, lo convirtió en uno de sus argumentos contra la *dictadura de la razón* (Feyerabend, 1979). No tenemos la intención de atribuir a estos autores el título de posmodernos o de fundadores de tal posición, en cambio queremos señalar la posibilidad de rastrear el relativismo epistémico a partir de posiciones epistemológicas aparentemente antagónicas al relativismo epistémico posmoderno, y remarcar el resultado de éstas y otras posiciones antiabsolutistas y antiuniversalistas en la depotenciación de los atributos modernistas de la noción de objetividad, de verdad, de realidad y finalmente de naturaleza.

El relativismo epistémico induce a imaginar la fragmentación y disolución de la realidad, aceptar la inaccesibilidad a la naturaleza; o bien, a reconocer que la objetividad debe ser entendida como vínculo y *adecuación*<sup>7</sup> entre la naturaleza y el conocimiento distribuidos y jeraquizados socialmente. Así, el contenido

<sup>7</sup>Retomamos el reconocimiento de Giddens a Schutz como el introductor del principio de adecuación para rendir cuenta de la relación pertinente entre los conceptos teóricos de las ciencias sociales y las nociones que los actores mismos utilizan para actuar comunicativamente en el mundo de las significaciones (se puede consultar la importante contribución de este principio a la metodología de la doble hermenéutica en las nuevas reglas del método sociológico de Giddens, 1987).

de la idea kuhniana de la inseparable composición teórico-social de los paradigmas refrendada en la *Posdata* de 1969 (Kuhn, 1971), y coincide con aquellas afirmaciones que delimitan el alcance de las verdades a las regiones de sus comunidades epistémicas. Esta relativización disolvente de la noción de realidad y, por lo tanto, contra la idea de naturaleza única y separada del hombre es el embate mayor del posmodernismo epistémico contra el modernismo científico.

FIGURA 2  
 APLICACIÓN DEL RELATIVISMO EPISTÉMICO EN CIENCIAS Y HUMANIDADES



Fuente: Elaboración propia.

Las verdades del conocimiento social también han sido trastocadas por el relativismo epistémico. Es posible que una de las grandes víctimas del relativismo haya sido la teoría del socialismo científico, que al proclamar la ineluctabilidad de las leyes evolutivas de la sociedad y el advenimiento del socialismo como etapa previa al comunismo (Marx y Engels, 1974), simplemente ha sido abandonada y relativizada por la idea de readaptación del capitalismo postindustrial. La relativización de las grandes verdades sociales ha sido un proceso consistente, al grado que algunos, como Fukuyama (1992), han pensado en haber alcanzado el fin de la historia y otros, como Ramonet (1995), protestan contra la posibilidad de establecer el llamado “pensamiento único”.

El análisis de la antropología resulta útil para las ciencias humanas debido a que su objeto de estudio está centrado en el hombre, así como en el método

etnográfico que se aplica y se expresa en tres ámbitos de interés epistemológico: la relativización que genera del conocimiento precedente, el análisis del estatuto cognoscitivo de las culturas estudiadas y, finalmente, las reflexiones del alcance de sus propios conocimientos. El carácter relativizador de la antropología es consustancial con sus objetivos disciplinarios. Desde tiempos de Buffon, los antropólogos igualaron el estatuto cultural de los hombres y los diferenciaron en razas relativas al clima (Buffon, 1749-1789); en los siglos XIX y XX relativizaron la cultura occidental a una de tantas culturas, y el estatuto de sociedad trascendente establecido por Durkheim fue relativizado por Mauss al sitio de una sociedad mediadora (Descola, 2001). Desde siempre, la antropología ha relativizado el conocimiento acuñado por otras disciplinas otorgándoles ámbitos de expresión colectiva específica; en el fondo, la noción de etnicidad se refiere al potencial de relativización social de los fenómenos humanos, pero al mismo tiempo a la cualificación de unicidad de fenómenos humanos. La identificación de los fenómenos relativos a etnias ha sucedido, como veremos adelante, en los estudios sobre la producción de conocimientos científicos.

Por otro lado, prácticamente no hay ámbitos de la antropología que no aborden el estatuto cognitivo y técnico de las culturas estudiadas, trátase de estructura de los mitos y de las cosmologías de las sociedades, de las estructuras de parentesco, de las etnociencias, etcétera. Finalmente, el conocimiento antropológico se refiere al estatuto cognitivo de las culturas estudiadas y, recíprocamente, del régimen cognitivo de él mismo (Sperber, 1982) como estatuto del conocimiento occidental.

Con base en los elementos señalados en los párrafos anteriores, los efectos de la incursión del posmodernismo en las ciencias sociales y humanas pueden examinarse emblemáticamente en la autollamada antropología posmoderna.

A partir del punto de vista metodológico, es decir etnográfico, los antropólogos posmodernos han centrado sus preocupaciones cognoscitivas en la representación de la práctica antropológica, vista como una relación cognitiva en la que la relación sujeto-objeto de conocimiento es una interacción comunicativa entre el etnógrafo y el informante.

Asimismo, desde De Gérando hasta Malinowski, los antropólogos clásicos mantenían una posición epistemológicamente realista respecto a los grupos que estudiaban; se suponía que el etnógrafo podía acceder a conocer objetivamente

las culturas que estudiaba (De Gérando, 1820; Malinowski, 1968 y 2002). Sin embargo, en las últimas décadas esta posición epistemológica realista ha sido profundamente criticada por los antropólogos posmodernos. Siguiendo el mismo patrón de crítica que el empleado para desacreditar a las ciencias llamadas naturales o exactas, los antropólogos posmodernos como Geertz y Clifford (1998) han atacado las raíces modernas de los estudios culturales contemporáneos. Han denunciado que la antropología y sus monografías son inexactas, subjetivas, relativas, construidas por el etnógrafo (por eso Geertz y Marcus hablan del constructo etnográfico); han declarado la imposibilidad etnográfica para alcanzar la observación objetiva de otra cultura debido a la ineludible subjetividad del etnógrafo y de sus informantes (Geertz, 1989); han promovido el rompimiento del vínculo problemático de la objetividad como relación de adecuación entre el objeto de estudio y el sujeto cognoscente; el autóctono ha devenido en la fuente de inspiración para ejercitar la literatura antropológica (Geertz, 1989); han relativizado el conocimiento del informante y el del antropólogo en un espacio social inconmensurable (Geertz, 1989; Geertz y Clifford, 1998).

Estos antropólogos han creado una hipóstasis de los tráficos del lenguaje entre los participantes en el juego etnográfico, relativizándolo al punto de indicar que los textos antropológicos son sólo un género más de literatura, provocando que las discusiones sobre la pertinencia cognitiva y la autoridad autoral de las acuñaciones y conceptos se trasladen de la crítica epistemológica a la crítica literaria.

La aplicación del relativismo epistémico al análisis de las culturas propuesta por los antropólogos posmodernos redundante en la promoción del relativismo cultural. A largo de su literatura, cabe señalar su silencio sobre la idea de naturaleza, agudizando la epistemología científica moderna a la que nos referimos, según la cual las culturas son relativas a ellas mismas, existiendo sobre un trasfondo natural único, definido por la cultura occidental.

La Modernidad opera con la separación epistemológica de la naturaleza y la cultura; de manera que aunque analíticamente la naturaleza no aparezca o sea una entidad vacía de contenido opera cognoscitivamente en la construcción autorreferencial de la cultura. De este modo, el fondo natural que supuestamente es compartido por todas las culturas corresponde implícitamente con las ideas estabilizadas de naturaleza surgidas del mundo científico técnico occi-

dental y no de las acuñaciones cognitivas de las otras culturas (lado derecho de la figura 2). Así, por ejemplo, la noción de *sustentabilidad* corresponde con cierta opinión occidental de la economía de los recursos naturales y no necesariamente de la disposición local de los bienes disponibles para la reproducción de los colectivos de acuerdo con sus propias perspectivas.

De forma paradójica, estos antropólogos problematizan la interpretación de las culturas desde una perspectiva modernocentrista, despojando a los miembros de las culturas exóticas de la posibilidad de participar en la cooperación interpretativa y de la negociación conceptual en la interpretación de las culturas (Geertz, 1992) en todo su plexo, y no sólo en la interpretación de los ámbitos meramente humanos; o mejor dicho, coartados de la interinterpretación de las políticas epistemológicas de las culturas. Al evadir la dimensión ambiental de los hombres, no se toman en cuenta las polémicas en torno a la definición de la naturaleza que ocurren en el ámbito de la investigación naturalística y de los conocimientos que otras culturas tienen sobre aquellas entidades no problematizadas y “naturalizadas” que no pertenecen a su mundo moderno-occidental.

Los antropólogos posmodernos han afianzado la paradoja de la epistemología científica moderna relativizando el conocimiento de las culturas (lado derecho de la figura 2) y absolutizando, con su silencio sistemático, la idea del estatus de la naturaleza única como marco de los procesos culturales. En aras de ser resueltamente posmodernos, estos antropólogos refuerzan la epistemología científica modernista (lado izquierdo de la figura 1).

Al reunir el papel del relativismo posmoderno en la destrucción de las nociones modernas de la naturaleza y la cultura, podemos decir que la explicación de la naturaleza ha resultado distribuida como lo describía Kuhn en *Posdata* de 1969, en la que “cada grupo comparte categorías” (Kuhn, 1971), en tanto que la explicación de la cultura ha derivado en una proliferación de constructos culturales dependientes de las literaturas de sus autores (figura 2). El diagnóstico de los posmodernos es exacto, ya no puede sostenerse el absolutismo de las nociones de la naturaleza y la cultura, pero es parcialmente exacto pues absolutiza, desde la idea de naturaleza, la relativización cultural y, a partir de la idea de cultura, la de naturaleza única.

Ahora bien, empleando el relativismo como instrumento crítico en el examen de la epistemología política moderna, encontramos que si aplicamos el

relativismo a la ciencia, como lo promueven los posmodernos, la asimetría entre la consideración de una naturaleza única y la de una política relativa se igualaría (lado derecho de la figura 1 y lado derecho de la figura 2). La imagen del conocimiento elaborado indicaría que las nociones científicas de la realidad se encontrarían en la misma circunstancia relativa y sin un punto de vista privilegiado, sólo la elaboración de propuestas en el ámbito de la política.

Entonces el mundo sería coherentemente ecléctico y disperso en el que cada fragmento de aparente realidad sería relativo a cada persona. Sin embargo, este mundo sería poco realista pues no explicaría los vínculos que mantienen unidos a todos los seres y las cosas que comparten el mundo. En todo caso, la indagación de esas integraciones podrían venir de imágenes más realistas en las que la investigación y la política seguirían caminos más cercanos. Estas imágenes tienen mucho de realismo, pues los científicos y los políticos hoy día tienen que hacer política y ciencia para resolver sus problemas específicos; los primeros deben ordenar sus categorías en las palabras clave de la política científica y los políticos deben argumentar la pertinencia de sus propuestas en las palabras clave de la científicidad política, entendida como políticamente correcta.

En reacción con los posmodernistas, muchos socioantropólogos de ciencias y técnicas afiliados a lo que se conoce como movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad, han complicado la epistemología política mostrando las dificultades de la epistemología científico-técnica contemporánea y la dificultad de aplicar el modelo modernista de la conceptualización de la naturaleza absolutizada (Lynch, 1985b) y la política relativa; pero igual ocurre con los intentos de absolutización del posmodernismo (Latour, 2004). Retomaremos este tema más adelante, pero podemos apreciar que el problema mayor de los relativismos epistémicos reside en que concentrándose en el elogio de la dispersión cognitiva y de la relativización de cualquier verdad, ignoran la explicación del vínculo de los acuerdos y las negociaciones acuñadas cognitivamente, de la acción comunicativa que permite los consensos, de la puesta en equivalencia de entidades que permiten compartir el mundo. Entonces el problema real sería explicar de qué manera el proceso de relativización científico y político se acompaña de las acciones de los científicos en las que se acuñan negociada y contingentemente sus propuestas de validez científica y de pertinencia política.

LA GUERRA DE CIENCIAS Y LOS ESTUDIOS SOCIALES DE CIENCIAS  
CONFRONTADOS CON EL RELATIVISMO CIENTÍFICO

En el apartado anterior abordamos los debates epistemológicos en torno a las ciencias naturales y los estudios culturales. En éste, nos centramos propiamente en los debates epistemológicos sobre las llamadas ciencias naturales. Dividimos el análisis en dos partes, en la primera analizamos el debate en torno al conocimiento de la naturaleza y en la segunda el conocimiento social de la naturaleza.

Vale la pena mencionar que una parte importante de este apartado reside en que centrados sobre las llamadas ciencias naturales y las polémicas mediáticas, existirán puntos de contacto con las controversias sobre el calentamiento climático, como veremos en el capítulo IV.

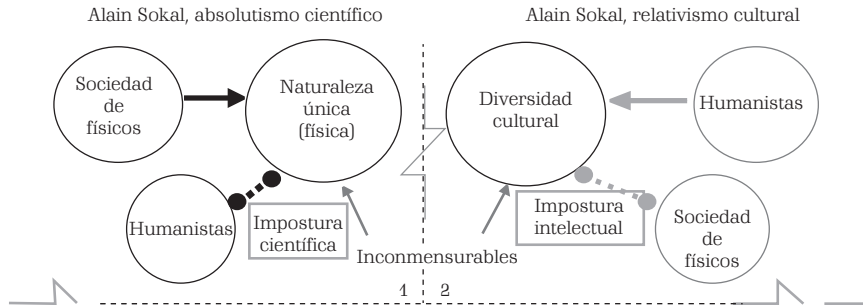
El debate sobre el conocimiento en ciencias y su epistemología ha girado en torno al relativismo epistémico. Las posiciones en pro y en contra del relativismo epistémico han configurado la llamada *guerra de ciencias*<sup>8</sup> entre científicos de la naturaleza y estudiosos de las humanidades opinando sobre la ciencia (Arellano, 2000a; figura 3).

Como sabemos, el “escándalo” desatado por el físico teórico Alan Sokal por la supuesta impostura científica de algunos prominentes intelectuales de las humanidades, derivó luego de un tiempo en lo que se llamaría la *guerra de ciencias* entre epistemólogos, científicos y humanistas (Arellano, 2000a), y finalmente el debate se dirigió contra los estudiosos de ciencias (Callon, 1999).

Conviene recordar que el conocimiento en ciencias representa para los epistemólogos modernos el ámbito de las verdades absolutas; pero paradójicamente para los posmodernistas es el espacio de las grandes relativizaciones. La *guerra de ciencias* mostró dos aspectos epistemológicos simétricos; señaló cómo ciertos científicos defienden la copresencia del absolutismo en las ciencias (cuadrante 1 de la figura 3) y del relativismo cultural (cuadrante 2 de la figura 3); por su parte, ciertos estudios de la ciencia defienden el relativismo en ciencias y el absolutismo sociológico; sin embargo, ambos evitan el tráfico entre relativismos y absolutismos.

<sup>8</sup>Para familiarizarse con el escándalo y sus consecuencias epistemológicas se puede consultar a Arellano (2000a: 56-66). “La guerra entre ciencias exactas y humanidades en el fin de siglo: el escándalo Sokal y una propuesta pacificadora”.

FIGURA 3  
LA GUERRA DE CIENCIAS



Fuente: Elaboración propia a partir de Arellano (2000a).

En este contexto, Sokal y Bricmont se han opuesto rotundamente al relativismo en las ciencias distinguiendo el relativismo filosófico del metodológico. Del primero, aceptan que la verdad de una propuesta depende de quien la interpreta; también el relativismo en sus versiones éticas o estéticas, de modo que no hay grupo social capaz de imponer sus valores ni sus gustos a otros colectivos (Sokal y Bricmont, 1997) (cuadrante 2 de la figura 3). Sin embargo, es inaceptable el segundo en la medida que se sostiene la imparcialidad en la evaluación del desarrollo del conocimiento (Sokal y Bricmont, 1997; Bricmont, 1997).

Para Sokal y Bricmont, a riesgo de caer en imposturas, la física debe ser un campo de estudio exclusivo de físicos, en el que sólo ellos pueden juzgar, certificar y legitimar su producción y consumo científicos (cuadrante 1 de la figura 3).

Pero la tarea pedagógica de Sokal y Bricmont<sup>9</sup> es notable si entendemos que su abstención a pronunciarse en los temas culturales para evitar caer, en esta ocasión, en imposturas científicas, aclara su posición de relativistas culturales<sup>10</sup>

<sup>9</sup>Recordemos que el escándalo fue propiamente desencadenado por las publicaciones de Alan Sokal en *Social Text* y *Lingua Franca*, mientras que la argumentación epistemológica posterior fue el resultado de la colaboración con Jean Bricmont. La posición de Sokal se acota a opiniones científicas; en cambio Bricmont discute de manera enfática la epistemología (Debray y Bricmont, 2003).

<sup>10</sup>Obviamente esta abstención se refiere al pronunciamiento sobre los contenidos de los temas culturales, pues recordemos que el objetivo de sus publicaciones en revistas culturales consistía en experimentar socialmente la facilidad de hacer pasar imposturas científicas en las revistas culturalistas e ilustrar la proliferación de las imposturas intelectuales en el campo de los estudios culturales (Sokal, 1996a, 1996b y 1996c).



(cuadrante 2 de la figura 3). Como se puede apreciar, la posición de los autores muestra con gran transparencia esto que hemos denominado en la epistemología científica moderna: absolutismo científico y relativismo cultural.

Así fue como estos autores iniciaron su guerra fundamentalmente contra los intelectuales posmodernos más reconocidos como Derrida, Guattari, entre otros.<sup>11</sup> Los físicos los acusaban de defender la impostura científica, según el cuadrante 1 de la figura 3, pero en el fondo les señalaban su relativismo epistémico y con ello su falta de compromiso con la objetividad y las verdades modernas. Y tenían razón en denunciar el uso generalizado de la relativización cultural y su desconfianza en las verdades universales de la ciencia que portaban estos autores.

En esta primera parte del apartado nos hemos referido al debate posmoderlista en el plano de la relativización de las ciencias físicas y naturales, pero la guerra de ciencias mantiene su importancia como objeto de estudio en la medida que ha implicado la respuesta de los estudiosos de la cultura científica y, sobre todo, de manera más precisa de los sociólogos de ciencias bloorianos. A continuación abordaremos las posiciones de estos últimos para realizar un ejercicio comparativo de las asimetrías puestas en escena.

El combate de Sokal y Bricmont se dirigió contra lo que ellos llamaban posmodernos de los estudios culturales, pero también contra los estudiosos de las ciencias y las técnicas. Denuncian sobre estos últimos, la relativización del conocimiento científico realizado por los que llaman sociólogos constructivista-relativistas. Desde luego que en esta guerra contra ciertos humanistas y sociólogos, los autores tienen razones bien fundamentadas. Así, la impugnación al relativismo epistémico se cumple puntualmente en algunas vertientes de los estudios sociales de la ciencia.

<sup>11</sup>Derrida respondió que “Ignorando los debates y las bibliotecas de trabajos epistemológicos, ellos (Sokal y Bricmont) antes de oponer los ‘sabios’ a los otros, dividen el campo científico mismo y el del pensamiento filosófico” (Derrida, 1997: 17) y, Guattari respondió antes de su muerte: “En mi elucubración teórica, no hablo como una referencia científica. Cuando tomo material de la ciencia, yo lo tomo como un poeta toma sus fragmentos. Yo no hablo de la teoría del caos tal como ella ha sido desarrollada en termodinámica y en todo tipo de dominios. En mi caso, lo que me interesa de esto es la historia de los *attracteurs étranges* (lugares donde se pueden fijar coordenadas de un evento) (Guattari, 1992: 8).

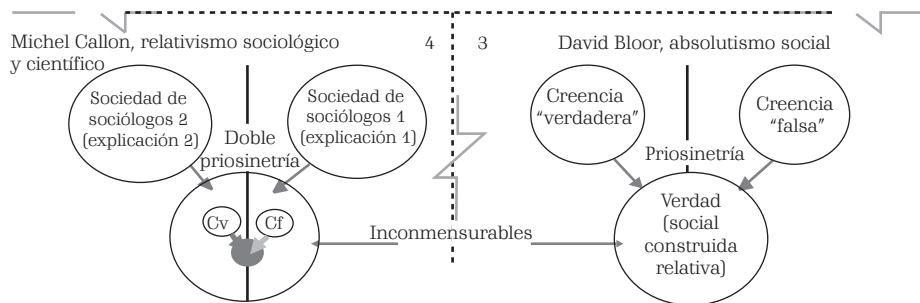
Ejemplo de esta relativización y demérito de las ciencias se encuentra en la afirmación de los sociólogos constructivistas Barnes, Bloor y Henry en su libro *Scientific Knowledge: A Sociological Analysis*, en el cual, estos autores escriben que “la astrología no responde menos a los criterios del método científico que la astronomía y que es concebible que un día aquélla se preste a un triunfo del método científico” (Barnes, Bloor y Henry, 1996: 140-141). Sucede lo mismo en el caso del Programa Empírico del Relativismo impulsado por Collins. Efectivamente, reuniendo relativismo y constructivismo social, Collins considera que la clausura de los debates y las controversias científicas no se basan en procedimientos lógico-experimentales, sino en factores sociales como el poder, la retórica y otros mecanismos sociales (Collins, 1985).

No obstante, Sokal y Bricmont no consideraron que para algunos estudiosos de la ciencia, las controversias y las negociaciones científicas conforman el ambiente en el que los propios científicos acuerdan sus procedimientos, sus evidencias, sus hechos y obvian el ambiente permanentemente controversial de sus disciplinas a lo largo de toda la historia. Así, para un grupo de sociólogos de ciencias, el problema de la elaboración de la evidencia científica es más complicado que como popularmente se ha idealizado, pues no se reconoce el papel que juegan las controversias en la construcción de los conocimientos (Collins, 1998).<sup>12</sup> Desde luego, Collins hace apología del papel de las controversias y menosprecia el de las negociaciones; en contraste con otros autores como Callon, Shapin y Schaffer.

En cambio para Bloor, la sociología del conocimiento científico es capaz de explicar su contenido partiendo del hecho de que todas las creencias han de explicarse como fenómenos sociales. Bloor propone que los sociólogos sean imparciales y simétricos respecto a la verdad y la falsedad, la racionalidad y la irracionalidad, el éxito y el fracaso de los conocimientos, señalando que ambos lados de estas dicotomías requieren de explicaciones causales (Bloor, 1982) (cuadrante 3 de la figura 4).

<sup>12</sup>Como dice Collins: “el problema es que la imagen popular de la ciencia se asocia a una banda transportadora para el acuerdo; el desacuerdo implica incompetencia, predisposición o la interferencia política. Si se demuestra que el desacuerdo está fundado dentro de lo mejor de las mejores ciencias duras, la imagen del desacuerdo cesará de considerarse el síntoma de una patología” (Collins, 1998: s.p.).

FIGURA 4  
DEBATE BLOOR-CALLON



Fuente: Elaboración propia a partir de Arellano (2000a).

Por su parte, los sociólogos bloorianos actúan como observadores de la actividad científica sin consentir privilegios ni marginaciones para los científicos en sus disputas. Esto significa que las nociones sobre la naturaleza se representan sociológicamente como entidades variables. Los trabajos bloorianos, desde el ya clásico estudio de Schaffer y Shapin del debate entre Hobbes y Boyle, y las investigaciones acerca del vacío, han servido para fundamentar el argumento principal del constructivismo, según el cual la elaboración de los conocimientos sobre la naturaleza es producto de la acción social de los científicos más que el resultado de la acción estrictamente racional.<sup>13</sup>

De conformidad con la epistemología blooriana, el ambiente científico está definido por un espacio completamente controversial, organizado por arreglos de relaciones en pugna entre científicos y sus creencias. Cada arreglo representa una controversia que puede ser objeto de estudio de los sociólogos del conocimiento científico. En estos análisis, el sociólogo de ciencias aplica los cuatro principios del programa fuerte de la sociología del conocimiento en posición de árbitro, relativizando todos los conocimientos sobre la naturaleza ante los científicos que los elaboran (cuadrante 4 de la figura 4).

<sup>13</sup>Hay que recordar que Bloor inicia su texto sobre el Programa fuerte de la sociología del conocimiento científico indicando la capacidad sociológica de explicar el propio contenido del conocimiento (Bloor, 1982).

La sociología blooriana opera epistemológicamente mediante la relativización del conocimiento de los científicos y la concentración en la explicación del contenido social emulando la epistemología de las ciencias naturales. Pero esto representa otro problema: que el relativismo se pueda aplicar a ellos mismos y que sus nociones sobre la sociedad sean igualmente variables y contestadas por otros sociólogos. La sociología blooriana del conocimiento científico anula su convocatoria a una ciencia al estilo de las ciencias naturales, objetivas y absolutistas, pues las ciencias naturales que estudia son construidas socialmente y elaboradas con base en un relativismo epistemológico. El gran problema de lo anterior es que al no contar los sociólogos con un punto de vista privilegiado sobre la sociedad, como ha dicho Weber (1976), parecería entonces que no sólo la noción de naturaleza pierde solidez empírica, sino que también la de sociedad sufriría el mismo destino.

Callon criticó el principio blooriano de la simetría de las controversias sobre la naturaleza, debido a la situación privilegiada que otorgaba a los sociólogos de la ciencia y propuso extender ese principio a sus controversias sobre la sociedad (Callon, 1986: 176-177). El acercamiento de Callon retomaba el carácter controversial de las nociones sobre la naturaleza, pero tomando en consideración el carácter igualmente controversial de las nociones sobre la sociedad, proponiendo el *principio de simetría generalizada*<sup>14</sup> (Callon, 1986: 176-177) (cuadrante 4 de la figura 4) como cuadro común y general para interpretar el carácter incierto de la naturaleza y de la sociedad.

Según este doble principio, tanto la naturaleza como la sociedad son categorías que se explican partiendo de las interpretaciones sobre los objetos materiales y de conocimiento. Aquí, los acuerdos provendrían del procedimiento negociador de la relatividad contenido en las opiniones que originaron las controversias. Como hemos mencionado en el pasado: si las controversias evidencian el abanico de soluciones posibles a problemas teóricos y prácticos de la

<sup>14</sup>En 1997 ocurrió un debate entre Bloor y Latour en la revista *Studies of History and Philosophy of Science* a propósito de la construcción del conocimiento científico. De un lado, Bloor critica a Latour su falta de precisión respecto al constructivismo social y, de otro lado, Latour rechaza el relativismo epistémico sustentado por principio de simetría (formulado por Bloor) para analizar las variaciones del conocimiento del mundo exterior y el de simetría generalizada (formulado por el propio Latour) para estudiar las variaciones del conocimiento social del proceso científico (Bloor, 1999; Latour, 1999b).

ciencia y la tecnología, las negociaciones muestran los nudos de racionalidad comunicativa enraizados en los colectivos (Arellano, 1999: 48) (cuadrantes 3 y 4 de la figura 4).

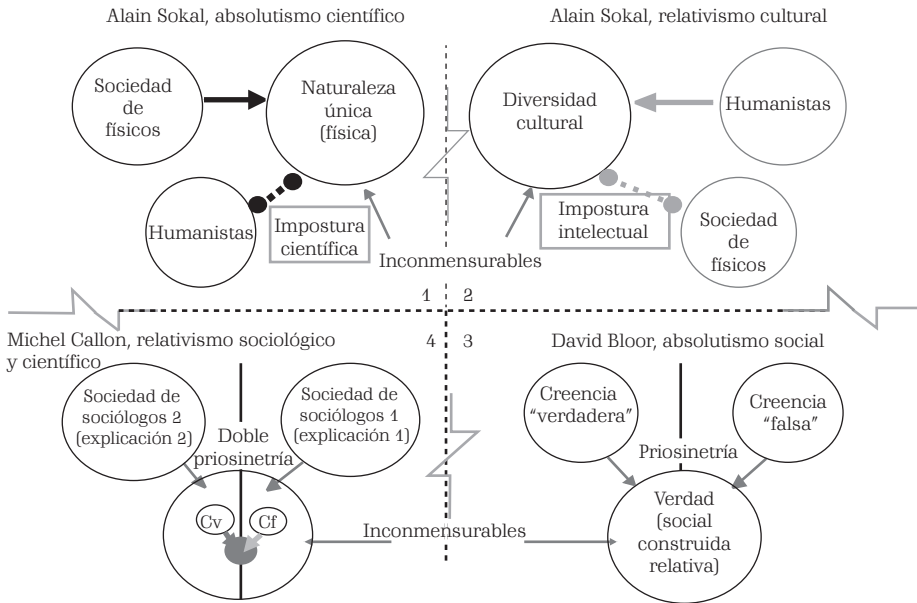
Nuestro punto de vista respecto al papel del relativismo epistémico posmoderno es que las posiciones de los sokalistas y de los sociólogos del conocimiento científico como Bloor, Collins y colaboradores, configuran una contradicción simétrica (cuadrantes 1 y 3 de la figura 5). Por un lado los sokalistas pretenden apropiarse el título de legítimos representantes del conocimiento de lo natural (primera parte del presente apartado); por el otro, los sociólogos bloorianos pretenden monopolizar la descripción del contenido de la ciencia y de la acción social sobre la ciencia (segunda parte del apartado). En el fondo de este debate, nos encontramos frente a una falsa disyuntiva epistemológica y una fuerte disyuntiva social; primero, algunos quieren reservarse el derecho de hablar en nombre de la naturaleza y, segundo, otros quieren reservarse el derecho de hablar en nombre de la sociedad.

Expresado epistemológicamente, el fisicalismo de Sokal y Bricmont y el sociologismo blooriano configuran un relativismo generalizado al intentar mantener separados los conocimientos de la naturaleza y de la sociedad<sup>15</sup> (cuadrantes 1 y 3 de la figura 5). No obstante, esta separación en sí misma es la fuente de relatividad del conocimiento contemporáneo, al resultar inconmensurables las representaciones naturales y las sociales. Dicho de otro modo, la defensa del absolutismo naturalístico de Sokal y Bricmont o sociológico blooriano, respectivamente, conforman un relativismo generalizado; es decir, la presentación de un relativismo extendido en los polos científico y sociológico del esquema de la epistemología política moderna (Arellano, 2000a) (lado izquierdo de la figura 1).

Siguiendo las posiciones de Sokal y Bricmont y de los sociólogos bloorianos, el esquema de la epistemología política moderna no se puede cumplir cabalmente pues para los primeros las ciencias humanas son relativas y la ciencia física es unitaria; para los segundos las ciencias naturales son relativas y la sociología de la ciencia es unitaria. En este sentido, sólo la política es

<sup>15</sup>En versiones extremas del universalismo y del relativismo, el conocimiento científico es un reflejo de la realidad, denigrando el papel del sujeto cognoscente; o bien, no es más que una construcción humana, desacreditando el papel del objeto de conocimiento.

FIGURA 5  
 “LA GENERALIZADA GUERRA DE CIENCIAS”



Fuente: Elaboración propia a partir de Arellano (2000a).

aceptadamente relativista. Pero los relativismos de los intelectuales posmodernos tampoco ofrecen un esquema coherentemente relativizado pues terminan aceptando una sola y única naturaleza como fondo del desarrollo de las diversas culturas.

El posmodernismo no propone nada que no sea un estado permanente de perplejidad debido a la indefinición y a la relativización de todo lo conocido y cognoscible. Sin embargo, constituye un diagnóstico del inmovilismo de la epistemología moderna y un espacio analítico de la epistemología política moderna para la obtención de algunas propuestas críticas tanto al modernismo como al posmodernismo.

Algo no funciona en el esfuerzo para que rindan coherente las epistemologías contemporáneas más relevantes, pues si tomamos partido por los posmodernistas aflora el absolutismo naturalístico, y si lo hacemos por los modernistas surge el relativismo cultural. Podemos hacer como si nada hubiese pasado y

seguir sosteniendo la idea de un absolutismo científico y un relativismo político, después de todo así hemos vivido por más de tres siglos; pero el problema es que la insatisfacción de la epistemología científica moderna proviene no sólo de los relativistas sino del propio campo de los científicos absolutistas como Sokal, Bricmont y Weinberg<sup>16</sup> (Weinberg, 1996). Si frente a este debate optamos por ser simétricos e imparciales, según la recomendación blooriana, tendríamos que esperar a que algún bando pudiese ganar la guerra de ciencias, situación improbable de resolverse por ellos mismos, como veremos con los debates en torno al cambio climático. En este caso tendríamos que evitar el debate ante sus posiciones maniqueas y considerar ampliar el examen de lo que pasa en otros ámbitos de problemáticas epistemológicas. A continuación, tomaremos este camino analítico.

### ¿CAMBIOS EN LA RELACIÓN HOMBRE-NATURALEZA O EN LOS CONOCIMIENTOS MODERNOS?

Ahora exploraremos los problemas explicativos a los que se enfrentan algunos autores destacados en el discernimiento epistemológico moderno en ciertos temas críticos empíricos contemporáneos vinculados a la relación hombre-naturaleza.

En su *Futuro de la naturaleza humana*, Habermas analiza los problemas éticos que se crean a partir de la aplicación terapéutica de la genómica. El autor se muestra preocupado éticamente porque la instrumentalización de la genómica desdibuja, en el plano terapéutico, las fronteras entre las entidades clásicas modernas de la naturaleza y el artefacto. Él observa “la desaparición de fronteras entre la naturaleza que *somos* y el aparato orgánico que *nos brindamos*” (Habermas, 2002: 39), misma que se refleja en la desaparición de los confines entre la investigación (genómica) y las terapias (génicas). También manifiesta su inquietud axiológica sobre la reorganización de las mezclas de artefactos y humanos, que se expresa en —dice Habermas— “la nueva estructura de impu-

<sup>16</sup>Hay que recordar que para el premio Nobel de Física, Weinberg, “un elemento esencial necesario en el nacimiento de la ciencia moderna fue la separación entre el mundo de la ciencia física y el mundo de la cultura humana [...], antes de ese tiempo, las nociones naturalísticas explicaban que algunos pueblos fueran naturalmente esclavos” (Weinberg, 1996).

tación de responsabilidades que resulta de la desaparición de fronteras entre personas y cosas” (Habermas, 2002: 27).

Habermas supone que en épocas anteriores existía una frontera *real* entre naturaleza objetiva y la artefactual pero que hoy ha comenzado a desdibujarse, tanto en el plano de la *naturaleza interna* del hombre como en la *externa*. A su juicio, el motor de esta confusión de fronteras reside en el papel desnaturalizante de la tecnología y del conocimiento.

Por otro lado, Giddens, retomando a Beck (1998), se refiere a los efectos riesgosos de la globalización en nuestras vidas, de la siguiente manera:

la idea de riesgo siempre ha estado relacionada con la Modernidad [...]. Se suponía que el riesgo era una forma de regular el futuro, de normalizarlo y traerlo bajo nuestro dominio. Las cosas no han resultado así. Nuestros mismos intentos por controlar el futuro tienden a volver hacia nosotros, forzándonos a buscar formas diferentes de ligarlo a la incertidumbre.

La mejor manera de explicar lo que está pasando es hacer una distinción entre dos tipos de riesgo. A uno lo llamaré riesgo externo [...], es el riesgo que se experimenta como viniendo del exterior, de las sujeciones de la tradición o de la naturaleza [...] el riesgo manufacturado, con lo que aludo al riesgo creado por el impacto mismo de nuestro conocimiento creciente sobre el mundo. El riesgo manufacturado se refiere a situaciones que tenemos muy poca experiencia histórica en afrontar. La mayoría de los riesgos medioambientales, como los vinculados al calentamiento global, entran en esta categoría (Giddens, 1999: 38-39).

Al igual que Habermas, Giddens cree que recientemente la realidad se ha alterado y con ello se han invertido los términos causales entre la naturaleza y el “nosotros”. En lugar de cuestionarse por la historicidad epistemológica de la separación de la noción de naturaleza respecto de la del hombre, Giddens intenta mantener la asimetría epistemológica modernista imaginando una nueva realidad en la que se ha invertido la organización de causas y efectos; de modo que “nosotros” nos convertimos en la causa del mundo, incluido el “natural”.

Tomando como ejemplo el tema del *calentamiento climático del planeta*, encontraremos el conocimiento relativizado en múltiples explicaciones e interpretaciones (este análisis lo desarrollaremos con amplitud en el capítulo III). Si tomamos las lecturas provenientes de la epistemología científica modernista,



encontraremos una ruptura epistemológica entre ciencias naturales y sociales. Los sociologistas consideran que la causa es de orden social y particularmente de la proliferación de los fenómenos asociados a la generalización del mundo industrial (IPCC, 2001b; Giddens, 2009). En este caso, se puede ser miembro de un movimiento social ambientalista radical a condición de obviar los argumentos de ciertos científicos que se refieren a las razones y las evidencias que sustentan parcialmente las explicaciones naturales del calentamiento climático.

Los naturalistas ortodoxos recurren a la causa de los grandes ciclos de calentamiento-enfriamiento que se han desarrollado a lo largo de millones de años en el planeta (Svensmark, 1998; Nigel y Svensmark, 2000). De modo que se puede ser un naturalista radical a condición de negar el hecho de que la sociedad industrial está generando una serie de productos que agudizan el efecto invernadero provocando, en parte, el calentamiento de la atmósfera.

Lo epistemológicamente interesante del caso sobre el cambio climático es que algunos naturalistas del argumento antrópico, como los climatólogos afiliados al IPCC, deciden abandonar la explicación del clima debido a causas naturales clásicas (sistemas de vientos y corrientes marinas, altitud, latitud, etcétera), atribuyendo ahora a la actividad humana la causa del cambio climático.

De las posiciones de los autores y de los ejemplos mencionados en los párrafos anteriores, desprendemos las cuestiones siguientes: En relación con la preocupación eugenésica habermasiana, ¿recién comienzan a desaparecer las fronteras entre naturaleza dada y naturaleza artefactual (Knorr-Cetina, 1998); o bien, la epistemología modernista de las ciencias ya no nos puede proporcionar las certezas tradicionales? A propósito del etnocentrismo del riesgo giddensiano, ¿antes las causas del riesgo eran naturales y ahora son humanas? ¿Recién comenzamos a crear la naturaleza o bien acabamos de darnos cuenta de que interactuamos con ella? Y, a propósito del calentamiento climático, ¿de qué epistemología disponemos para referirnos a fenómenos simultáneamente sociales y naturales?

Las respuestas a estas preguntas son primeramente de orden epistemológico, están alineadas en el enfrentamiento globalizado entre posiciones epistemológicas diseñadas para analizar fenómenos escindidos en componentes aislados y purificados, y otras posiciones diseñadas para analizar problemas de contenido heterogéneo y multicausal. Se trata de una situación en la que Habermas,

Giddens en 1999, Beck y los naturalistas seguidores del argumento de la causa antrópica del IPCC recién comienzan a darse cuenta que las fronteras entre las representaciones de la naturaleza y de la sociedad impiden percibir determinados problemas cruciales del mundo contemporáneo en los que difícilmente se pueden aplicar rupturas epistemológicas definitivas.

La denominada crisis ambiental es también una dificultad de discernimiento epistemológico. Eso ha sido percibido por algunos estudiosos del ambiente como Leff, quien aboga por la “reapropiación de la cultura a partir de la construcción de nuevos derechos colectivos y de *otra* racionalidad social —de una racionalidad ambiental— que sienta las bases para un futuro sustentable” (Leff, 2010: 44); el gran problema del programa leffiano consiste en no percibir que la racionalidad, en tanto que epistemología, está hecha para dar “razón” a la separación del ambiente de la sociedad, y que la búsqueda de los imaginarios alternos portadores de sustentabilidad llevan el “caballo de Troya” de la epistemología modernista. Nosotros coincidimos con la idea de que las dificultades ambientales son también epistemológicas, pero consideramos que la epistemología es una acción social que consiste en crear accesos cognitivos con el mundo que se convierten en desempeños instrumentales sobre éste, partiendo del hecho que la acción epistemológica tiene una arista performativa.

### ¿ES POSIBLE UNA EPISTEMOLOGÍA CIENTÍFICA QUE SOLUCIONE LA ASIMETRÍA ENTRE NATURALEZA ÚNICA Y CULTURA RELATIVA?

Retomando la escala de la asimetría utilizada en la epistemología política contemporánea, que consiste en aplicar políticamente el absolutismo en la ciencia y el relativismo en la política (Latour, 1999a). Si la ciencia es la encargada de comprender la naturaleza y la política de regular la vida social, fenómenos como las terapias génicas, los riesgos “naturales” y el “calentamiento climático del planeta” nos confrontan ante situaciones catastróficas hasta ahora irresolubles. En esta asimetría epistemológica política, se ha acelerado la proliferación de conocimientos científicos y objetos tecnológicos, además de forma simultánea se ha problematizado la representación conceptual de dicha proliferación mediante una repartición del conocimiento más aguda entre las entidades on-

tológicas naturaleza y sociedad de los modernistas, o la instrumentalización del relativismo epistémico de los posmodernos.

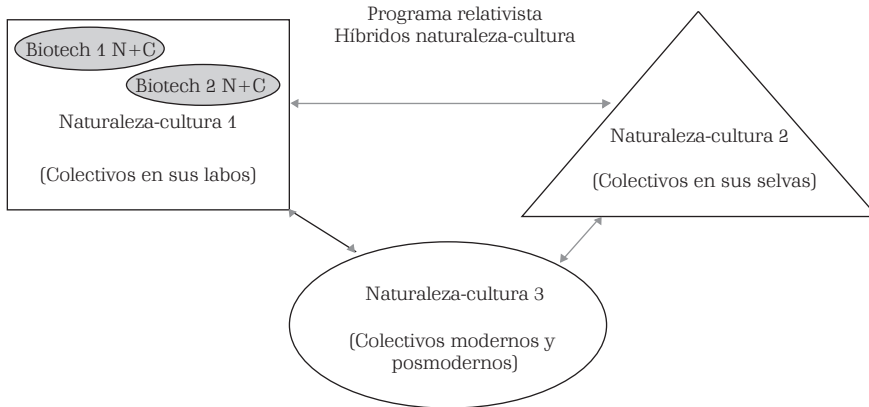
La primera consiste en continuar la epistemología política moderna, la segunda significaría la generalización del relativismo político hacia el científico. En esta última, el mundo sería epistemológicamente coherente pero disuelto, sin solución de continuidad ni de interrelación; se trataría de un mundo absolutamente relativizado, lo que contradice el modo en que empíricamente compartimos el mundo.

Tratando de organizar la discusión hasta aquí presentada, recapitulemos indicando que la epistemología política contemporánea está preformada para inscribir el conocimiento a fin de reconocer una naturaleza única y una política relativizada (figura 1); que tratando de superar la incapacidad explicativa de la epistemología científica moderna, los antropólogos posmodernos han generalizado la aplicación del relativismo epistémico para representar la cultura desde un relativismo cultural de sustento natural universalista (figura 2); que el fisicalismo de Sokal y Bricmont y el sociologismo blooriano configuran un relativismo generalizado al mantener separados los conocimientos sobre la naturaleza y la sociedad y, por tanto, este relativismo resulta ser un absolutismo de carácter científico frente a aquél de las culturas (cuadrantes 1 y 3 de la figura 5); que la aplicación de la epistemología científica contemporánea tiene dificultades para la comprensión de los fenómenos cultural-naturales de la actualidad (figura 3); y finalmente, que las epistemologías revisadas no explican las íntimas relaciones entre relativismo y absolutismo, entre posiciones cognitivas relativas a los actores y entre conocimiento negociado y compartido.

Ahora bien, en *Politiques de la nature*, Latour ha intentado resolver la paradoja epistemológica del mundo moderno proponiendo una solución relativista-hibridista de esta doctrina sustentada en un relativismo de arreglos simétricos de naturaleza y sociedad, relativos a sí mismos y relativizados frente a otros arreglos naturaleza/sociedad (Latour, 1999a, figura 6).

Cabe señalar que esta propuesta corresponde con los resultados de la investigación filosófica de Serres, de su idea de traducción y de dos grupos de investigación: el de la antropología de la naturaleza, que aborda las relaciones entre las representaciones de los colectivos de comunidades tradicionales y sus am-

FIGURA 6  
PROPUESTA LATOURIANA A LA CRISIS EPISTEMOLÓGICA CONTEMPORÁNEA



Fuente: Elaboración propia a partir de *Politiques de la Nature* (Latour, 1999a).

bientes naturales que reportan la solidaridad entre la relatividad de las culturas y la de las naturalezas (figura 6, triángulo), así como el de antropólogos y sociólogos de ciencias y técnicas mediante el reporte de la mezcla de naturaleza y sociedad que ocurre en los laboratorios tecnocientíficos y en los estudios de las controversias científicas —en términos callonianos—, que corresponden con el paradigma kuhniano y aluden al vínculo entre acuñaciones cognitivas compartidas por comunidades científicas (figura 6, rectángulo). Obviamente esta propuesta es útil para ubicar la propia epistemología científica modernista (figura 6, óvalo) como una de tantas.

La respuesta latouriana al problema epistemológico político moderno —explícito en la metáfora de la caverna platónica— emplea el método de la hibridación que permite conjugar los contenidos de la naturaleza con los de la sociedad, y que se concreta en la consigna de llevar la democracia a la ciencia (Latour, 1999a). Esta solución bien puede suturar la separación de las categorías ontológicas de la naturaleza y la sociedad, pero ésta se mantendría presa de la propia epistemología política modernista. El problema que encontramos radica en que el método latouriano de la hibridación aún es cautivo de la guerra entre modernistas y posmodernistas (Arellano, 2000b).

La solución relativista-hibridista planteada por Latour es interesante, sin embargo, los aspectos de hiperdisciplinabilidad cognitiva y adisciplinabilidad práctica que se pretenden resolver siguen teniendo ontológicamente una configuración modernista. La diferencia con Latour consiste en que las entidades híbridas latourianas no sólo son agregados de naturaleza-cultura, sino una matriz que cambia su constelación en cada movimiento, su organización y su heterogeneidad. De modo que el diagnóstico de la práctica humana y su relación con la naturaleza no consistiría, como dice Latour, en el incesante proceso de hibridación y purificación de entidades. El problema anterior impone la caracterización de las entidades originarias que participan en la mezcla híbrida en un estado prístino, cuando en realidad su originalidad es el resultado de otras interacciones y mezclas ocurridas de forma previa. A nuestro juicio, las entidades en el mundo existen en permanente reorganización y reconstrucción de las relaciones precedentes.

### ¿ES POSIBLE ESCAPAR DE LA EPISTEMOLOGÍA POLÍTICA MODERNISTA?

Latour es, a nuestro juicio, un buen antimoderno y antiposmoderno en la medida que emplea los términos de su criticada epistemología. El problema consiste en que esos dos términos no agotan las dimensiones ontológicas de la representación del mundo. La propuesta latouriana nos parece adecuada como principio epistemológico propedéutico, pero insuficiente en los términos por él planteados. Desde nuestro punto de vista, la hibridación naturaleza-cultura resolvería problemas de conocimiento sobre fenómenos caracterizados en estas dos dimensiones, pero ignorando que el plexo de la práctica humana en el mundo se despliega en más dimensiones y de modo heterogéneo.

Partiendo de la recapitulación anterior, a continuación abordamos las alternativas a la epistemología científica contemporánea, reuniendo elementos que de forma reconstructiva coadyuven a una epistemología que permita aprehender los fenómenos como resultado de causas heterogéneas.

En la búsqueda de una epistemología para las ciencias que solucione la asimetría entre naturaleza única y cultura relativa, asumimos que el relativismo posmodernista no se propone superar nada y, por lo tanto, tampoco resolver

los problemas actuales del conocimiento; que los absolutismos de la sociología de la ciencia del PF y del fisicalismo del movimiento Sokal y Bricmont, mantendrían indefinidamente el relativismo generalizado de las ciencias naturales y humanas. Aparentemente sólo restarían los intentos sectoriales modernistas para mejorar la comprensión de los respectivos dominios de sociólogos y naturalistas, pero esta estrategia actualmente se encuentra desacreditada.

En efecto, en el sector de las ciencias sociales tenemos propuestas ambiguas contra la eugenesia liberal de Habermas, en favor de la sociología del riesgo antrópica de Beck y Giddens, entre otros. Desde el sector de las ciencias naturales, la tesis de la climatología antrópica y todas sus numerosas aplicaciones epistemológicas implementadas a través del IPCC, etcétera.<sup>17</sup> De forma que de seguir esta línea sectorial, sólo tendríamos como logro la estrategia metodológica de la interdisciplinariedad; pero como siempre lo ha sido, acotada a los sectores naturalísticos y sociológicos (cuadrantes 1 y 3 de la figura 5), así como el reforzamiento de la epistemología de las ciencias modernistas. De manera consecuente, la comprensión de los fenómenos heterogéneos seguirá siendo asimétrica.

La posible salida de la asimetría epistemológica científica contemporánea ha sido puesta en marcha por algunos filósofos, sociólogos y antropólogos que apuntan a aportar, de alguna manera, las representaciones naturalísticas y humanas como parte del mismo haz indisoluble de la realidad del mundo.

En términos de la reflexión filosófica, la separación de las ciencias naturales y las sociales, —disciplinas heredadas de la Modernidad— representa, a juicio de Serres, un gran obstáculo para la comprensión del mundo contemporáneo (Serres, 1994). Él considera que la crisis del conocimiento contemporáneo puede superarse eliminando las rupturas que sobre el mundo han creado las perspectivas disciplinarias, y propone conciliar por medio de un procedimiento de traducción las dos grandes entidades epistemológicas en las que han dividido la realidad. La noción de traducción consiste en producir de forma equivalente las ciencias y las humanidades a partir del modelo desarrollado con base en el mito del dios Hermes, y alude al proceso de mediación

<sup>17</sup>En “la guerra de ciencias...” mencionamos también la búsqueda de las teorías del campo unitario de Weinberg y Abdus-Salam (Valencia, 2003; Weinberg, 1997)” (Arellano, 2000a).

por el cual un personaje puede representar legítimamente a una entidad y ser aceptada —legítimamente también— por otra (Serres, 1974, 1994; Arellano, 2000b).<sup>18</sup>

Asimismo, la sociología de la traducción de Callon (1986) y los trabajos de los autores reunidos en torno a la llamada teoría del actor-red han desplegado un programa de estudios destinado a mostrar las bondades cognoscitivas de una epistemología que intenta interpenetrar las representaciones convencionales de la naturaleza y la sociedad.

Igualmente resulta importante la clarificadora crítica a la modernidad epistemológica de las ciencias y las humanidades de Habermas, que muestra sus paradojas (Habermas, 1987), como en aquel pasaje de la *Teoría de la acción comunicativa*, donde la lucidez del trabajo epistemológico de la modernidad de Habermas le lleva a escudriñar las diferencias respecto a la epistemología pre-moderna estudiada por los antropólogos. Al respecto, Habermas opina:

a los que pertenecemos a un mundo de la vida moderno, nos irrita el que en un mundo interpretado míticamente no podamos establecer con suficiente precisión determinadas distinciones que son fundamentales para nuestra comprensión del mundo. Desde Durkheim hasta Lévi-Strauss, los antropólogos han hecho hincapié [...] en la peculiar confusión entre naturaleza y cultura (entre los grupos premodernos) (Habermas, 1987: 76-77).

De igual modo es importante retomar la observación sobre el desdibujamiento de las fronteras entre naturaleza interna y externa expresadas por Habermas en *El futuro de la naturaleza humana* (Habermas, 2002), como vimos anteriormente. La respuesta a este desdibujamiento no debería tratar de reducir subrepticamente las ciencias sociales a las naturales, como ha señalado Habermas a propósito del trabajo marxiano; o de extender aquéllas a éstas, como en el caso del positivismo comteano; o de sólo descentrar la epistemología modernista para generar una constelación orientada por el interés cognoscitivo entre ciencias empírico-analíticas y ciencias histórico-hermenéuticas como ha

<sup>18</sup>Esta idea ha sido retomada por los autores de la teoría del actor-red, principalmente por Latour, Callon y Law. El primero para elaborar la noción de híbrido mediante la fusión de dos entidades de origen diferente (Latour, 1991), y los siguientes para explicar las teorías sociales elaboradas por los propios actores (Law y Hassard, 1999; Law, 2004).

actualizado Habermas en la epistemología kantiana, dando aliento a la división entre ciencias numológicas e ideográficas proveniente de la tradición kantiana.

Por otro lado, trabajos antropológicos anteriores son útiles para contextualizar la historicidad y espacialidad de la asimetría entre la epistemología científica moderna, pues como dice Descola:

la oposición entre la naturaleza y la cultura no poseen la universalidad que se les presta, no solamente porque ella está desprovista de sentido para todos los otros que los Modernos, pero también del hecho que ella aparece tardíamente en el curso del desarrollo del pensamiento occidental (Descola, 2005: 12-13).

En efecto, algunos antropólogos han mostrado que la separación epistemológica entre naturaleza y sociedad no es una constante universal (Lévi-Strauss, 1962). Por ello, algunos antropólogos han demostrado que en las sociedades premodernas, la representación no especializada del mundo coincidía con la construcción práctica del mundo, y que las representaciones e imágenes del mundo no brindaban una clara distinción de categorías entre el mundo natural y el social, tal como ocurre en la Modernidad. Trabajos como los de Descola entre los jívaro y achuar del amazonas (Descola, 1986, 1987 y 2005; Descola y Pálsson, 1996; y Sepúlveda y Arellano, 1997) y los de Eduardo Viveiros entre los yawalapíti (Viveiros, 2002) revelan que las representaciones simbólicas de los jívaro aluden a realidades mezcladas entre naturaleza-cultura, y las representaciones de la naturaleza y de la sociedad no están escindidas como en la cultura influida por la ciencia.

En esta misma línea de estudio se encuentra el complejo de representaciones duales naturaleza-cultura elaborado por las culturas mesoamericanas incomprendibles para los conquistadores españoles y las mentes occidentalizadas. *Grosso modo* podemos decir que las “sociedades antropológicamente tradicionales” omiten representar la separación naturaleza-cultura y brindan ejemplos de formas diferentes de organizar las prácticas del hombre en el mundo.

Pero también, buena parte de los trabajos antropológicos y sociológicos de las ciencias y las técnicas reportados por Chateauraynaud (1991), Hess (2001), Hess y Layne (1992) han relativizado las grandes definiciones modernistas



sobre la ciencia y la tecnología, dando cuenta de la construcción de una objetividad en términos realistas al interior de los procesos de investigación, ya sea en los diálogos informales sostenidos por los investigadores y las prácticas cotidianas en los laboratorios (Lynch, 1985a), en la inscripción de signos (Latour y Woolgar, 1979), en la construcción de objetos técnicos y conocimientos (Knorr-Cetina, 1981 y 1995), y en los procesos de construcción de redes socio-técnicas heterogéneas (Law, 2004), entre otros temas.

De la misma forma, antropólogos de ciencias han evidenciado que, en los procesos de investigación de laboratorios técnico-científicos contemporáneos, la elaboración de hechos científicos y artefactos tecnológicos no corresponden con los supuestos cortes epistemológicos ni con la disciplinarietà evocada por la epistemología científica clásica. Así, las etnografías de laboratorio han servido para mostrar cómo en las condiciones de la producción material, simbólica y social contemporánea, la separación de las entidades naturalísticas y sociales no existe de manera purificada, general, ni definitiva (Rip, 1992; Woolgar, 1991). El reconocimiento de esta repartición de saberes y nociones entre naturalistas, humanistas y sociólogos de la epistemología científica modernista no se percibe generalmente como un cambio que afecta la producción del conocimiento, sino sólo en sus productos y sus perfiles socioprofesionales.

También, el estudio de la construcción de la naturaleza aprehendida mediante hechos científicos ha sido puesto en evidencia por la antropología de la tecnociencia, mostrando cómo en las controversias científico-tecnológicas se negocian los contenidos de los conceptos, las categorías científicas y las características técnicas de los artefactos tecnológicos (Callon, 1981; Raynaud, 2003).

De esta manera, en ambos frentes de la práctica antropológica se pueden encontrar recursos para abogar por la interpenetración de los saberes en aras de sincronizar y compatibilizarlos con la práctica heterogénea de la producción del fenómeno humano.

Resumiendo ciertos resultados filosóficos y antropológicos encontramos que la asimetría epistemológica moderna se despliega en el contexto cultural occidental e histórico de la Modernidad; sin embargo, en numerosas culturas

premodernas y no influidas por Occidente no aplican una epistemología que diferencie las representaciones de la naturaleza y la cultura.

La propuesta general para salir del *impasse* de las asimetrías la diagnosticamos con el desánimo posmodernista de encontrar verdades inamovibles sobre la naturaleza y la sociedad. Encontramos perspectivas analíticas en las sospechas habermasianas del desdibujamiento entre naturaleza y cultura, en el riesgo social que implica el cambio de causas naturales por las sociales de Giddens y Beck, así como en la contrarrevolución epistemológica de los climatólogos del IPCC cuando evocan su causa antropogénica. Pero definitivamente encontramos los rasgos generales de una propuesta epistemológica no-asimétrica en la traducción serresiana y la sociología de la traducción calloniana, incluidos nuestros propios trabajos de antropología de la tecnociencia (Arellano, Morales y Ortega, 2013).

La noción de dispositivos heterogéneos proveniente de Foucault<sup>19</sup> porta importantes capacidades epistemológicas para los estudios tecnocientíficos. El concepto de dispositivo heterogéneo permite contar con un instrumento para estudiar las maneras de organización de las tecnologías sociales, que estando constituidas por dimensiones institucionales, simbólicas y materiales, no se reducían a instituciones, teorías ni a técnicas; luego entonces, la relación entre esas dimensiones se realiza por “todo un haz intermediario” (Arellano, 2007b).

La noción de dispositivo de Foucault es profundamente epistemológica y de ella se desprende un programa de trabajo complementario que tendría tres objetivos. Primero, averiguar la integración de elementos heterogéneos reunidos en un dispositivo; segundo, estudiar la naturaleza de la relación que puede existir entre los elementos resueltamente heterogéneos de un conjunto; y, finalmente, analizar la función estratégica dominante del dispositivo en un momento histórico dado. En este sentido, hace falta poner en evidencia la forma en que estos dispositivos ocurren de manera situada. Para ello será importante investigar e ilustrar con ejemplos surgidos de estudios de caso sobre

<sup>19</sup>El trabajo epistemológico de Foucault sobre la noción de dispositivo corresponde con la obra que abarca el periodo de 1974 a 1977 con la publicación de los libros *Vigilar y castigar (Surveiller et punir)* (Foucault, 1975), *La voluntad de saber (Volonté de savoir)* (Foucault, 1999) y una importante explicitación del asunto, expresada en una entrevista publicada en el *Boletín periódico del campo Freudiano* en 1977 (Foucault, 1994).

los grandes problemas contemporáneos, incluido el llamado cambio climático, la manera bajo la cual estos dispositivos se construyen y las formas comunicacionales e instrumentales que los ejecutores movilizan para elaborarlos.

Lo importante del trabajo de Foucault para nuestros fines consiste en mejorar el desarrollo epistemológico respecto al trabajo nomológico, o como decía el propio Foucault cuando estudiaba sobre la voluntad de saber a propósito de los dispositivos de la sexualidad: “La apuesta de las investigaciones que seguirán consiste en avanzar menos hacia una ‘teoría’ que hacia una ‘analítica’” (Foucault, 1999: 100). Es decir, no nos interesará denominar nuestro trabajo bajo el rótulo de “analítica de los dispositivos”, pero anunciamos nuestro interés en integrar la idea de “disposiciones heterogéneas” a las otras que hemos mencionado antes para encuadrar nuestra investigación en su conjunto (Arellano, 2007b).

Finalmente, cabe señalar que este capítulo constituye una especie de metamarco epistémico de nuestro actual esfuerzo de investigación centrado en el análisis de la epistemología social del cambio climático, en el entendido de que en ésta se debate una *tensión esencial* (Kuhn, 1990) en el seno de la producción de conocimientos científicos de la Modernidad y otras formas de elaboración cognoscitiva, y que esta tensión esencial puede ilustrarse mediante el estudio de los colectivos que investigan y debaten sobre un tema de gran valor epistemológico político simbolizado en el tema del llamado cambio climático.

## Meteorología y epistemología: de *Meteorológicas* aristotélica a *Los meteoros* descartesianos

### INTRODUCCIÓN

El tema de la aerología o meteorología ha ocupado un lugar importante en la fundación epistemológica de la cultura occidental, como puede atestiguar con el destacado papel que le consagraron Aristóteles, Epicuro, Lucrecio y Descartes, entre otros. Pero fueron, Aristóteles y Descartes quienes vincularon con más firmeza sus estudios epistemológicos a través del análisis de los fenómenos atmosféricos. *Meteorológicas* del primero y *Los meteoros*, del segundo, fueron los estudios de caso de dos importantes enfoques epistemológicos occidentales.

El primer tratado sobre la atmósfera data de cerca de 400 años antes de nuestra era y representó de alguna manera la cúspide de la ciencia, la filosofía y la epistemología del mundo de los antiguos griegos. Durante la Edad Media, *Meteorológicas* se convirtió en el conocimiento canónico de la época, no sin sufrir el paso original de una ontología especulativa a una místico-religiosa acuñada por el movimiento escolástico. Dos mil años después de *Meteorológicas*, Descartes revisitaría la obra aristotélica para avanzar en una nueva lectura epistemológico-científica de la atmósfera con la publicación de sus principios metodológicos científicos y el estudio de caso representado por *Los meteoros*. La escolástica modificó la organización epistemología/empiricidad de la filosofía y el conocimiento atmosférico aristotélico, pero en un sentido inverso; el movimiento positivista desactualizó la información atmosférica y canonizó el método científico aludido en *Los meteoros*.

En general, los trabajos pretéritos sobre la climatología y meteorología han sido descuidados tanto por los científicos<sup>20</sup> como por los filósofos contem-

<sup>20</sup>Para matizar esta afirmación hay que mencionar que existen geofísicos, meteorólogos y climatólogos interesados en sus disciplinas y para quienes la obra meteorológica de Aristóteles es un asunto importante. Como tal, menciono al doctor Jorge Amador Astua, del Centro de Investigaciones Geofísicas de la Universidad de Costa Rica, quien amablemente me hizo llegar tres referencias sobre la obra de Aristóteles en revistas climato-meteorológicas (Frisinger, 1971 y 1972; Talman, 1919).

poráneos. Los primeros seguramente encuentran que el contenido científico de los antiguos es anacrónico y sólo digno de la historia de ciencias; los segundos consideran superfluo referirse a temas menores y ausentes de estricto contenido filosófico; curiosamente los historiadores de ciencias tampoco toman mucho interés en las cuestiones de la aerología.<sup>21</sup> La pregunta es ¿por qué Aristóteles, Epicuro, Descartes y otros personajes mayores de la cultura han estudiado el clima y los meteoros? ¿Cuál ha sido la relación entre estos dominios y sus sistemas filosóficos? En fin, ¿cuál es la utilidad epistemológica de estos dominios?

En la actualidad, las discusiones sobre el llamado cambio climático, la meteorología y la climatología se han vuelto disciplinas de primera importancia mundial, sin embargo, se aprecia una aplicación inercial en los métodos heredados de algunos de los preceptos epistemológicos diseñados por los antiguos meteorólogos y filósofos como Aristóteles y Descartes.

Es importante el conocimiento de esta historia de vinculación entre la epistemología y el caso de la meteorología aristotélica y descartesiana, pues permite plantear este vínculo en nuestra época, así como apreciar la asimetría entre una meteorología y climatología sumamente exactas, además de una epistemología y filosofía fuertemente divididas.

En el presente capítulo analizamos el vínculo entre epistemología y empiricidad en la obra filosófica y meteorológica de Aristóteles y Descartes con el propósito de mostrar sus vicisitudes, de modo que puedan emplearse de forma crítica para en un futuro abordar la organización epistemología-meteorología y climatología contemporáneas.

## METEOROLÓGICAS ARISTOTÉLICA:

### LOS PRINCIPIOS Y LAS CAUSAS DE LOS METEOROS

El primer tratado de meteorología del que se tiene registro fue escrito por Aristóteles (Aristóteles, 382 a.C., traducido al francés por Saint-Hilaire en

<sup>21</sup>Realizando una búsqueda somera de los resúmenes de los congresos de la Sociedad Brasileña de la Historia de la Ciencia y la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología no se encontraron trabajos asociados al tema de la aerología, *Meteorológicas* o *Los meteoros*.

1863).<sup>22</sup> Según Barthélemy Saint-Hilaire, *Meteorológicas* es el coronamiento de dos o tres siglos de investigaciones griegas que arribaron al emplazamiento de esta ciencia. Razón por la que fue la obra meteorológica de mayor impacto durante los dos milenios siguientes a su publicación.<sup>23</sup>

La importancia epistemológica de *Meteorológicas* radica en lo que Saint-Hilaire señalaba como la relación entre un tema particular con el gran tema de la historia natural. Aristóteles —dice Saint-Hilaire— “había intentado relacionar *Meteorológicas* con toda la historia natural, tal y como él la concebía y tal como la había concebido” (Saint-Hilaire, 1863: IV). Habría que aclarar que en lugar del dominio *historia natural* en el que se ubicaba el propio Saint-Hilaire,<sup>24</sup> Aristóteles se refería a la filosofía natural opuesta a la mitología griega de su tiempo. Este punto es importante pues en *Meteorológicas*, Aristóteles aplica sus nociones generales de formulación de los principios y el estudio de las causas de los fenómenos, en oposición a la filosofía de la inmanencia espontánea de la naturaleza de filósofos de las pasiones como Empédocles.

Para Aristóteles la naturaleza actúa por necesidad, por lo que de ninguna manera funciona espontáneamente ni ocurre al azar. En sus palabras, él opinaba:

Yo apoyo esta teoría de la necesidad, y sostengo que es imposible que las cosas sean lo que uno pretenda [...], todas las cosas que nos presenta la naturaleza, son esto que ellas tienen de manera constante, o al menos en la mayoría de casos. Ahora bien, esto no es para nada la condición de lo que se produce al azar, espontáneamente de manera fortuita. No se puede decir que sea un azar, por ejemplo, que llueva mucho en invierno, pero es un azar, una cosa completamente accidental, si llueve frecuentemente en la canícula. No es más un azar que haya grandes calores en los tiempos caniculares; pero es uno, si hay en el

<sup>22</sup>Emplearemos principalmente la obra de Saint-Hilaire gracias a la facilidad para acceder a ella y por ser una de las traducciones de mayor reputación disponibles debido a la importancia intelectual de Saint-Hilaire.

<sup>23</sup>Sobre la *Meteorología* de Aristóteles (1474, 1492, 1512, 1863, 1918) se realizaron múltiples tirajes en latín como la de Laurentius Canozius y Johannes Philippus Aurelianus und Gebr en 1474 en Padua, o la de Martin Landsberg en 1492 en Leipzig. Se hicieron traducciones al inglés por Pargiter en 1745 y por Taylor en 1812, y al francés en 1863 por Saint-Hilaire. En latín, la Academia de Berlín publicó en 1831 una versión realizada por Bakkfer, misma que posteriormente fue revisada por J. L. Ideler con comentarios de Olympiodorus y Philoponus en 1834 (Talman, 1919). También en latín se publicó la traducción de F. H. Fobes en Harvard University (1918).

<sup>24</sup>A mitad del siglo XIX, el movimiento intelectual en el que se encontraba Saint-Hilaire se denominaba Historia Natural.

invierno. Yo concluyo, si le hace falta, de dos cosas una, que los fenómenos se producen, sea por azar, sea en vista de un fin; los que vengo de citar no se producen por azar ni fortuitamente; ellos se producen en vista de un cierto fin. Ahora, estos fenómenos meteorológicos tienen lugar en la naturaleza de manera regular que conocemos, y los mismos filósofos sostienen este sistema que combaten, son forzados en acordar. Entonces, hay un fin, un porqué a todo lo que se produce en la naturaleza (Aristóteles, *Meteorológicas*, 1863, libro II, cap. VIII).

*Meteorológicas* es la aplicación de la teoría aristotélica de las causas y de sus matices desarrollados en la física. En este sentido, dicho tratado tiene un alcance simultáneamente filosófico y científico. Aristóteles examinó los fenómenos meteorológicos exponiendo los elementos y los principios generales del mundo terrestre y su entorno.

Capitalizando buena parte del conocimiento geométrico y astronómico desde Tales,<sup>25</sup> en el que el mundo era considerado esférico, en su forma, y concéntrico, en su organización, Aristóteles describe la masa esférica de la tierra flotando en el éter y constituida por cuatro elementos superpuestos según su peso relativo, a saber: el fuego, el aire, el agua y la tierra.

En *Meteorológicas* se aplica la idea teleológica de la física aristotélica del siguiente modo:

Agrego que, donde quiera que haya un fin, es en vista de este fin y por el que está hecho todo esto que le precede y concurre. Así, una cosa es tal cuando ella está hecha y completada, tal es su naturaleza: y tal es su naturaleza, tal ella es cuando ésta está completada y hecha, admitiendo siempre que nada se opone allí y no hace obstáculo. Ahora, como ella está hecha en perspectiva de un cierto fin, es que ella tiene este fin por su naturaleza propia (Aristóteles, *Meteorológicas*, 1863, libro II, cap. VIII).

En este texto, Aristóteles lucha contra las creencias de los filósofos materialistas<sup>26</sup> y los teólogos de su tiempo, para ello ponía en juego argumentacio-

<sup>25</sup>Para Tales, Heráclito y Anaxágoras, los días y las noches, los meses, las estaciones y los años, los vientos y otros fenómenos de este tipo tienen sus causas en diferencias de evaporaciones. La evaporación pura viene a enflamar en el círculo del sol produciendo el día. La evaporación contraria le sucede y trae la noche. El calor, excitado por la luz de las evaporaciones puras, produce el verano. Al contrario, la evaporación oscura conduce el frío y el invierno (Franck, 1875).

<sup>26</sup>Para Aristóteles la materia no es sino potencialidad, la forma, en tanto es un acto. El devenir es el paso de lo posible a lo real.

nes físicas y narrativas de hechos tanto naturales como acciones sociales para explicar las causas y la naturaleza de los fenómenos examinados.

Para Aristóteles el objeto de la filosofía natural consiste en estudiar los elementos estables de las cosas existentes en las cosas mismas, y que los hombres pueden descubrirles con la ayuda de la observación sensible y la intervención del razonamiento.

Si bien Aristóteles evocó la importancia del método inductivo, lo aplicó vagamente; en su lugar promovió la observación de entidades corporales y del desarrollo de los fenómenos, procurando definirlos y compararlos, como se aprecia a continuación:

al contrario —dice Aristóteles— aquellos que han dado ventaja al examen de la naturaleza están en mejor posición para descubrir los principios que pueden extenderse en seguida a un gran número de hechos. Pero aquellos que, perdiéndose en teorías complicadas, no observan los hechos reales, no tiene los ojos fijos que sufre un pequeño número de fenómenos, sobre los cuales se pronuncian más cómodamente. Es aún aquí donde se puede ver toda la diferencia que separa el estudio verdadero de la naturaleza de un estudio puramente lógico (Aristóteles, I, II, 8 y 9).

El método que partiendo de la observación de fenómenos permite elevarse a los principios de la naturaleza fue promulgado por Aristóteles de manera laxa, tomado hechos aislados desarrolló proposiciones elevadas al rango de dogmas. La preponderancia que atribuía Aristóteles a la experiencia *a priori* respecto a la analítica sería explicable, en parte, debido a la ausencia de instrumentos en aquellas épocas, como decía Eucken (Eucken, 1872).

Aristóteles desarrolló la física y, consecuentemente la meteorología, partiendo de cuatro principios generales, según los cuales la materia no es sino la capacidad de realizar algo, en tanto que la forma se refiera a la realización de los fenómenos; la naturaleza y el alma<sup>27</sup> son inmortales (esta última será uno

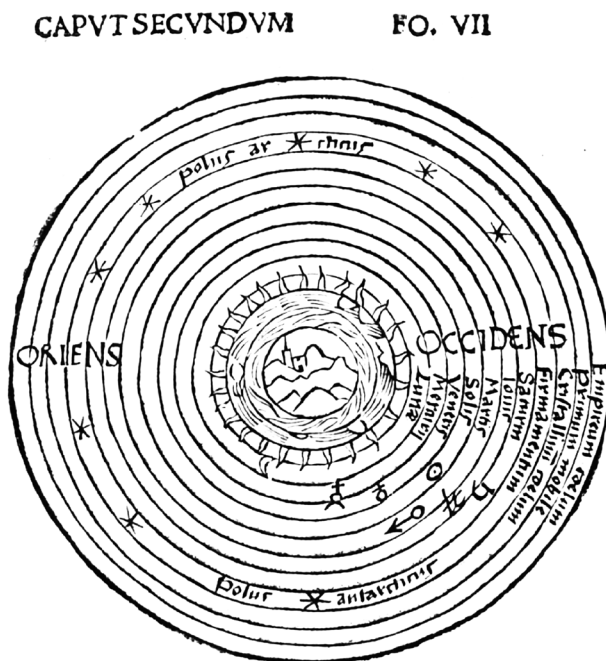
<sup>27</sup>“El alma es la primera realidad perfecta de un cuerpo natural teniendo la vida en potencia, de un cuerpo provisto de órganos”. Así, es del exterior que viene esto que provoca al acto de lo que no estaba más que en potencia en el cuerpo organizado. Agregue que, como no hay en la naturaleza más que realidades, toda cosa tomada en sí es una entelequia, es cometer una tautología (Soury, 1881: 224).



de los pilares axiomáticos y axiológicos de la escolástica); el universo tiene forma esférica; y el movimiento es circular y eterno.

La aplicación de estos principios se expresó en la descripción astronómica de cuatro aspectos principales: los movimientos de los astros son proporcionales a su distancia, de los cuales unos son más rápidos y otros más lentos, según la cercanía o lejanía del astro de la circunferencia extrema del cielo. La distancia de las estrellas a la tierra es mucho mayor que la del sol a la tierra, y ésta es mucho más grande que la existente entre la luna y la tierra. La forma de los astros, de la luna y de la tierra es esférica, lo que se prueba con las fases de la luna. La noche no es otra cosa sino la sombra de la tierra y ésta no llega a las estrellas más que la luz del sol (dicho de otro modo, la sombra de la tierra depende exclusivamente de la iluminación solar) (figura 7).

FIGURA 7  
ILUSTRACIÓN DEL UNIVERSO, SEGÚN ARISTÓTELES



En el libro I de *Meteorológicas*, a diferencia de la deslocalización de Empédocles, Aristóteles describe de forma concéntrica los fenómenos meteorológicos, de modo que en la esfera más externa ocurren los meteoros superiores como el fuego, los cometas y la Vía Láctea (Aristóteles, 1863, libro I, caps. I-VIII); mientras que hacia el interior ocurren los meteoros inferiores, las nubes, el rocío, la nieve, la lluvia y el granizo (Aristóteles, 1863, libro I, caps. IX-XIV).

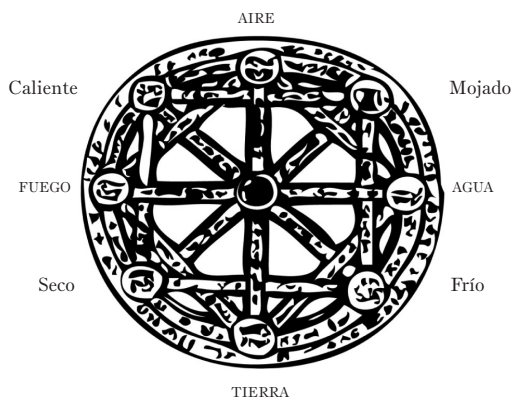
*Meteorológicas* de Aristóteles es importante pues no sólo enunció los cuatro elementos<sup>28</sup> devenidos clásicos en la filosofía natural aristotélica;<sup>29</sup> por cierto repetidos posteriormente por toda clase de filósofos y naturalistas. Por el contrario, y esto es muy importante epistemológicamente, describió su localización y sus causas; explicó que la disposición de los cuatro elementos dependía de su peso. Así, en la esfera exterior se encontraba el fuego, hacia el interior se ubicaba el aire, le seguía el agua y, finalmente, en el centro se encontraba el elemento tierra.

Para Aristóteles, los elementos cambian y se transforman los unos a los otros según su grado de afinidad, de conformidad con las cuatro causas de los elementos. Dos activos: el calor y el frío, así como dos pasivos: lo seco y lo líquido. De modo que el aire que es caliente y líquido se transmuta en fuego, que es seco y caliente, debido al cambio en una de sus cualidades. Lo seco es dominado por el líquido produciendo aire. Lo caliente es dominado por el frío del aire produciendo agua, misma que es fría y líquida. De manera similar, la tierra viene del agua; del mismo modo que el fuego viene de la tierra (figura 8). Es a partir de estos elementos y de sus transformaciones que nacen todos los compuestos orgánicos e inorgánicos, minerales, plantas y animales.

<sup>28</sup>En *Metafísica* Aristóteles explicaba la idea de elemento del siguiente modo: “la materia primera es aquella que forma los cuerpos y no puede ser reducida en partes heterogéneas” (Aristóteles, *Métaphysique*, 1879, V 3. De Caelo, III, 3). Esta idea es importante pues se distingue claramente del atomismo y deja en claro que los elementos pueden transmutarse, pero nunca dejar de ser elementos primarios. También vale la pena aclarar que el éter podría ser el quinto elemento aristotélico y que esta irreductibilidad de los elementos es bien distinta de la “materia sutil” de Descartes.

<sup>29</sup>En realidad la idea de los cuatro elementos y cuatro causas de Aristóteles, se encuentra en la disposición geométrica de Empédocles en donde los elementos fuego, tierra, agua y aire se encuentran en los vértices formando un cuadrado y las cuatro cualidades seco y húmedo, y frío y caliente se localizan en la mitad de los lados formando un cuadrado dentro de la figura de los elementos y siempre opuestos. De este modo —escribe Fowler— “Empédocles percibe todo el universo en términos de cuatro cualidades básicas (fuego, tierra, agua y aire), y un par de nociones de afinidad y oposición (seco-húmedo y frío-caliente)” (Fowler, 1962: 1079).

FIGURA 8  
 LOS ELEMENTOS Y SU TRANSMUTACIÓN DEBIDA A CAUSAS ACTIVAS (CALOR/FRÍO)  
 Y PASIVAS (SECO/MOJADO)



Fuente: Elaboración y rediseño por Martínez Balderas M. V. de acuerdo con Fowler (1962).

La obra epistemológico-meteorológica aristotélica es antimitológica e inicia con una posición antiatomista y pro vacío, misma que en su tiempo resultaba una paradoja. De esta doble posición describe los elementos fundamentales del mundo, de conformidad con su peso, y analiza la transmutación de sus cualidades de acuerdo con sus propiedades primarias. Estos principios son aplicados rigurosamente en *Meteorológicas* describiendo los fenómenos que ocurren de modo natural en la esfera del aire a partir de los cambios provocados por los pares causales calor/frío y húmedo/seco.

Por la organización orgánica de los elementos, el principio de transmutación y los procesos que de ellos se derivan, *Meteorológicas* es un caso particularmente importante de un vínculo indisoluble entre la epistemología y la empiricidad científica aristotélica.

El movimiento en la tierra no es circular como en el éter sino lineal, por lo que los elementos se mueven de arriba abajo y viceversa; el frío promueve el movimiento hacia abajo y el calor hacia arriba: la tierra y el agua tienden hacia abajo (el centro de la tierra) por ser fríos, y el aire y el fuego hacia arriba por ser calientes. Para Aristóteles hay un movimiento ascendente de agua y de exhalaciones hacia las altas capas de la atmósfera; la primera proviene del mar y las

segundas de las entrañas de la tierra; la primera es vaporosa y húmeda, la segunda seca y humeante. Existe una corriente perpetua que, como reconoce Saint-Hilaire, “va del centro del globo a las extremidades de la atmósfera y que de esas extremidades regresa al centro” (Saint-Hilaire, 1863: VIII).

Con todo este arsenal de axiomas, principios y descripción de hechos, Aristóteles detalló los fenómenos propiamente meteorológicos como la formación de las nubes (Aristóteles, 1863, libro I, cap. IX), del rocío y de la escarcha (Aristóteles, 1863, libro I, cap. X), la lluvia, la nieve y el granizo (Aristóteles, 1863, libro I, caps. XI y XII), los vientos y de la formación de los ríos (cap. XIII).

Al respecto, el estudio de la formación general de las aguas, los mares y el agua salada (Aristóteles, 1863, libro II, caps. I-III), sirvió a Aristóteles de ariete contra las ideas “antiguas” y teológicas. Así lo explica Aristóteles:

Los antiguos y los que se ocupan de teología suponen que [el mar] tiene fuentes; y es un medio para ellos de explicar los principios y las raíces de la tierra y el mar. Puede ser que ellos se han imaginado que ésa era la manera de brindar algo más sublime y más trágico a sus explicaciones, sobre esta parte del universo tan considerable a sus ojos; y ellos han creído que el cielo entero se compone en favor del punto en torno al que el mar está constituido, y que sería el más importante principio de todo lo demás.

Pero los sabios, en el sentido de sabiduría puramente humana, explican la formación del mar, diciendo que, en principio, toda la tierra estaba envuelta en agua líquida, y una parte secada por el sol se vaporizó, ha causado los vientos y los diversos movimientos del sol y la luna, y la otra parte que quedó se convirtió en el mar (Aristóteles, 1863, libro II, cap. I: 353-354).

En esta parte, Saint-Hilaire nos recuerda el brillante conocimiento geográfico de Aristóteles (Saint-Hilaire, 1863), situación que le permitió analizar el papel de las montañas sobre la condensación de los vapores y la permanente interacción de mares y continentes en la formación de meteoros (Aristóteles, *Meteorológicas*, 1863, libro I, cap. XIII).

Para Aristóteles, los ríos tienen sus fuentes en los pies de las altas montañas; en cambio, las aguas marinas al evaporarse se convierten en la fuente de las lluvias y viceversa, de las lluvias deviene la fuente del agua marina y, también, indirectamente de los ríos. “Estos movimientos —escribe Aristóteles—

son perpetuos y no están sometidos a los caprichos de los dioses ni a las fábulas estilo Esopo” (Aristóteles, *Meteorológicas*, 1863, libro II, cap. III).

Respecto a la esfera de aires, el autor explica la teoría general de los vientos (Aristóteles, 1863, libro II, caps. V-VI) y expone la existencia de un par de exhalaciones; unas húmedas formadas de vapor de agua y otras secas que corresponden a un tipo de humo proveniente de la tierra.<sup>30</sup> Ambas se mueven formando los vientos y las relaciones que existen entre los vientos, la lluvia y la sequía. Asimismo explica que: “Siendo la exhalación doble, una de vapor y otra de humo, es necesario que las dos se produzcan. Estas dos exhalaciones, una que es más húmeda es el origen del agua que cae como lluvia [...]; la otra que es seca es el principio y el elemento natural de todos los vientos” (Aristóteles, *Meteorológicas*, 1863, libro II, cap. IV).

De modo más explícito, el autor abunda este doble fenómeno del siguiente modo:

el sol marcha circularmente, y cuando se acerca a la tierra, él atrae, por su calor, la humedad; pero cuando se aleja, el vapor que ha sido elevado se condensa directamente en agua por el enfriamiento. También hay más lluvia en verano que en invierno, más en la noche que en el día [...] El agua que cae se reparte y filtra completamente en la tierra.

Ahora bien, hay en la tierra mucho fuego y un gran calor; el sol atrae, no solamente la humedad superficial, sino también ella seca por el calor de la tierra misma (Aristóteles, *Meteorológicas*, 1863, libro II, cap. IV: 359).

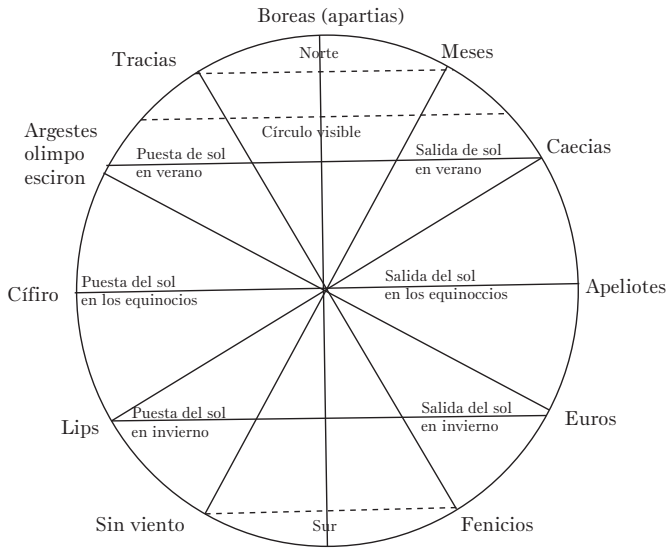
De acuerdo con Saint-Hilaire, los principios expuestos por Aristóteles muestran que la causa del viento viene de lo alto con la exhalación seca; en tanto que la lluvia proviene de lo bajo, con la humedad del mar.<sup>31</sup>

<sup>30</sup>Aristóteles da cuenta de las exhalaciones volcánicas vinculándolas a fenómenos meteorológicos, situación que ha comprobado la meteorología contemporánea y que conforma un tema de debate sobre el cambio climático (Aristóteles, 1863, cap. IV).

<sup>31</sup>La traducción de Saint-Hilaire indica que Aristóteles escribió: “Así, cuando ha llovido, la tierra secada por el calor que está en ella y por el calor que viene de lo alto, transpira vapores, éste es el cuerpo del viento; y cuando esta secreción tiene lugar, los vientos soplan. Entonces cuando ellos cesan, porque el calor, que se secreta siempre, es llevado en la región superior, el vapor enfriado se condensa y se convierte en agua” (Aristóteles, *Meteorológicas*, 1863, libro II, cap. IV).

Por la conjunción de los principios señalados, Aristóteles explica la división de los vientos y las estaciones. Las exhalaciones se producen de modo vertical en tanto que los vientos siguen una dirección oblicua debido a su circulación alrededor de la tierra; unos viniendo del norte (aquilones) y otros del Ecuador (midi). La explicación aristotélica de las estaciones incluye el movimiento solar hacia los trópicos (hay que recordar que Aristóteles ubicaba la tierra en el centro y al sol girando en torno a ella) y la supuesta separación que ocasionaba el invierno y su cercanía al verano (figura 9).

FIGURA 9  
ROSA DE LOS VIENTOS SEGÚN INTERPRETACIÓN DEL LIBRO II,  
CAPÍTULO V, DE METEOROLÓGICAS



Fuente: Barrero (2004).

Según Aristóteles, la influencia del sol sobre los vientos es incontestable:

El sol calma los vientos y les hace elevarse. Así, disipa las exhalaciones que son débiles y poco numerosas; y disuelve, por el calor más fuerte que él posee, el mínimo calor que existe en la exhalación. Además, secando la tierra, previene la secreción antes que se acumule, de igual modo que, cuando en un

fuego violento se tirase una pequeña cantidad de combustible, a menudo puede ser consumido antes de hacer el menor humo (Aristóteles, 1863, libro II, cap. V: 361).

Pero más allá de las novedades científicas de su tiempo, en este capítulo V del libro II, el autor se refiere a la influencia del sol en los vientos conjugada con los aspectos geográficos del planeta en la habitabilidad humana del mundo. De conformidad con los vientos del medio (Ecuador) habría dos secciones habitables de la tierra, una en cada hemisferio, cada una de ellas no podría extenderse más allá de los trópicos en razón de la sombra terrestre, por el frío provocado por los vientos del norte y del sur que afectan el norte y el sur de la esfera terrestre y por el calor en las zonas ubicadas en el medio. La habitabilidad está asociada a fenómenos referenciados en la latitud y no en la longitud. “Esto es —dice Aristóteles— lo que prueban los hechos observados en los viajes por mar y por tierra” (Aristóteles, 1863, libro II, cap. V: 362b).

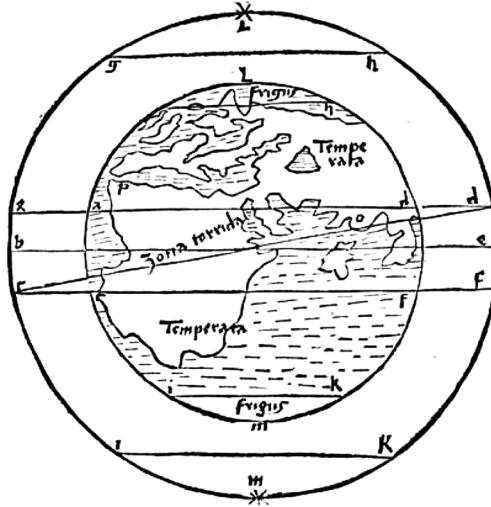
La noción esférica y cóncava de la tierra le permitió negar la posibilidad de que los hombres habitaran el planeta propuesta por Anaxágoras, según la cual ésta correspondía al hemisferio norte, pues mantendría una superficie superior con gravedad hacia el sur, hemisferio en el que todas las cosas caerían ineluctablemente (Aristóteles, 1863, libro II, cap. VIII). Para Aristóteles, como para muchos astrónomos y geógrafos de su tiempo, la habitabilidad del planeta dependía de los climas y las zonas de temperatura adecuadas a la vida de los hombres (figura 10).

Aquí vale la pena hacer un paréntesis para explicar brevemente las polémicas en torno a la idea de la zona climática en Parménides, Posidonius y Strabon, de las cuales Aristóteles no fue ajeno y, por el contrario, resultaron importantes para la idea de la habitabilidad. Así, de conformidad con Strabon (1867):

Es a Parménides que él [se refiere a Posidonius] atribuye la primera idea de esta división en cinco zonas [hoy denominadas zonas climáticas], pero agrega que Parménides atribuía a la zona tórrida una distancia doble de la que ella tiene realmente, haciendo depasar los trópicos de manera que ella traspasaba de una parte y de la otra las zonas templadas (Strabon, libro II, cap. II, parágr. 2, 1867).

FIGURA 10  
HABITABILIDAD DE LA TIERRA SEGÚN ARISTÓTELES

LIBER TERTIVS METEORORVM



Fuente: Aristóteles, 1512, libro III, cap. II: FO LXI.

Posidonius recuerda en seguida cómo Aristóteles daba el nombre de zona tórrida “a la región comprendida estrictamente entre los trópicos y el de las zonas templadas a las dos regiones comprendidas entre los trópicos y los círculos árticos” (Strabon, libro II, cap. II, parágr. 2, 1867). Boulenger da cuenta de la primicia de la división por Parménides sin referirse a la controversia introducida por Aristóteles (Boulenger, 1688).<sup>32</sup>

Frente a las opiniones de Parménides y Aristóteles, Posidonius rechaza ambas clasificaciones de las zonas debido a razones de su habitabilidad y de las incongruencias en las mediciones de la geografía del mundo reconocido en aquellas épocas (Strabon, libro II, cap. II, 1867).

<sup>32</sup>Por cierto para este autor las teorías heliocéntricas de Aristarco y Copérnico no eran correctas (Boulenger, 1688: 144-145), lo que muestra que aún después de publicado el trabajo de las revoluciones de las esferas celestes en 1543 por Copérnico, la teoría heliocéntrica no se había establecido en esta época; más aún el propio Boulenger escribía: “es un consentimiento casi universal de todos los astrónomos que la tierra es inmóvil” (Boulenger, 1688: 146).



Posidonius introduce el punto de vista astronómico para definir las cinco zonas: dos zonas “périsciennes”, extendiéndose bajo los polos y hasta los círculos árticos; dos zonas “heterosciennes”, seguidas de ellas hasta los trópicos; en fin una zona “amphiscienne”, comprendida entre los trópicos mismos. Strabon continúa explicando a Posidonius del siguiente modo:

Pero desde el punto de vista etnográfico [más bien antropológico, nota de Antonio Arellano], él hace intervenir dos zonas de más, dos zonas estrechas bajo los trópicos mismos, que les comparten cada uno por la mitad, y expuestas todos los años, durante una quincena de días aproximadamente, a los rayos verticales del sol. El carácter distintivo de estas dos zonas es de ser tan secas y arenosas posibles y de no producir más que apio y un poco de grano, de una especie similar al trigo [y reporta] que no se encuentran grandes ríos que crucen [estas zonas] y rieguen, también no se encuentran sino razas de cabellos rizados, torsos extendidos, labios prominentes, nariz gruesa, las extremidades de los miembros desordenados, por efecto del calor. Allí también habitan poblaciones ictiófagas. Esto prueba, agrega Posidonius, que son los caracteres particulares a estas zonas (Posidonius en Strabon, libro II, cap. II, 1867).

Como puede apreciarse, desde esta época, la idea de clima oscilaba entre consideraciones geográficas sobre la ubicación de las zonas de acuerdo con Parménides y sobre la temperatura dentro de las zonas. Se trataba de una anfibología en torno al calificativo de las zonas (zona tórrida), a la localización del sustantivo (la zona tórrida) y a la habitabilidad de una zona (la inhabitable zona tórrida). También es importante considerar las relaciones que destacaban los científicos de aquella época entre el clima y características anatómicas de los humanos.

El propio Strabon introduce en la polémica al historiador Polibio, quien hizo de la zona tórrida dos zonas contando en total seis. La repuesta de Strabon contra las seis zonas de Polibio y en favor de las cinco establecidas por Parménides y Aristóteles fue considerar argumentos físicos y geográficos. La división física corresponde a las apariencias del cielo y a la temperatura atmosférica. Respecto a las primeras, la correspondencia con rasgos astronómicos con las zonas périscienne, hétérosienne y amphiscienne; la segunda, escribía Strabon:

con la temperatura determinada respecto al sol, la temperatura de la atmósfera ofrece tres estados diferentes, tres estados genéricos y capaces de modificar sensiblemente la constitución de los animales, las plantas y todo esto que vive al aire y en el aire, a saber el exceso, la falta y la media de calor (Strabon, libro II, cap. III, 1867).

Lo que definía de acuerdo con Strabon la habitabilidad humana en la zona templada. “La adición de dos zonas [por Posidonius] no son físicas y corresponden a las diferencias de razas y que él ubicaba entre la zona etíope de una parte y, la zona scytica y céltica de otra parte, distingue una tercera zona intermedia” (Strabon, libro II, cap. III, 1867).<sup>33</sup>

Estas zonas son reportadas durante el siglo XVII, pero se han empleado hasta el siglo XXI. Esto supone que si bien en la época antigua había duda sobre el sistema heliocéntrico y la movilidad de la tierra, no así sobre su forma esférica y sus vínculos luminosos con el sol y la luna.

Para cerrar este paréntesis sobre la noción de *zona*, no queremos desaprovechar el momento para señalar que en sus escritos, Aristóteles muestra que el conocimiento erudito implica una interacción con los fenómenos descritos. En este sentido, el término habitabilidad señala ya un concepto de adaptación del ser humano al clima, y cuando decimos adaptación nos referimos a la categoría hoy empleada corrientemente para dar cuenta de las acciones que pueden conducir los seres humanos para contrarrestar el cambio climático contemporáneo.

Continuando con nuestro tema, recordemos que en *Meteorológicas* el autor presentó los análisis de los terremotos, los relámpagos, los rayos, las trombas y las descargas (Aristóteles, 1863, libro II, caps. VII-IX y libro III, cap. I).<sup>34</sup> El libro III se refiere a los fenómenos luminosos y la refracción de la luz como el halo, el arcoíris y los parahelios; también explica las exhalaciones de las que surgen los metales y los minerales que componen la tierra.

*Meteorológicas* incluye un tratado de lo que ahora podría denominarse climatología. En el libro IV, jugando con las cuatro causas de los elementos pasa revista

<sup>33</sup>No hay que olvidar que Ptolomeo había definido siete climas (Boulenger, 1688).

<sup>34</sup>Hay que tomar en cuenta que en esta obra relámpagos, rayos, descargas y trombas son producidos por los vientos. Es sintomática la ubicación entre los libros II y III de estos meteoros que corresponden a los vientos y fenómenos luminosos, respectivamente.

a las modificaciones que pueden sufrir los cuerpos de la tierra (figura 8), incluidos los seres vivos y sus partes.

*Meteorológicas*, de Aristóteles bien puede marcar el inicio de las referencias occidentales en torno al llamado cambio climático. En el capítulo XIV del libro I, se refiere a los cambios perpetuos y revoluciones recíprocas de los mares y continentes por el enterramiento de los ríos.<sup>35</sup> Aristóteles comenta sobre los cambios de largo plazo que ocurren en las condiciones que hoy llamaríamos climáticas de ciertos lugares de la tierra. “La escala de tiempo en la que ocurren estos cambios —escribe Aristóteles— no permiten recordar que en el momento que las naciones se establecieron los terrenos pudieron haber sido pantanosos e inundados y que tiempo después devinieron secos e inhabitables. Aristóteles retoma, por ejemplo, reseñas de Homero<sup>36</sup> que se remontarían a 700 u 800 años antes sobre cambios ocurridos en Egipto y se refiere también a emigraciones de naciones debidas a los cambios meteorológicos” (Aristóteles, 1863, libro I, cap. XIV: 12).

La recepción de *Meteorológicas* en los tiempos posteriores a su publicación consistió en la desvinculación de los principios epistemológicos aristotélicos con la empiricidad de sus conocimientos meteorológicos. En la llamada Edad Media, la difusión de la obra aristotélica se vio inmersa en la controversia escolástica de los vínculos y la preponderancia de la razón y de la fe, misma que, como se sabe, se inclinó hacia la idea de la preeminencia de la fe sobre la razón. Así, mientras unos como Grosseteste y de Van Moerbeke leían las obras en griego provenientes de Constantinopla, ocasión que daba mayor libertad de investigación empírica y reflexiva, la iglesia secular por su parte, influida más por la obra tomista de privilegio de la fe sobre la razón, aprobaba exclusivamente la difusión del *Órganon* y reprimía la lectura y comentarios de las obras sobre la naturaleza,

<sup>35</sup>Escribe Aristóteles: “Esto que hace que estos fenómenos nos escapen [Aristóteles se refiere a los cambios en la tierra], es que toda esta formación natural de la tierra no se hace sino por adiciones sucesivas y en tiempos inmensamente largos, si les comparamos a nuestra existencia; naciones enteras desaparecen y peligran antes que podamos conservar el recuerdo de estos grandes cambios, del origen hasta el fin” (Aristóteles, *Meteorología*, 1863, libro I, cap. XIV).

<sup>36</sup>“Esto que se produjo en la Grecia para los Argienos y el de los Micénios. En efecto en la época de la guerra de Troya, la tierra de los Argienos, que estaba toda pantanosa, no podía nutrir más que a un pequeño número de habitantes; la Mycenia al contrario estaba entonces en excelente estado; y esto le aseguraba la gloria. Hoy es precisamente todo lo contrario, por la causa que venimos de decir. La Mycenia ha devenido completamente estéril y seca; y las partes de la Argolidea que una vez estaban esterilizados por la inundación devinieron extremadamente fértiles” (Aristóteles, *Meteorología*, 1863, libro I, cap. XIV).

situación que provocó la bifurcación del aristotelismo en una versión metafísica ratificada como escolástica y otra “naturalista” que fue proscrita.

Por ejemplo, en 1209, el archieobispo Corbeil declaró impíos los libros de Aristóteles que trataban las ciencias de la naturaleza; sin olvidar que una bula de Gregorio IX, publicada en 1231, ratificaba la prohibición de los libros de filosofía natural, mismos que habían sido vedados en 1209 por el concilio provincial.

En la Edad Media los escolásticos aplicaron cuatro medidas a *Meteorológicas*. Primero la despojaron de su contenido astral y esférico, lo que trajo como consecuencia que la tierra no fuese más un planeta sino una superficie plana y desconectada del resto del sistema de la Vía Láctea; que los cuatro elementos de la naturaleza dejaran de tener una disposición orgánica concéntrica, liberando la tierra, el agua, el aire y el fuego a una disposición desordenada y sin conexión entre ellos; y que las causas húmedo/seco, frío/caliente perdieran todo contenido en la explicación de los vientos y los meteoros atmosféricos, ocasionando un retorno a las explicaciones míticas prearistotélicas. Segundo, esta nueva tierra plana y desconectada astronómicamente fue despojada de su contenido filosófico-natural original, fue formulada dogmáticamente y sometida a su transmisión redundativa en la institución del catolicismo medieval. Tercero, reprimieron toda crítica a la nueva dogmática de la escolástica. Y, cuarto, coartaron la innovación tecnológica que permitiría la producción de instrumentos y de datos fiables que posibilitaran profundizar en los conocimientos sobre los fenómenos atmosféricos.

Durante aproximadamente 18 siglos se extendería el oscurantismo intelectual medieval, mismo que finalizaría con la desacralización del conocimiento promovido por el movimiento intelectual denominado el Renacimiento. Saint-Hilaire comenta que entre el Renacimiento y la Modernidad, *Meteorológicas*<sup>37</sup> fue ocultada (Saint-Hilaire, 1863). Pero también habría que decir que este ocultamiento ocurrió de forma simultánea a la renovación y actualización de

<sup>37</sup>No obstante, *Meteorológicas* fue comentada por numerosos intelectuales durante mucho tiempo, por ejemplo, Tomás de Aquino publicó: “Sentencia super Meteora” (a libro I ad librum II caput X), texto republicado en Roma en 1886 por Robert Busa. También otros autores comentaron *Meteorología*, como Philoponus (MDLI en 1897), Alexandre d’Aphrodise (Aphrodisiensis, Alexandri, 1809) (MDCCCIC) y Olympiodore (MCM I en 1901). En un trabajo posterior sería interesante entrar a los contenidos de estas obras que por el momento sólo mencionamos para dar cuenta de la actividad intelectual recreada a partir de las referencias de *Meteorológicas* en el tiempo.

la meteorología que se sustentó en datos producidos gracias a la proliferación de instrumentos sofisticados capaces de medir elementos atmosféricos del siglo XVII, así como a la escisión epistemológica de *Meteorológicas* como un estudio aplicativo de la filosofía de la naturaleza aristotélica respecto a la obra propiamente filosófica de Aristóteles.

En 1863, Saint-Hilaire daba cuenta de una paradoja en el impacto de la obra *Meteorológicas* de Aristóteles: por un lado, el libro había sido el principal referente meteorológico desde la época de Alejandro hasta el Renacimiento; es decir, *Meteorológicas* fue la obra canónica de la disciplina por casi 2 mil años. Por otro lado, casi 200 años después el libro era escasamente conocido (Saint-Hilaire, 1863). Por esta razón, al traducir al francés *Meteorológicas*, Saint-Hilaire deseaba que: “los meteorólogos de nuestro tiempo [los de 1863] no serán sin curiosidad por el más antiguo y más ilustre de sus predecesores” (Saint-Hilaire, 1863: III).<sup>38</sup>

Lecturas relativamente recientes hechas por especialistas de la atmósfera se han concentrado en valorar la empiricidad y la veracidad de las teorías meteorológicas aristotélicas, señalando la desventaja de no contar con instrumentos meteorológicos que se desarrollaron 2 mil años después<sup>39</sup> y denunciando el contenido especulativo de las teorías naturalísticas —la de los cuatro elementos— como ocurre con las superficiales opiniones de Frisinger, Zinszer, Gregory y otros (Frisinger, 1971; Zinszer, 1944; Gregory, 1930) y, catalogando la empiricidad aristotélica como parte de los errores científicos griegos (Frisinger, 1972). Por lo general, estas lecturas se aprovechan políticamente de los conocimientos meteorológicos actuales ya sea para desacreditar la empiricidad de los conocimientos pretéritos, ya sea para consentir la existencia de vida inteligente de aquellas pobres criaturas primitivas. En ambos casos, se llega a la hipótesis de la valía cognoscitiva de los tiempos modernos sobre

<sup>38</sup>Más aún, Saint-Hilaire se quejaba de historiadores de la meteorología, como las obras del renombrado M. Kooratz, profesor de física en la Universidad de Halle, que podría verse como el representante de la ciencia de mayor autoridad y más completa, pero que no mencionaban a Aristóteles ni los trabajos de los antiguos griegos (Saint-Hilaire, 1863).

<sup>39</sup>Aún esta idea antiinstrumentalista habría que matizarla, si se toma en cuenta que desde la antigüedad se habían sistematizado y construido instrumentos indicadores de los vientos (rosas y casas de los vientos). Aristóteles mismo introdujo 12 sistemas de vientos (Thompson, 1918). Tampoco se puede olvidar que ya en esta época ciertas características geográfico-astronómicas contaban con mediciones instrumentales precisas.

los antiguos, desperdiciando la oportunidad de aprender el sustrato epistemológico que emparenta, en muchas ocasiones, la producción cognoscitiva de todos los tiempos.

## DESCARTES Y LA METEOROLOGÍA RACIONALISTA. LA BÚSQUEDA DE LAS VERDADES METEOROLÓGICAS

La epistemología de la Modernidad caracterizada por el abandono de la filosofía especulativa proveniente de la escolástica y la incorporación del empirismo y el racionalismo se encuentra representada por la corriente empirista baconiana y el racionalismo cartesiano.

Una obra importante de la epistemología racionalista se simboliza en el *Discurso del método para bien conducir su razón, y buscar la verdad en las ciencias* (*Discurso del método*), de Descartes. Esta obra inspiró a numerosos estudiosos racionalistas que encontraron en ella elementos para brindarse espacios de investigación en ambientes antiescolásticos.<sup>40</sup>

En los tiempos de su publicación, el *Discurso del método* integraba una unidad formada por la exposición de un método de investigación y sus estudios de caso (Durandín, 1970). La primera publicación en 1637 se intitulaba *Discurso del método para bien conducir su razón, y buscar la verdad en las ciencias. Más la dióptrica, los meteoros y la geometría, que son los ensayos de este método*. Rápidamente, la geometría fue publicada de forma separada y eliminada de las publicaciones posteriores de la obra en cuestión. En 1668,<sup>41</sup> el título completo de la obra seguía reflejando esta unidad entre método y estudio de casos, a saber: *Discurso del método para bien conducir su razón, y buscar la verdad en las*

<sup>40</sup>Según Descartes, algunos hombres le hicieron ver que: “es posible llegar a conocimientos que sean muy útiles para la vida, y que, en lugar de esa filosofía especulativa que se enseña en las escuelas, es posible encontrar una práctica mediante la cual, conociendo las fuerzas y las acciones del fuego, el agua, el aire y los astros, los cielos y todos los demás cuerpos que nos rodean, tan distintamente como conocemos los diversos oficios de nuestros artesanos, los podíamos emplear del mismo modo para todos los usos a que se prestaran y convertirnos así en una especie de dueños y poseedores de la naturaleza” (Descartes, 1668: 69).

<sup>41</sup>En este texto utilizamos la edición de 1668 por ser más legible que la de 1637. De cualquier modo, la de 1668, es una edición que no cambia el contenido de las partes que nos interesan en el presente análisis; pero que, sin embargo, excluye *La geometría*. Esta edición se publicó 18 años después de la muerte de Descartes.

*ciencias. Más la dióptrica y los meteoros que son los ensayos de este método* (Descartes, 1668).<sup>42</sup>

El *Discurso del método y los ensayos*<sup>43</sup> (DMYLE) es un objeto de estudio importante para la epistemología, la filosofía y la historia de la ciencia, así como para la meteorología, de manera integrada; del mismo modo que hemos hecho con *Meteorológicas* de Aristóteles. Pero es particularmente importante para analizar los vínculos entre epistemología y ciencia.

Como en el caso de *Meteorológicas*, el DMYLE y *Los meteoros* evidencian la solidaridad entre la epistemología y la meteorología, así como entre una metodología y su aplicabilidad al estudio de casos. El avance y consolidación de la epistemología modernista post-Descartes separó la parte metodológica del análisis de los “estudios de caso” (que son los ensayos de este método, según el título de la obra), y de *Los meteoros* en particular. Aunado a lo anterior, es probable que la desactualización científica de la parte casuística de los *ensayos* (*la dióptrica, la geometría y los meteoros*) derivara en su abandono y en la exaltación de su parte metodológica que con el tiempo devendría en el icono epistemológico de la modernidad científica.<sup>44</sup>

En la actualidad, reensamblar el DMYLE con *Los meteoros* se vuelve interesante a su estado original, pues el DMYLE del método representa un tratado importante de la epistemología de la Modernidad y *Los meteoros* es un caso de estudio relevante para los tiempos de debate sobre el cambio climático.

Antes de entrar propiamente en el análisis del vínculo epistemológico entre método de investigación-estudio de caso, aclaremos el vínculo existente entre los axiomas y el método de investigación en Descartes. Frente a la aparente oposición ontológica acerca de la elaboración del conocimiento mediante el establecimiento primigenio de axiomas o por el empleo de métodos para generar verda-

<sup>42</sup>En aquellos tiempos, la publicación del *Discurso del método* venía acompañada de distintos ensayos, tal es el caso de la publicación de 1667 que incluía la mecánica y la música pero no incluía la geometría (Descartes, 1667).

<sup>43</sup>En adelante, nos referiremos de este modo sintético al título de la obra de 1668, o con el acrónimo DMYLE (Discurso del método y los ensayos); para el caso del ensayo *Los meteoros* lo diremos simplemente como *Los meteoros*. Es importante no descapitalizar el significado de los términos empleados, DMYLE, *Los meteoros* y la palabra “ensayo”, pues ellos dan contenido epistemológico a la obra descartesiana.

<sup>44</sup>Desde hace mucho tiempo, la publicación del *Discurso del método para bien conducir su razón, y buscar la verdad en las ciencias*, se publica simplemente como *Discurso del método*, como se puede apreciar en la edición: René Descartes (1968), *Discurso del método*, Barcelona, Orbis.

des, Descartes dice tomar partido por los métodos de investigación como expresión del uso de la razón para alcanzar el conocimiento de las leyes de la naturaleza; tal y como puede leerse en *Reglas para la dirección del espíritu*, donde escribe: “Es preferible nunca buscar la verdad sobre alguna cosa en lugar de hacerlo sin método” (Descartes, 1668: 46). En una franca crítica a la escolástica, Descartes señala que la lógica de ésta puede servir para enseñar lo sabido, pero es inútil para conducir el espíritu en el conocimiento de las nuevas verdades (Descartes, 1668).

A pesar de tomar partido por el método de investigación; una paradoja de gran interés en la obra de Descartes radica en que deseando evitar las especulaciones para acceder a la naturaleza de las cosas no puede evitar introducir dos axiomas fundamentales sobre los que se levanta su obra epistemológica y científica, a saber: la no existencia del vacío y la idea de materia sutil.

De conformidad con Cousin y Saint-Hilaire, para Descartes es imposible la existencia del vacío,<sup>45</sup> es decir, de un espacio donde no hay ninguna materia porque todo espacio tiene extensión, y ésta y la materia son una misma cosa.<sup>46</sup> Oponiéndose a la idea de vacío, Descartes propone que la extensión está contenida de la materia sutil, la cual está dotada de movimiento y plenitud. La materia sutil es una entidad que no llega a ser propiamente atomista y, en cambio, le permite llenar las extensiones de sutilezas materiales.<sup>47</sup> De este pri-

<sup>45</sup>Descartes se separa claramente del atomismo indicando que cada cuerpo, “podría ser redividido en una infinidad de maneras y que ellas no difieren entre ellas, tal como las piedras de diversas figuras que habrían sido cortadas de una misma roca. Sepan también que para no romper la paz con los filósofos, no quiero para nada negar lo que ellos imaginaban en los cuerpos más que no haya dicho, como sus formas sustanciales, sus cualidades reales y cosas similares, pero me parece que mis razones deberán ser aprobadas en tanto que les haré depender de menos cosas” (Descartes, 1668: 269-270).

<sup>46</sup>Descartes se declaró contra el vacío, no solamente sosteniendo que no existe sino que era absolutamente imposible que haya existido. Consideraba que teniendo el vacío todas las propiedades y toda la esencia de los cuerpos (las tres dimensiones), es una contradicción pretender que el vacío fue o es un espacio donde no hay cuerpos.

<sup>47</sup>Cousin (1884) tomó de la obra de Plutarco de Chaeronea el tema del vacío que será un tema definitorio en la obra de Descartes. Según nos dice Cousin, en *Placitis Philosophorum*, Plutarco escribió: “1º Desde Thales hasta Platón se niega el vacío. 2º. Leucipo, Demócrito, Metrodoro y Epicuro admiraron un vacío infinito. 3º los Estoicos enseñaron que todo está lleno en el mundo y que fuera de él hay un vacío infinito. 4º Aristóteles niega simplemente que haya habido cuerpos más allá del cielo; lo que hace suponer que admitía el vacío infinito más allá del mundo, no hay nada más absurdo que admitir por encima del último cielo un espacio vacío y acotado. Los filósofos cristianos [...] han enseñado que todo está lleno en el mundo y que fuera de él hay un vacío infinito.



mer atributo deduce las otras propiedades que encierra la extensión: la divisibilidad, la figura y el movimiento. La propiedad de la divisibilidad real de la materia sutil depende del movimiento (Cousin, 1884).

El discurso de Descartes parte del fundamento ontológico representado por la materia sutil<sup>48</sup> que cruza todos los cuerpos de la tierra y que dará contenido a “la naturaleza de los cuerpos terrestres, el agua, la tierra y el aire” (Descartes, 1668: 263). Pero estos cuerpos ya no son los mismos elementos físicos aristotélicos, ni sus características ni en su organización y disposición. La visión meteorológica descartesiana transmitida en *DMYLE* corresponde a una interacción entre agua, aire y tierra mediados por la acción de elementos físicos fundamentales vehiculados por la *materia sutil*; esto incluye la puesta en relación con los meteoros con la acción de otros astros celestes.<sup>49</sup>

La paradoja descartesiana entre axiomas y método de investigación se diluye por la ruptura y asincronía entre método de investigación y forma de exposición escrita. En efecto, la escritura del *DMYLE* es la reconstrucción de una investigación de gran alcance en la que Descartes escribió racionalmente su pasión por el método luego de haber estudiado y escrito acerca de ciertos axiomas, de los cuales el fundamento es la materia sutil.

Retomando nuestro análisis epistemológico, el *Discurso del método para bien conducir su razón, y buscar la verdad en las ciencias, más la dióptrica y los meteoros que son los ensayos de este método* es un tratado contra la filosofía natural de Aristóteles, y específicamente en el estudio de caso sobre *Los meteoros*, Descartes ofrece fehacientemente una respuesta a la filosofía especulativa aristotélica expresada en *Meteorológicas*. Descartes pretende con el conjunto del *DMYLE* establecer un método y ejemplos de instrumentación metodológica para sustentar leyes y verdades de contenido racional.<sup>50</sup>

---

Ellos lo nombran los espacios imaginarios y no creen que sea un vacío propiamente dicho” (Cousin, 1884: 396).

<sup>48</sup>Descartes es antiatomista, dice “que las más pequeñas partes de los cuerpos no deben ser concebidas como de átomos, sino como las que se ven al ojo, excepto que ellas son incomparablemente más pequeñas. Y que no es necesario para nada rechazar la Filosofía ordinaria para entender esto en este Tratado” (Descartes, 1668: 269-270).

<sup>49</sup>Descartes aborda los temas “Cómo y cuánto los Astros contribuyen a la producción de Meteoros y cómo contribuye también la diversidad que es entre las partes de la tierra” (Descartes, 1668: 310). Básicamente se trataba —según él— de la influencia de la luz de los astros en la dilatación de los vapores del aire.

<sup>50</sup>Oponiendo su método a las sustancias y cualidades de la naturaleza de los filósofos antiguos, Descartes propone un armisticio con los filósofos escribiendo: “Sepan también que para no romper

Si Aristóteles iniciaba *Meteorológicas* especulativamente poniendo en escena los elementos del mundo (las sustancias del mundo), Descartes inicia con un discurso sobre el método de la búsqueda de la esencia de las causas. La argumentación general del *Discurso del método* lo expresó Descartes del siguiente modo:

Primero traté de hallar en general los principios, o causas primeras, de todo lo que es, o puede ser, en el mundo sin considerar a este efecto más que Dios solo que lo creó ni sacarlos de otra parte que de ciertas semillas de verdades que están naturalmente en nuestra alma. Después de esto examiné cuáles eran los primeros y más ordinarios efectos que cabía deducir de esas causas: y me parece que, por ahí, encontré cielos, astros, una tierra, y aún sobre la tierra aire, agua, fuego, minerales y algunas de las cosas que son las más comunes de todas y las más simples, y en consecuencia las más fáciles de conocer. Luego, cuando quise descender a las que eran más particulares, se me presentaron diversas en tal cantidad que no creí posible para el espíritu humano distinguir las formas o especies de cuerpos que existen en la tierra de una infinidad de otras que podían estar en ellas sin que hubiese sido voluntad de Dios ponerlas en ella, ni, por consiguiente, relacionarlas con nuestra utilidad salvo anticipándose a las causas por los efectos y sirviéndose de varias experiencias particulares. Después de lo cual, volviendo a pasar mi espíritu por todos los objetos que se habían presentado alguna vez a mis sentidos, me atrevo perfectamente a decir que nunca observé cosa alguna que yo no pueda explicar bastante cómodamente mediante los principios que yo había hallado. Pero debo confesarlo también el poder de la naturaleza en tan amplio y tan vasto, y estos principios tan simples y generales, que no observo casi ya efecto alguno particular que de antemano no conozca yo que puede deducirse de estos principios de mucha y diversas maneras, y que de ordinario mi mayor dificultad consiste en hallar en cuál de esas maneras depende de ellos. Pues para eso no conozco otro expediente que buscar de nuevo algunas experiencias tales que su acaecimiento no sea el mismo si hay que explicarlo de otro (Descartes, 1668: 71-72).

En lugar de los cuatro elementos aristotélicos, Descartes propone cuatro preceptos metodológicos. En *DMYLE*, Descartes rememora haber estudiado la lógica, la geometría y el álgebra que contribuyeron en parte al diseño de su

---

la paz con los filósofos, yo no quiero para nada negar lo que ellos se imaginan en los cuerpos que yo no haya dicho, como sus formas sustanciales, sus cualidades reales y cosas similares, pero me parece que mis razones deberán ser mejor aprobadas en tanto que las haré depender de menos cosas” (Descartes, 1668: 270).

propuesta<sup>51</sup> (Descartes, 1668), sin embargo, considera que: “las artes y ciencias antiguas contienen muchos preceptos muy verdaderos y muy buenos, pero hay otros que son o perjudiciales o superfluos, y que es bien difícil de separarlos, tanto como obtener una Diana o una Minerva de un bloque de mármol que está aún áspero” (Descartes, 1668: 19).

Descartes se queja de esas disciplinas antiguas en las que dice: “uno se ha realmente sometido a ciertas reglas y ciertas cifras, que se ha hecho un arte confuso y oscuro, que avergüenza el espíritu en lugar de hacer una ciencia que le cultive” (Descartes, 1668: 20). Luego entonces —escribe el autor—: “En lugar de un gran número de preceptos de los que la lógica está compuesta, creo que sería suficiente tener los cuatro siguientes, siempre y cuando tome la firme y constante resolución de no faltar una sola vez de seguirlos” (Descartes, 1668: 20). He aquí estos preceptos:

El primero era no aceptar nunca ninguna cosa por verdadera que no conociese evidentemente ser tal: es decir, evitar cuidadosamente la precipitación, la prevención y de no comprender nada de más en mis juicios que esto que se presentara claramente y distintamente a mi espíritu, que no hubiera ocasión de poner en duda.

El segundo, dividir cada una de las dificultades que examinase en tantas parcelas que pudiera y que requiriera para resolverlas mejor.

El tercero, conducir por orden mis pensamientos, comenzando por los objetos más simples y fáciles de conocer para ascender por grados poco a poco hasta el conocimiento de los de mayor composición: suponiendo el mismo orden entre los que no naturalmente preceden entre sí.

Y, el último, hacer en todo enumeraciones tan completas y revisiones tan generales que estuviera seguro de no omitir nada (Descartes, 1668: 20-21).

Luego de la exposición de estos preceptos, Descartes da un señalamiento metodológico muy importante sobre la demostración racional cierta y evidente cuando escribió:

<sup>51</sup>En matemáticas, a Descartes se debe la algebraización de la geometría, la simplificación de la notación algebraica, la invención de las coordenadas cartesianas y el redescubrimiento del análisis geométrico. Además en su propia formación estas aportaciones brindaron al autor la autoidad que le permitió escribir con fuerza su discurso del método para la búsqueda de la verdad.

Estas largas cadenas de razones simples y fáciles, de las cuales los geómetras han acostumbrado a servirse para arribar a sus más difíciles demostraciones, me habían dado ocasión de imaginarme, que todas las cosas que pueden exponerse bajo el conocimiento de los hombres se prosiguen de la misma manera y que, a condición de abstenerse de aceptar por verdad, cualquier afirmación que no lo sea y que conservemos siempre el orden que hace falta para deducir las unas de las otras, no pudiendo haber tan alejadas a las cuales no podamos acceder, ni tan escondidas que no se puedan descubrir. Yo no pasé muchas penas para buscar las que era necesario comenzar: porque yo decía que era por las más simples y más fáciles a conocer: considerando que entre todos aquellos que han buscado la verdad en las ciencias, no ha habido más que los matemáticos quienes han podido encontrar algunas demostraciones, es decir, algunas razones ciertas y evidentes (Descartes, 1668: 21).

Armado de los anteriores preceptos metodológicos generales, y estando persuadido de la fuerza demostrativa del razonamiento encadenado de verdades, Descartes establece el vínculo epistemológico entre método de investigación y análisis, así como entre las dos anteriores y la demostración de leyes específicas del estudio de casos. Por esta razón es muy importante no clausurar la lectura del *DMYLE* en el *Discurso del método* y abandonar el análisis de los “ensayos”, si se desea encontrar la “fuerza del razonamiento encadenado de verdades” entre método y estudio de caso. Se podrá acordar o disentir de Descartes pero no es fácil renunciar al análisis epistemológico de su obra y sus enseñanzas, y tal vez de este modo comprender, también, la fuerza del razonamiento que tanto ha encantado a los modernistas.

En *Discurso del método* lega la aplicación de sus cuatro preceptos al estudio de algunas materias, con la siguiente convicción: escribiendo —escribe Descartes— “algunas materias que, no estando sujetas a muchas controversias, ni obligándome a declarar mis principios más de lo que deseo, no dejaron de hacer ver con bastante claridad qué es lo que yo puedo o no puedo en las ciencias” (Descartes, 1668: 84). Sin duda, Descartes se refiere presuntuosamente a poder exponer racionalmente las ciencias de la dióptrica y de *Los meteoros*, en calidad de casos que se encuentran encadenados a la exposición general del método cartesiano.

La importancia epistemológica de los casos analizados por Descartes consiste en que los cuatro preceptos metodológicos no son alusiones abstractas a máximas metodológicas, como aquella de Feyerabend (1979) que versa: ¡sean anarquistas y opónganse a cualquier centro de poder científico! Por el contrario, son la exposición de principios metodológicos instrumentalizables para el estudio racional de casos empíricos. Para esto, Descartes anuncia que “probará con ejemplos que es posible encontrar las causas de todo esto que hay de admirable sobre la tierra” (Descartes, 1668: 261) y al final sentencia: “Espero que aquellos que han comprendido todo lo que ha sido dicho en este tratado, no verán en el futuro nada en las nubes que no puedan fácilmente comprender la causa, ni que les dé tema de admiración” (Descartes, 1668: 413).

El vínculo epistemológico entre la empiricidad del tratado de *Los meteoros* y la lógica metodológica descartesiana puede apreciarse nítidamente en las primeras ediciones de DMYLE, que muestra una organicidad devenida clásica en la época de la ciencia moderna.

Como escribimos antes, el axioma de la materia sutil es el fundamento de *Los meteoros*. De acuerdo con Cousin (1884), Descartes habría considerado que Dios forma una masa inmensa de materia homogénea y de la cual todas las parcelas son duras y angulosas. En seguida les imprime un doble movimiento de rotación sobre sí mismas y de torbellino entre ellas; del frotamiento de ellas surge un polvo muy fino, que Descartes denomina materia sutil (primer elemento) y una materia globulosa denominada por él luz (segundo elemento) y un polvo masivo del que se forman todas las otras masas de las que resultan todas las cosas del mundo (resto de elementos).

La materia sutil es un término que permite explicar a Descartes los fenómenos mecánicos como la atracción, el peso, la elasticidad, la rarefacción o la condensación, etcétera, y que serán cruciales en la explicación de los meteoros. La idea es que los poros de todos los cuerpos deben estar llenos de una materia muy tenue y cuasi etérea, compuesta de cuerpos esferoidales, mismos que tienen movimientos de rotación y traslación, además de diversos movimientos y velocidades.

Descartes incursiona en la aerología relacionando la especulativa materia sutil con la meteorología. Luego de introducir en un primer tiempo —vale la pena insistir, especulativamente— la materia sutil, aplica en un segundo

tiempo, ahora sí, sus preceptos metodológicos, negando el conocimiento precedente e introduciendo algunas suposiciones de las que —dice Descartes— “intentaré de hacerlas tan simples y fáciles, que ustedes no harán, puede ser, dificultad de creerlas, aunque no las haya demostrado” (Descartes, 1668: 262). Su idea es que

la materia sutil que ocupa los intervalos de los cuerpos es de tal naturaleza que no cesa nunca de moverse a gran velocidad, en todos lugares y todo el tiempo, comúnmente un poco más rápido en la superficie de la tierra [...] y en los lugares próximos al Ecuador y más en verano que en invierno y en el día que la noche (Descartes, 1668: 265-266).

Para Descartes, la temperatura depende del tamaño de los poros de los cuerpos, de tal manera que la circulación de la materia sutil es más fácil en aquellos que tienen poros grandes y por lo que son más calientes, a la inversa los cuerpos de poros pequeños no permiten el paso de la materia sutil fácilmente haciendo que el cuerpo sea más frío. También este movimiento se transmite a los nervios de los humanos por lo que los rápidos provocan sentimientos de calor y los lentos sentimientos de frío (Descartes, 1668).

Según Descartes, debemos pensar que hay una proporción entre la fuerza de esta materia sutil y la resistencia de las partes de otros cuerpos, que luego que ella surge agitada y permite al cuerpo moldearse a otros como cuando ciertas hendiduras de la tierra permiten al agua plegarse y escurrir entre ellas. La materia sutil rodea a las partículas del cuerpo formando ramificaciones entrelazadas de las cuales depende la elasticidad y la resistencia del cuerpo a las acciones mecánicas externas (Descartes, 1668).<sup>52</sup>

<sup>52</sup>En su tiempo, la idea de materia sutil desató una controversia con otros intelectuales, entre ellos Morin. Para Morin no está claro si la materia sutil es común a todos los elementos y el origen de su movimiento. En este sentido, Morin demanda que Descartes clarifique si el hielo se funde por acción del fuego o por la acción de la materia sutil; pero más de fondo es el señalamiento de la contradicción sobre el origen del movimiento de la materia sutil. Según Descartes, el sol empuja cierta materia sutil que existe en los cuerpos transparentes, este movimiento constituye la luz; por lo tanto, podría suponerse que la materia sutil no tiene ningún movimiento original, aunque en otras partes de la óptica y *Los meteoros*, Descartes indica que la materia sutil se mueve a gran velocidad, por lo que a fin de cuentas no necesitaría de cuerpos luminosos para ponerse en movimiento; situación que se contradice con la primera idea sobre el empuje del sol de la materia sutil (Auger, 1950). Cuestiones como los cambios en la rotación y la traslación primitiva de la materia sutil en

Entrando al tema de los meteoros propiamente dicho, Descartes despliega de este núcleo de cuerpos y “materia sutil” su programa de trabajo meteorológico, el cual sigue casi exactamente el mismo recorrido que Aristóteles en *Meteorológicas*.

En el primer discurso señala su programa de trabajo indicado:

en este primer discurso hablaré de la naturaleza de los cuerpos terrestres en general, a fin de poder explicar mejor en el siguiente las exhalaciones y los vapores. Pues a causa de que estos vapores se desprenden del agua de mar, forman algunas veces sal sobre la superficie. Yo tomaré la ocasión de detenerme un poco a describirle e intentar conocer las formas de estos cuerpos, que los filósofos dicen estar compuestos de elementos por una mezcla perfecta [Descartes se está refiriendo a la filosofía y meteorología aristotélicas, nota de Antonio Arellano], tan bien que los de los meteoros que ellos dicen estar compuestos por una mezcla imperfecta. Después de esto, conduciendo los vapores por el aire, examinaré de dónde vienen los vientos; Y haciéndolos reunir en ciertos lugares, describiré la naturaleza de las nubes; y haciendo disolver estas nubes diré lo que causa la lluvia, el hielo y la nieve [luego se refiere a las estrellas y otros temas fuera de la contextualización contemporánea de los meteoros, nota de Antonio Arellano]. No olvidaré las tormentas, los truenos, los rayos y los diversos fuegos que se alumbran en el aire, o las luces que se ven [se refiere a fenómenos asociados a la refracción de la luz como el color de las nubes y la aparición de varios soles, nota de Antonio Arellano] (Descartes, 1668: 262: 263).

En el segundo discurso sobre los vapores y exhalaciones, Descartes expresa que la materia sutil, que está ubicada entre los poros de los cuerpos terrestres, presenta diferente grado de agitación debido a la presencia del sol o de otras causas. La agitación de la materia sutil afecta en mayor grado a los cuerpos más pequeños que a los grandes. A su juicio no debe sorprender que la acción del sol haga fluir a mayor altitud a los pequeños cuerpos terrestres que a los mayores. Hay que tomar en cuenta que —escribe Descartes— “estas pequeñas partes que son así agitadas en el aire por el sol, deben, la mayor parte, tener la

---

la situación que ocurriría en el cruce de rayos luminosos y otras cuestiones que fueron tema de Hugen y Newton posteriormente (Auger, 1950: 262).

figura que he atribuido al agua, a causa de que no hay otras que puedan fácilmente ser separadas de los cuerpos donde se encuentran” (Descartes, 1668: 271). Las exhalaciones son más sutiles que los vapores, por lo que se mueven más de prisa y a mayores alturas que los vapores.

Según Descartes:

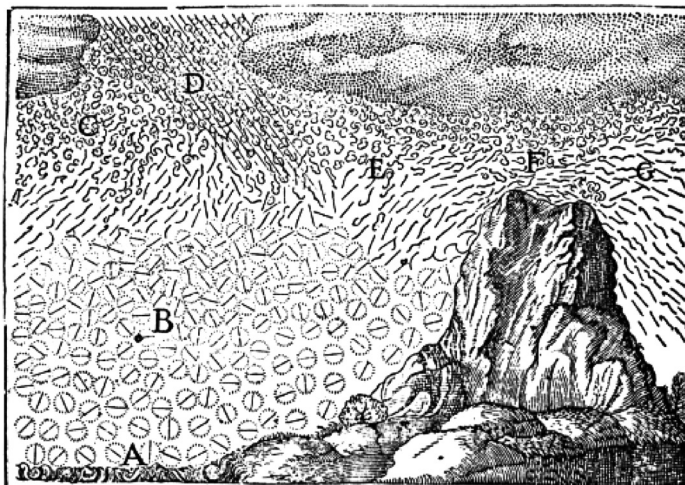
hay que remarcar que estos vapores pueden ser más o menos presionados o extendidos, calientes o fríos, transparente u oscuros, húmedos o secos. Porque, primeramente, como sus partes no están muy agitadas para mantenerse extendidas en línea recta comienzan a plegarse, acercándose unas a otras [...] o bien, que estando encerradas entre montañas o entre otros vientos, se autoimpiden de agitar el aire [...] o en fin, empleando la mayor parte de su agitación a moverse conjuntamente hacia un mismo lado, no girarán más fuerte que de costumbre y se dirigirán a otro lugar, haciendo que los vapores que los componen sean más espesos o más encerrados que los anteriores (Descartes, 1668: 174-175).

Las exhalaciones son capaces de más cosas de diversas cualidades que los vapores a causa de la diversidad de formas de sus partes. Descartes se refiere a humos, aceites y sales volátiles, principalmente (figura 11). Como se puede apreciar, la idea de la transmutación de los elementos mediante las causas activas (el calor y el frío) y las pasivas (lo seco y lo líquido) aristotélicas es innecesaria debido a la introducción del artilugio de los movimientos de la materia sutil y la materia globulosa (la luz).

El discurso tercero versa sobre la formación de la sal marina. En el cuarto aborda los vientos. Inicia diferenciando aire y viento señalando que “toda agitación de aire que es sensible se nombra viento y todo cuerpo no lesivo e impalpable se llama aire” (Descartes, 1668: 298). Cuando el agua deviene rarificada y cambia en vapor sutil, Descartes le llamaría aire. El viento ocurre cuando el calor agita las pequeñas partes de agua que se elevan sobre su superficie, tierras húmedas, nubes y nieve. Pero en el fondo, la explicación de los vientos se refiere a la dilatación de las exhalaciones. También explica las grandes corrientes de aire que ocurren, según él, respecto al sol. Descartes considera que los rayos solares tienen la capacidad de dilatar el aire de la parte terrestre iluminada, por lo que los vapores tienden a dirigirse hacia la parte sombreada de la tierra oca-



FIGURA 11  
IMAGEN DE VAPORES Y EXHALACIONES SEGÚN DESCARTES



Fuente: *Los meteoros* (Descartes, 1663: 168). Obtenida en (<http://www.kennislink.nl/publicaties/de-eerste-molecuultheorie-atomen-en-moleculen-in-historisch-perspectief>).

sionando los vientos principales que ocurren en la tierra. Pero también toma en cuenta que entre los polos existe una insolación diferente y que causa vientos distintos, durante el día suben por el Ecuador y descienden hacia los trópicos, y de noche bajan de los polos y suben por los trópicos. En suma, la combinación de los vientos de norte a sur y de oriente a poniente por acción del calor proveniente del sol y su enfriamiento durante las noches da como resultado los vientos principales (Descartes, 1668) (figura 12).

En el discurso quinto Descartes aborda las nubes, indicando que si los vientos ocurren como dilatación de los vapores, la condensación forma las nubes y la neblina. Aquí Descartes menciona que “las gotas de agua en la atmósfera se forman luego que la materia sutil, que rodea de las pequeñas partes de los vapores, no tiene fuerza suficiente para hacer que ellas se extiendan o se plieguen; en cambio se reúnen, acumulan reuniéndose en una bola” (Descartes, 1668: 314). Y la superficie de esta bola deviene incontinente, igual y lisa, a causa de que las partículas de aire que la tocan se mueven de manera distinta a las suyas y también la materia sutil que está en los poros del aire (siempre partiendo de la explicación de los cambios que ocurren en el agua del mar) (Descartes, 1668).

FIGURA 12  
 ATRACCIÓN DE LOS VAPORES DEBIDO A LA ATRACCIÓN DEL SOL



Fuente: *Los meteoros* (Descartes, 1668: 190).

En tanto las parcelas de hielo —según Descartes— “se forman luego que el frío es tan grande que las partículas de vapor no pueden ser plegadas por la materia sutil que está entre ellas” (Descartes, 1668: 317). La neblina se forma cuando concurren bajas temperaturas del aire y abundancia de vapores, pero —escribe Descartes— “las mayores neblinas se forman como las nubes, en los lugares donde el curso de dos o más vientos se termina” (Descartes, 1668: 320). El viento puede provocar que las gotas de neblina se reúnan formando lluvia o rocío. Conjugando el movimiento de los vientos con las características térmicas de los vapores, Descartes explica los diferentes fenómenos meteorológicos y su ubicación.

En el discurso sexto, Descartes aborda el tema de la nieve, la lluvia y el hielo. Hay varias cosas por las que las nubes son incapaces de descender luego que son formadas; por el sutil tamaño de las parcelas de agua de las que están formadas, por su gran superficie y la resistencia al aire, así como los vientos que actúan más hacia arriba que hacia abajo llevando las parcelas hacia las alturas. También ocurre que los vapores pueden calentar el aire e inflarlo, rarificando los corpúsculos y evitando la caída de las nubes. Basado en la argumentación anterior, Descartes concluye que: la nieve, la lluvia y el hielo son figuras que dependen del movimiento de los vientos y de la temperatura del aire.

Descartes niega que sus análisis sean producto de la opinión y describe prolijamente los cambios en las formas de la nieve, del hielo y la lluvia debidos a la temperatura del aire y al viento del 4 de febrero y días subsiguientes de 1635 en Ámsterdam como evidencias (Descartes, 1668: 335-347). Para las nubes compuestas de gotas de agua, es fácil comprender que desciendan en lluvia y debido a su propio peso, por el retiro del aire bajo estas nubes, por la presión del aire superior, o bien por la acción conjunta de estas causas.

El discurso séptimo está consagrado a las tempestades, los relámpagos y otros fuegos que se alumbran en el aire. Según el autor, “no es solamente cuando las nubes se disuelven en vapores que pueden causar vientos, pues también a veces descienden con gran violencia todo el aire bajo ellas componiendo un viento muy fuerte pero poco durable” (Descartes, 1668: 351). En esta parte la descripción toma la narrativa de viajeros para argumentar la violencia de tempestades ubicadas en el nivel de Cabo de San Buena Esperanza, que parecería describir esto que los sabios mayas nombraron huracanes, descritos como “corazón del cielo”. Asimismo, describe tempestades acompañadas de relámpagos, rayos, truenos y torbellinos.

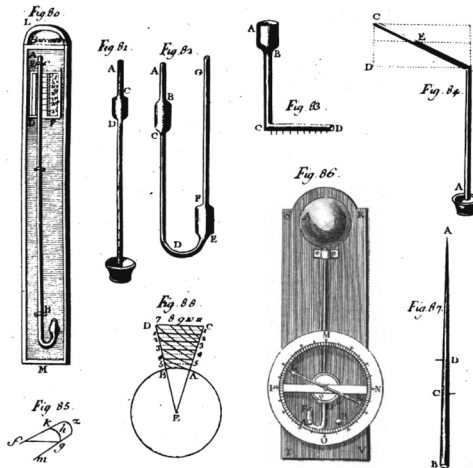
Respecto a los fuegos que alumbran el aire como los cometas que estén compuestos de exhalaciones y por lo tanto sean considerados meteoros. De igual modo que no lo serían los terremotos o los minerales. Por lo demás, abandonamos los discursos cartesianos sobre el arcoiris, del color de las nubes y de la aparición de diversos soles (discursos octavo, noveno y décimo, respectivamente), por estar fuera del tema de los meteoros.

La obra epistemológico-meteorológica cartesiana es confesadamente religiosa, hay que recordar sus intentos por incorporar sus enseñanzas en las escuelas jesuitas de su tiempo y en la declaración creacionista del mundo. La argumentación propiamente dicha inicia con una posición antiatomista y antivacío, que fue conciliada mediante la inclusión de la idea de materia sutil. La materia sutil es una especulación apriorística establecida por Descartes para definir la base del comportamiento de los cuerpos a partir de sus cambios por los movimientos de rotación y traslación, así como de los cambios de las cualidades de los cuerpos. Luego de establecer el axioma de la materia sutil, Descartes describe los cuatro preceptos metodológicos fundamentales para la obtención del conocimiento, que aplicará rigurosamente en la elaboración de su tratado sobre los meteoros.

El *DMYLE* sufrió una rápida bifurcación; por un lado, *Los meteoros* se volvió rápidamente intrascendente debido al auge de la instrumentalización y métrica meteorológicas que se estaba desarrollando en tiempos de Descartes. En efecto, Los tres instrumentos clásicos de la medición atmosférica fueron inventados prácticamente en el siglo XVII. El termómetro fue concebido en 1590 por varios inventores. El baroscopio en 1643 por Torricelli y el higrómetro en 1687 por Guillaume Amontons.

El invento de estos instrumentos no significaba que sirvieran para la medición y estandarización de las variables climático-meteorológicas como temperatura, presión atmosférica y humedad relativa, pues se requirió de enormes esfuerzos para alcanzar su estandarización y ser útiles para la objetividad regulatoria que se estaba produciendo en estos años. Incluso el propio Descartes participó de esta naciente objetividad regulatoria en el caso de la presión atmosférica al desarrollar una opción de barómetro en la que en un extremo de la columna de mercurio se usase agua para apreciar mejor los cambios en la presión atmosférica debido a la sensibilidad del agua (De Felice, Diderot y d'Alembert, 1779: 13) (figura 13).

FIGURA 13  
BARÓMETRO DE DESCARTES Y OTROS DE LA MISMA ÉPOCA [FIG. 81]



Fuente: De Felice, Diderot y d'Alembert (1779: 13) ([http://books.google.com.mx/books?id=uz8VAAAAQAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=twopage&q&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=uz8VAAAAQAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=twopage&q&f=false)).<sup>53</sup>

<sup>53</sup>Se explica en la Encyclopédia que: “la Figura 80. Representa el barómetro simple u ordinario de bola; figura 81. Es el barómetro de Descartes o de Huyghens, del cual una parte de CD, del

Por ello, cuando Descartes propone la idea de la disminución de la presión atmosférica debida a la altura (Diderot y d'Alembert, 1751-1765, vol. 2: 77-78), razón por la cual comienza a dividirse la atmósfera en diferentes capas de altura. Pero estas noticias parecen ahora anecdotarios de la historia del barómetro y del estudio de la presión atmosférica; en cambio, el *Discurso del método* como texto metodológico se convirtió en pilar del racionalismo, junto al experimentalismo Baconiano.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

*Meteorológicas* de Aristóteles es el coronamiento de más de dos siglos de investigaciones griegas que arribaron al emplazamiento de la meteorología y la climatología. En aquel entonces la tierra era una esfera compuesta concéntricamente por fuego, aire, agua y tierra y existían cuatro principios que originaban la transmutación de los elementos; en torno a ella giraba el sol y otros planetas, la energía se recibía del sol. *Meteorológicas* representaba la relación entre un tema particular sobre la naturaleza con el gran tema de la historia natural. En la Edad Media, la escolástica eliminó la noción esférica de la tierra y la de iluminación del globo terráqueo por los rayos solares derivada de la idea planetaria, despojando a las nociones de clima y meteoro de su encuadre cosmológico original.

Entonces la tierra era plana con lo que resultaba ininteligible aludir las causas de los diferentes climas y meteoros como en la etapa clásica griega. Por otro lado, el *Discurso del método* de Descartes representó en tiempos de su publicación una solidaridad epistemológica entre método y meteorología que se expresaba como un discurso del método con un estudio ejemplar de caso. El movimiento positivista banalizó la empiricidad meteorológica y creó una hipótesis para la metodología racionalista: rompiendo nuevamente la solidaridad entre episteme y empiricidad.

---

tubo superior AC, estaba lleno de agua a fin de hacer las variaciones más sensibles; Figura 82. Es el barómetro doble de Huyghens; Figura 83. El barómetro a equerre de Jean Bernouilli; Figura 84. El Barómetro inclinado del Caballero Morland; Figura 85. Un reporte a la figura que el mercurio toma en el tubo de este barómetro; Figura 86. Es el barómetro a rueda del Doctor Hook [...]; Figura 87. Barómetro cónico de M. Amontons” (De Felice, Diderot y d'Alembert, 1779: 13).

En suma la obra epistemológico-meteorológica aristotélica es antimitológica, antiatomista y pro vacío. La descripción y ubicación esférica de los fuegos, el aire, el agua y la tierra, así como la transmutación de sus cualidades se creó a partir de elementos definitivamente meteorológicos. En cambio, la obra epistemológico-meteorológica descartesiana es religiosa, antiatomista y antivacío. Los movimientos de rotación y traslación de la apriorística materia sutil explicarían los cambios de las cualidades de los cuerpos; aplicando los preceptos metodológicos de la evidencia, del análisis, del orden y de la recapitulación de las causas de la materia sutil se despliega un estudio meteorológico vinculado estrechamente a la meteorología.

La relación entre la obra aristotélica con la descartesiana es un tema importante. De conformidad con Saint-Hilaire, los textos de Descartes son una feliz transición entre la antigüedad y los tiempos modernos, pero en ellos reconoce también que no ha sido tan innovador como él lo cree en su obra (Saint-Hilaire, 1863: XLI). Saint-Hilaire observó que “el libro de Descartes es todo lo que la meteorología había aprendido en el siglo XVII, al lado de todo lo que ella conservaba aún de la tradición” (Saint-Hilaire, 1863: XLI).

Al respecto, Saint-Hilaire había encontrado que a excepción de la eliminación de los cometas, la Vía Láctea y los terremotos, “nos encontraríamos aún en la ciencia griega mejorada pero no cambiada por el genio de Descartes y las investigaciones meteorológicas más precisas” (Saint-Hilaire, 1863: XLI), a los que Saint-Hilaire comenta, que la meteorología del siglo XIX debe casi todo a Aristóteles y a Descartes:

Sin duda, ella [en *Meteorológicas*] ha hecho, desde tiempos de los Griegos, inmensos progresos [...] sin duda, debemos convenir que, después [de] tres siglos, ella no ha cesado de caminar, y que ella realiza todos los días preciosas adquisiciones, gracias a la multiplicidad, a la paciencia, a la sagacidad de las observaciones. Pero reconociendo sus éxitos, no mantengo la idea que, desde Aristóteles hasta nuestros días, se trata de una simple progresión en la misma vía. Ella presenta, es cierto, una deplorable laguna durante cerca de dos mil años, es decir desde el debilitamiento del espíritu griego, la decadencia del imperio romano y el cataclismo de la invasión bárbara hasta esta época, el Renacimiento, donde en efecto la inteligencia humana, apoyada por los más felices descubrimientos, ha tomado repentinamente una actividad tan enérgica

que hemos podido creer a una vida nueva. La meteorología ha sufrido, como el resto del saber humano, este largo eclipse; pero ella ha sido una de las primeras [en] salir de la sombra; y hemos podido ver por el libro de Descartes sobre los meteoros todo esto que ella había aprendido ya en el siglo XVII, a lado de todo esto que ella conservaba aún de la tradición. Descartes es siempre sin saberlo, un discípulo de Aristóteles [...] Se trata de casi el mismo orden de Aristóteles, excepto algunas eliminaciones muy legítimas, como los cometas, la Vía Láctea, los terremotos [...] No digo que este elogio le haya desacreditado; pero Descartes no es tan innovador como él lo cree. Después de Descartes, la meteorología ha devenido lo que es ahora [en los tiempos de Saint-Hilaire], y no es asunto de presumir que ella desee repudiar a uno de sus ancestros más ilustres y serios [se refiere a Aristóteles] (Saint-Hilaire, 1863: XLII).

A nuestro juicio, *Los meteoros* de Descartes no son la actualización de la meteorología de Aristóteles como dice Saint-Hilaire. Más bien, *Los meteoros* de Descartes se dirige parte por parte contra la meteorología de Aristóteles, y esto representa la respuesta racionalista de un historiador de la naturaleza como Descartes al estudio de los principios de la filosofía de la naturaleza aristotélica. *Meteorológicas* son el intento de romper la tradición aristotélica sobre *Meteorológicas*, avanzando en la búsqueda de las leyes y causas, en lugar de representar un rescate de los principios y la naturaleza de los meteoros de Aristóteles.

*Meteorológicas* y *Los meteoros* son una polémica durable entre filosofía natural e historia natural; entre un Aristóteles que parece espiritualista pues considera que la materia es el resultado de la potencia y un Descartes que parece un tipo de materialista (paradójicamente religioso), pues considera que, ante todo, lo primero es la materia sutil y ella posee simultáneamente materia y movimiento. Argumentos que paradójicamente colocan a Aristóteles favorable a las causas finales y a Descartes por el de las causas eficientes.

Sin embargo, una conclusión fuerte radica en que existe un vínculo epistemológico orgánico entre conceptos y epistemología, respecto al estudio de los meteoros, en la filosofía y en la meteorología aristotélica, así como en la respuesta racionalista a la filosofía especulativa aristotélica de la parte de Descartes.

En los dos momentos que hemos abordado el estudio de la atmósfera, expresado en la obra meteorológica, fue un tema casuístico de las epistemologías

aristotélica y cartesiana. En aquellos momentos los principios epistemológicos se aplicaron al estudio de los fenómenos atmosféricos con un alto rendimiento cognoscitivo y filosófico.

El conocimiento de las historias aristotélica y cartesiana de vinculación entre la epistemología y el caso de la meteorología permite exponer la condición de este vínculo en nuestra época. *Grosso modo*, observamos que en la actualidad la meteorología ha crecido en empiricidad y visibilidad política hasta volverse una disciplina ineludible en las discusiones de los grandes desafíos mundiales, portando implícitamente una epistemología sobre el mundo contemporáneo. Lo anterior queda expuesto en la discusión y la reflexión del reciente alcance global en torno al llamado calentamiento climático; situación asimétrica a la minimización de la epistemología oficial, depotenciada de la reflexión de grandes problemas del mundo, que es incapaz de vincularse cognoscitivamente con la meteorología y la climatología como sendos estudios de caso capaces de ayudarle a reformarla.

Actualmente, los fenómenos atmosféricos se han vuelto cruciales. El conocimiento de la atmósfera es logrado mediante la mayor parafernalia construida por el hombre, mientras que los científicos cuentan con innumerables recursos tecnológicos, metodológicos y económicos para producir datos y análisis como nunca antes lo había concebido la humanidad. A pesar de lo anterior, parecería que los campos analíticos y aparatos críticos generales heredados de la modernidad cartesiana se encuentran atrapados en una división científica esclerotizada que se ha sustentado en una ontología que divide las causas en naturales y sociales, y que impide volver a poner en relación la epistemología de las investigaciones con el estudio del caso atmosférico y la renovación de la reflexión de la epistemología generalizada (Arellano, 2011).

Dicho de otro modo, si en los momentos aristotélicos y cartesianos existía un vínculo solidario entre epistemología y empiricidad meteorológica, la cual fue socavada por escolásticos y positivistas, hoy en día existe una empiricidad meteorológica muy fuerte y también una discusión epistemológica muy intensa, pero desgraciadamente dividida implícitamente en los dominios naturalísticos y sociológicos, como hemos esbozado en el capítulo I.

En los tiempos actuales existe una infraestructura científica y técnica nunca antes vista, que posibilita escudriñar todos los rincones del clima y los me-



teoros del planeta, sin embargo, esta parafernalia no corresponde con el interés que existe en el estudio de la filosofía y la historia natural ni con la epistemología del mundo. El problema que actualmente padecemos es que con las preocupaciones sobre el cambio climático tenemos el estudio de caso, justamente como en los tiempos aristotélicos y cartesianos, pero asimétricamente no existe el suficiente interés filosófico ni epistemológico que acompañe críticamente la elaboración de los saberes y la empiricidad sobre los fenómenos atmosféricos y climáticos.

De allí que dos preguntas epistemológicas generales sean: ¿será posible volver a tener las discusiones de gran envergadura sobre la epistemología como se tuvieron en tiempos aristotélico-cartesianos?, ¿podrá ser el clima y los meteoros el estudio de caso de una discusión epistemológica generalizada como antaño ha ocurrido?, ¿podremos convertir las dificultades cognoscitivas científicas del estudio de la atmósfera en la heurística epistemológica del mundo contemporáneo? De nuestra generación dependen las respuestas a estas cuestiones y no sólo preguntarnos, sí o no se calienta el clima, y si la causa del calentamiento es o no un principio antrópico.

Una cuestión es segura, sin estos pioneros y seminales trabajos sobre el clima expresados en *Meteorológicas* y *Los meteoros* no habría sido posible crear las mediaciones sociales, simbólicas, técnicas e intersubjetivas que hoy nos permiten interactuar con la atmósfera como lo hacemos; sería de otra manera, con otras categorías, otros instrumentos e instituciones eruditas distintas a los que conocemos hoy.

El esfuerzo de Aristóteles y Descartes, entre otros, por dar cuenta de la atmósfera y los fenómenos que en ella ocurren son las acuñaciones mediadas de la intervención antrópico fundamentales el medio atmosférico, el clima, el cambio climático expresados en un dispositivo conceptual, epistémico, filosófico y colectivamente instituido, mediador de los hombres y el mundo.

Esperamos que después de haber expuesto estas antiguas investigaciones y controversias *aerológicas*, sea más fácil percibir la construcción de la interacción de los hombres occidentales con esto que ahora llamamos clima y atmósfera, y en la elaboración de toda una epistemología política occidental sobre la integración de la experiencia colectiva del hombre en el mundo.

## Recalcitrancia epistemológica de la bifurcación naturaleza y humanidad en los estudios contemporáneos sobre el cambio climático\*

### INTRODUCCIÓN

Durante el periodo de la Modernidad, mismo que se inició en tiempos de Descartes y que continúa hasta nuestros días, ha estado asociado a la práctica de los discursos científicos, las argumentaciones que imputaban causalidad a los fenómenos resultaban relativizados en múltiples explicaciones e interpretaciones, pero finalmente organizadas de acuerdo con una ruptura entre explicaciones causales naturalísticas o sociológicas<sup>54</sup> (Latour, 1991).

Sin embargo, frente a los problemas del conocimiento del mundo contemporáneo, numerosos científicos están apelando a la pérdida de capacidad explicativa de sus dominios especializados y coinciden en convocar a la puesta en escena de discursos no disciplinarios. Es posible que los síntomas de esta fatiga explicativa hayan tomado forma en la década de los setenta en la crítica a la producción disciplinaria del conocimiento y en la convocatoria a la integración multi, inter o transdisciplinaria del conocimiento (Piaget, 1970), y más recientemente al abordaje de los sistemas complejos (Morin, 1999). Finalmente, estas propuestas epistemológicas interdisciplinarias y sistémicas no han dado respuesta a los grandes desafíos conceptuales del mundo contemporáneo.

Respecto a los temas ambientales, en general y en particular al del cambio climático, existen dos bandos epistémicos de carácter modernista. En el bando de las explicaciones sociológicas, los autores consideran exclusivamente las cau-

\*Este capítulo se escribió con la colaboración de Laura María Morales Navarro. El autor agradece los comentarios críticos de León Arellano Lechuga, Claudia Ortega Ponce, Eduardo Quintanar Guadarrama, María Cristina Chávez Mejía y la lectura de María del Carmen Aguilera Padilla.

<sup>54</sup>En este trabajo empleamos el término sociólogos en un sentido amplio del dominio de las ciencias sociales y humanas, nos referimos con esta palabra a los especialistas de las ciencias sociales que han escrito sobre el cambio climático.

sas de orden social, particularmente esto ocurre en la disquisición de la proliferación de los fenómenos asociados a la sociedad industrial y específicamente a la liberación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. En este caso, los discursos se elaboran para promover acciones en contra de los efectos de la sociedad industrial como causante del cambio climático, pero obviando los argumentos referidos a las razones y evidencias que sustentarían las explicaciones naturales del calentamiento climático, sobre las cuales no existiría la posibilidad de acción humana.

En el bando naturalista, los autores aluden los ciclos largos de calentamiento-enfriamiento de la atmósfera como causa. En este caso, los discursos se elaboran para promover más acciones cognoscitivas sobre el medio ambiente, pero a condición de negar el hecho de que la sociedad industrial, sustentada en la quema de combustibles fósiles que emiten una serie de gases con efecto invernadero, provoca, en parte, el calentamiento climático, haciendo superfluo recurrir a tomar alguna medida de mitigación.

El punto es que los razonamientos anteriores sólo tienen la opción de anularse mutuamente debido a la posición dualista en la que se han organizado los debates. Justamente de esta mutua anulación se alimenta la inacción y la parálisis que enfada a ambos bandos. No obstante, desde fines de los años 1970 del siglo pasado, ciertos grupos de investigadores enfrentan la paradoja que se forma entre la descripción empírica de los orígenes heterogéneos del fenómeno del cambio climático y la obstinada atribución de las causas homogéneas ubicadas ya sea en la naturaleza o en la sociedad. Esta paradoja la denominamos *recalcitrancia epistemológica modernista* y consiste en una forma de producir conocimientos científicos en la que las problemáticas de estudio, las prácticas de investigación, los métodos empleados y la descripción de los fenómenos mezcla causas naturales y sociales, pero separa su explicación final en términos de causas naturalísticas o sociales.

Tomando como ejemplo los argumentos sobre las caracterizaciones en torno al cambio climático, en este capítulo abordamos el problema de la recalcitrancia epistemológica modernista de diversos autores e instituciones frente a las causas heterogéneas de los fenómenos. Con el propósito de avanzar en este objetivo presentamos primero un encuadre epistemológico analítico del tema, en seguida una síntesis de las explicaciones sobre el cambio climático; en seguida abordamos los discursos de las relaciones hombre-naturaleza sobre el cam-

bio climático en las “ciencias naturales”, luego en las “ciencias sociales” y, finalmente, exploramos la posibilidad de eliminar esta recalcitrancia en el conocimiento sobre el cambio climático, recurriendo a los resultados de la antropología de las ciencias y de la naturaleza en la puesta en escena de las epistemologías de recurrencia heterogénea.

## EL ENCUADRE DEL PROBLEMA EPISTEMOLÓGICO DE LAS CAUSAS Y LOS EFECTOS RELATIVOS AL CAMBIO CLIMÁTICO

En los últimos años el debate entre creyentes y escépticos del cambio climático ha sido el más mediático de los temas sobre la ciencia, aún más que aquellos que versan sobre los organismos genéticamente modificados. Sin embargo, cualquier dominio sobre el cambio climático es muy controversial y prácticamente no hay aspecto cognoscitivo en el que haya consenso, y cuando alguien escribe que hay un consenso, más tiempo se tarda en publicarlo que se convierta en motivo de polémica<sup>55</sup> (capítulo IV). En este sentido, el tema del cambio climático está de moda pero al mismo tiempo se ha vuelto uno de los más difíciles de abordar debido a las numerosas aristas que se ven comprometidas.

La dimensión de la investigación sobre el cambio climático supera con creces la dimensión de la llamada *big-science*, su parafernalia es incomparable con cualquier otra infraestructura científica, su extensión completamente globalizada y la complicación de su trama institucional es a nivel mundial.<sup>56</sup> No obstante,

<sup>55</sup>Situaciones que ocurren sobre las consideraciones de la radiación solar, el albedo, el efecto invernadero, el papel del fenómeno de El Niño (o ENSO), las corrientes marinas, los climas pasados y las proyecciones climáticas en el futuro, y no se diga sobre la causa antrópica (Godard, 2001).

<sup>56</sup>Baste decir que en la Organización Meteorológica Mundial (OMM) explotan redes espaciales, atmosféricas, terrestres y oceánicas. Entre ellos el Sistema Mundial de Observación de Océanos (SMOO), Terrestre (SMOT), del Clima (SMOC) y el Sistema Mundial Integrado de Observación de la OMM (WIGOS) y el de Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) y se trabaja rápidamente en la Red Mundial de Sistemas de Observación de la Tierra, OMM ([http://www.wmo.int/pages/themes/research/index\\_es.html](http://www.wmo.int/pages/themes/research/index_es.html)), consultado: 25/11/2011. Estamos hablando de una parafernalia nunca vista, en la que *big-science* resulta *small science*. Los sistemas de observación integrados en estas redes recopilan datos meteorológicos, climatológicos, hidrológicos, marinos y oceanográficos enviados por más de 15 satélites, 100 boyas fondeadas, 600 boyas a la deriva, 3 mil aeronaves, 7,300 buques y unas 10 mil estaciones terrestres, OMM ([http://www.wmo.int/pages/themes/weather/index\\_es.html](http://www.wmo.int/pages/themes/weather/index_es.html)). Las computadoras más potentes, los modelos matemáticos más sofisticados están al servicio de la investigación atmosférica mundial.

justamente toda esta parafernalia sociotécnica global de investigación sobre el cambio climático, se expresa en objetos de pesquisa, procesos de investigación y enfoques epistemológicos de gran envergadura que merecen ser estudiados.

La complicación de los debates actuales sobre el cambio climático semeja mucho aquellas situaciones en las que el agotamiento de los enfoques principales muestra dificultades explicativas y los enfoques alternos son débiles, aún mal elaborados no están bien probados y no tienen la suficiente credibilidad y aceptación. Esta complicación redundante en la recreación de un ambiente confuso para la innovación y plagado de tensiones.

Kuhn se había preocupado no sólo por elucidar las revoluciones científicas propiamente dichas, sino también por los momentos y ambientes de tensión epistemológica que ocurren en numerosos momentos de la investigación científica. La inquietud de Kuhn sobre el “ambiente de la innovación epistemológica” que subyacía cuando escribía el texto *Tensión esencial*,<sup>57</sup> se debía al vínculo existente entre la tríada fundamental de perspectiva kuhniana de la ciencia formada por las categorías de paradigma, ciencia normal y ciencia revolucionaria. Hemos invocado *Tensión esencial*, considerando que en su contenido se encuentran elementos que pueden ayudar a entender las complicaciones por las que pasan los debates sobre el cambio climático; dicho de otro modo, el tema del cambio climático puede legítimamente ser un estudio de caso de la tensión epistemológica que ocurre en nuestros tiempos.

En *Tensión esencial*, Kuhn señala que: “en condiciones normales, el investigador científico no es un innovador, sino uno que resuelve enigmas; y los enigmas a los que se consagra son justamente los que, a su juicio, pueden ser formulados y resueltos al interior de la tradición científica existente” (Kuhn, 1990: 315). Él consideraba que la *tensión esencial* en la producción de conocimiento se establece entre un “modo de pensamiento convergente”, digamos anclado en la tradición y un “modo de pensamiento divergente”, libre de ataduras de la tradición (Kuhn, 1990).

<sup>57</sup>Nos referimos al texto “The Essential Tension: Tradition and Innovation in Scientific Research” que surgió de una conferencia del mismo nombre en 1959. Nosotros la tomamos del capítulo del mismo nombre, en el libro *La tension essentielle, tradition et changement dans les sciences* (Kuhn, 1990). En este libro, Kuhn admite que en dicho texto se encuentra “un modesto desarrollo de la noción de ciencia normal [pero] su importancia principal es la introducción del concepto de paradigma” (Kuhn, 1990: 22).

Sin embargo, la *Tensión esencial* a la que se refirió Kuhn como momento vivencial de los paradigmas innovadores *versus* los tradicionales delimita nuestra preocupación, pero requiere instrumentar una precisión sobre el tipo de tensión que permita describir las vicisitudes que ocurren en los cambios epistémicos de los dominios y los *corpus* cognitivos sobre las revoluciones paradigmáticas en el cambio climático. Por esta razón hemos introducido el término de recalcitrancia epistémica sobre el conocimiento del cambio climático, para aludir a un problema epistemológico en la producción de conocimiento en el que los investigadores describen empíricamente fenómenos a los que atribuyen cierta causalidad no convencionalmente moderna, pero que siguen explicándolos mediante categorías que remiten a causas convencionales de la epistemología modernista. La recalcitrancia epistemológica sobre el cambio climático puede leerse específicamente como una situación epistémica en la producción de conocimiento, en la que los investigadores describen fenómenos a los que atribuyen causas heterogéneas, pero que siguen explicándolos mediante categorías que remiten a causas homogéneas.

Al respecto, también el texto *Tensión esencial* es importante en términos de la escala de estudio, pues Kuhn se refiere al hecho de ilustrar con los mismos métodos históricos, tanto los pequeños episodios como aquéllos en los que una comunidad científica abandona una concepción del mundo y un cuadro de la actividad científica consagrados a adoptar un nuevo método científico; tal y como ocurrió con el copernicanismo, newtonismo, darwinismo, etcétera. A su juicio, Kuhn mantiene que el “historiador encuentra constantemente episodios revolucionarios mucho más pequeños, pero estructuralmente similares y que juegan un papel crucial en el progreso científico” (Kuhn, 1990: 306).

Con base en lo anterior, en este capítulo es posible que la escala de textos específicos en tiempos cortos sea una buena vía para ilustrar las tensiones entre la innovación o la tradición en el conocimiento, y que la innovación tome forma de recalcitrancia. Aunque para nosotros no sólo los conceptos son los que están en juego, sino también la organización explicativa causa-efecto del llamado cambio climático, así como los grupos disciplinarios involucrados.

Hemos incorporado estas referencias kuhnianas al presente trabajo, en alusión a la tensión epistemológica entre las nociones ontológicas de naturaleza y la humanidad que ocurren en el plano de la producción del conocimiento y

los métodos de estudio de la actividad científica, en las que nos encontramos frente a las discusiones eruditas sobre el cambio climático.

Por lo anterior, consideramos que la recalcitrancia epistemológica es un laboratorio de observación de la tensión epistémica en la producción colectiva de conocimientos entre una organización causa-efecto que aparentemente comienza a perder significado y otra igual que no termina de explicitarse y de ser aceptada entre las comunidades de científicos. Este periodo de recalcitrancia sería el intermedio entre la dominación de un paradigma científico y el surgimiento de otro.

En este sentido, vale la pena matizar que cuando Kuhn aborda la teoría de las revoluciones científicas, releva los temas de “las anomalías, la emergencia de descubrimientos, crisis y emergencia de teorías y, las respuestas a las crisis” (Kuhn, 1990), lo cual no necesariamente significa que la idea de *Tensión esencial* sea el punto de inflexión de una ruta ineludible en el “progreso científico”, sino un punto de tensión en el que ningún actor tiene la fuerza suficiente para imponer su punto de vista, su método o sus mecanismos de veracidad. A lo que agregamos que tampoco necesariamente tiene la fisonomía de ser innovador o tradicional, revolucionario o normal. Dicho de otro modo, no tenemos que suponer en las tensiones esenciales el acecho de un fatalismo revolucionario o simplemente innovador. Recordemos que, como hemos escrito a propósito de la cooptación parcial del aristotelismo por el movimiento escolástico y del descartesiano por el positivismo, las tensiones esenciales son permanentes y nadie tiene algo ganado por siempre.

En este tema, Jasanoff percibe algunas dificultades en el plano de la epistemología cívica sobre el cambio climático, cuando evoca que el tema trastoca importantes ámbitos de la vida tales como las colectividades, lo político, lo espacial y lo temporal. Asimismo, indica que no basta que un grupo de eruditos proclamen un conjunto de verdades, sino que el tema requiere incrustarse en la experiencia ordinaria humana (Jasanoff, 2010). Si bien, Jasanoff, no especifica esos mecanismos de incrustación, destaca que las modificaciones que incorpora el cambio climático “son cambios radicales, y no debe sorprender si se toma décadas, incluso siglos, para dar cabida a un replanteamiento revolucionario de las relaciones hombre-naturaleza” (Jasanoff, 2010: 237).

## EL CAMBIO CLIMÁTICO COMO FENÓMENO NATURAL O HUMANO

En un rápido recorrido sobre el conocimiento sobre el llamado cambio climático se puede anotar que fue Fourier quien en 1824 a partir del cálculo de la temperatura de la atmósfera, dedujo el efecto invernadero; en 1859 Tyndall estudió la transparencia de los gases para saber cómo la atmósfera controla la temperatura de la tierra; en 1886 Arrhenius estableció la relación entre el CO<sub>2</sub> y la temperatura de la atmósfera para explicar la edad de hielo; Steward Callendar en 1938 fue el primero en hablar de “calentamiento global” atribuido a la quema de combustibles fósiles; en 1941 (publicado en 1969 en inglés) Milankovic explicó las glaciaciones por los ciclos de excentricidad en la órbita del planeta en torno al sol, la inclinación del eje de rotación y la precesión del eje de la tierra; Plass en 1954 desarrolló un modelo sobre cómo el CO<sub>2</sub> absorbe los rayos infrarrojos y concluyó que la actividad humana podía aumentar la temperatura mundial en 1.1 grados Celsius por siglo.

Es a partir de estas conclusiones que Revelle contrató a Keelling para medir el CO<sub>2</sub> en diversas partes del mundo, encontrando que este gas se incrementa año con año desde 1960; en 1962 Ádem realiza uno de los primeros modelos termodinámicos del clima, aplicando por primera vez el principio de conservación de la energía a la radiación solar entrante en la atmósfera (Ádem, 1962; Garduño y Ádem, 1992); en 1975 Manabe presentó el primer modelo de circulación general integrando océano y atmósfera (GCM); en 1988 se estableció el IPCC por la Organización Meteorológica Mundial (WMO, World Meteorological Organization) y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP, United Nations Environment Programme); en 1992 se adopta en Río de Janeiro el texto de la Convención de Cambio Climático; en 1994 entra en vigor la Convención del Cambio Climático; en 1997 se adopta el protocolo de Kyoto, entrando en vigor en 2005.

En este apretado recuento del estudio del clima y sus cambios se encuentran las dos explicaciones modernistas recurrentes del fenómeno. En las explicaciones naturalistas ortodoxas están aquellas que han sostenido que el clima y sus cambios son causado por una diferencia entre insolación y acumulación de temperatura en la atmósfera (Fourier), por la diferente transparencia de los gases atmosféricos (Tyndall), por la relación entre el CO<sub>2</sub> y la temperatura



atmosférica (Arrhenius), por los tres ciclos que brindan distinta recepción de energía solar (Milankovic), por el incremento en el CO<sub>2</sub> (Kelling). Por otro lado, están aquellas explicaciones sociológicas que esclarecen el incremento de la temperatura atmosférica debido a la quema de combustibles fósiles (Callendar), y por los resultados de un modelo de absorción de rayos infrarrojos por el CO<sub>2</sub> producto de la actividad humana en la atmósfera (Plass, 1956).

Durante las últimas décadas los discursos de numerosos estudiosos del clima han radicalizado la explicación causal del cambio climático manteniendo una posición ortodoxa al estudiar los fenómenos naturales como causa de la naturaleza. Pero también han aparecido lecturas sutilmente heterogéneas derivadas de posiciones que intentan renovar las ciencias naturales para incorporar variables causales vinculadas a la dimensión humana. Estas últimas son interesantes desde la óptica de las dificultades epistemológicas que aportan para mantener recalcitrantemente el modernismo frente a los cambios imprevistos en la causalidad social que introducen.

## ARGUMENTOS RECALCITRANTES “NATURALISTAS”

### DE LAS RELACIONES HOMBRE-NATURALEZA SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Para observar las representaciones naturalistas nada mejor que analizar aquellas empleadas principalmente en los textos del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).

Hace tres décadas los climatólogos eran naturalistas de tiempo completo. Para ellos el clima era un fenómeno natural sustentado en causas naturales. El clima se explicaba en términos de variables de latitud, altitud, sistema de vientos y de corrientes marinas, sin embargo, desde la creación del IPCC en 1988, se ha intensificado el debate en torno a la causalidad natural y/o humana del cambio climático.

La elaboración política internacional del tema del cambio climático es similar al de cuestiones como la “sustentabilidad” y el “desarrollo” de otros tiempos. Primero se acuñan ciertas categorías eruditas en las esferas internacionales de la política y de las ciencias, para esto se realizan convenciones mundiales convocadas por la Organización de las Naciones Unidas (ONU); después se instrumentalizan esas categorías en políticas públicas y financieras

internacionales y, finalmente, son aplicadas en el plano de los países, sobre todo en aquellos que dependen del crédito internacional para el desarrollo económico y social. El resultado final es la construcción de una biopolítica reticular de temas, categorías eruditas y acciones políticas a la escala del planeta.

De modo que la historia de la construcción institucional sobre el cambio climático puede rastrearse desde 1979, fecha en la que la Organización Meteorológica Mundial (OMM) organizó, bajo los auspicios de la ONU, la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima donde se oficializó la idea que el cambio climático representaba una amenaza planetaria. Esta oficialización se consolidó cuando en 1988 la OMM y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) promovieron el establecimiento del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático OMM/PNUMA (IPCC).

En 1990, el IPCC ofreció su primer informe, mismo que ha constituido la base conceptual para el establecimiento en 1992 de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro.

En su informe de 1990, el IPCC declara en la parte científica del prefacio a la visión general que:

1.0.1 Estamos seguros de lo siguiente: Hay un efecto invernadero natural el cual mantiene a la Tierra más caliente de lo que debería ser [...] Las emisiones resultantes de las actividades humanas están incrementando substancialmente las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero [...] Estos incrementos intensificarán el efecto invernadero, resultando en un calentamiento adicional de la superficie terrestre (IPCC, 1990: 52).

En esta declaración, se entiende que el calentamiento adicional de la atmósfera es resultado de las actividades humanas.

La declaración de la CMCC en 1992 señala que “las partes”<sup>58</sup> participantes reconocen que los cambios del clima y sus efectos adversos son una preocupación común de toda la humanidad” (ONU, 1992: 2) y, agrega que las partes están:

<sup>58</sup>“Las partes” es un eufemismo político empleado en estos documentos de la época “post-guerra fría” para referirse a los países “desarrollados”, “subdesarrollados” y los “países” inestables que se estaban formando luego del desmantelamiento de la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS).

Preocupadas porque las actividades humanas han ido aumentando sustancialmente las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, y porque ese aumento intensifica el efecto invernadero natural, lo que dará como resultado, en promedio, un calentamiento adicional de la superficie y de la atmósfera de la Tierra y puede afectar adversamente a los ecosistemas naturales y a la humanidad (ONU, 1992: 2).

Como se afirma en el discurso anterior, el calentamiento adicional de la atmósfera es un producto de las actividades humanas.

La definición de la CMCC apoya directamente la idea del cambio climático, diciendo que “cambio del clima es atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables” (ONU, 1992: 3; es retomada en IPCC, 1995: Anexo B: 4). En el giro lingüístico de la atribución del cambio climático, se alude no sólo a las actividades humanas directas sino también a las indirectas.

Conviene señalar que el propio IPCC reconoce en varios de sus informes que en la CMCC “se distingue entre ‘cambio climático’ atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y ‘variabilidad climática’ atribuida a causas naturales” (IPCC, 1995: Anexo B: 4). Dicho de otra manera, que el cambio climático se debe a las actividades humanas y a la variabilidad natural. Esta distinción es interesante pues pone en evidencia dos fuentes epistémicas diferentes para referirse al cambio climático; por un lado, a las actividades humanas y, por el otro, “a causas naturales”.

En el segundo informe del IPCC, en 1995, la separación causal ya no puede sostenerse y es aún más clara la mezcla de causas climáticas, cuando se declara en el glosario de términos:

Cambio climático [según el IPCC]. El cambio del clima, tal como se entiende en relación con las observaciones efectuadas, se debe a cambios internos del sistema climático o de la interacción entre sus componentes, o a cambios del forzamiento externo debidos a causas naturales o a actividades humanas. En general, no es posible determinar claramente en qué medida influye cada una de esas causas. En las proyecciones de cambio climático del IPCC se suele tener en cuenta únicamente la influencia ejercida sobre el clima por los aumentos antro-

pógenos de los gases de efecto invernadero y por otros factores relacionados con los seres humanos (IPCC, 1995: Anexo B: 5).

Pero analicemos lentamente a riesgo de parecer repetitivos. El IPCC reconoce que el cambio climático se debe a las actividades humanas y a la variabilidad natural. Pero se acepta que: “En general, no es posible determinar claramente en qué medida influye cada una de esas causas” (IPCC, 1995: Anexo B: 5).

La recalcitrancia epistemológica modernista del discurso anterior se muestra luego de reconocer la indeterminación causal del cambio climático, prefiriendo retomar el camino epistemológico seguro de la separación de causas, indicando que: “En las proyecciones de cambio climático del IPCC se suele tener en cuenta únicamente la influencia ejercida sobre el clima por los aumentos antropógenos de los gases de efecto invernadero y por otros factores relacionados con los seres humanos” (IPCC, 1995: Anexo B: 5).

En este nuevo giro lingüístico, nos confrontamos a una situación de “confusión” conceptual por parte de los redactores del IPCC o a una dificultad epistémica mayor sobre las principales categorías ontológicas del cambio climático y, más aún, un aprieto para caracterizar los fenómenos en el mundo contemporáneo. Desde nuestro punto de vista, la situación es la segunda y se convierte en el diagnóstico epistemológico de estos tiempos; a nuestro juicio, la separación de entidades y causas del clima impiden avanzar en la caracterización de realidades heterogéneas y, por lo tanto, imposibilitan para tomar caminos cognoscitivos y técnicos alternos a los purificados epistemológicamente.

Seis años después, en 2001, en el tercer informe del IPCC se evoca el cambio climático como:

Importante variación estadística en el estado medio del clima o su variabilidad, que persiste durante un periodo prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras (IPCC, 1995: Anexo B: 5).

Aquí se argumenta que el cambio climático “puede deberse” “o a” (*sic*) procesos naturales internos (entendiendo “internos” como sinónimo de causa

natural en la tierra) “o a” (*sic*) cambios del forzamiento externo (entendiendo “externo” como sinónimo de causa natural extraterrestre, “o bien” a cambios antropogénicos. En este matiz lingüístico del “puede deberse” se despliegan las posibles causas naturales y la humana. La incertidumbre que introduce el término “puede deberse” podría interpretarse por los redactores del IPCC en términos del abandono del modernismo metodológico; pero el problema es que desacostumbrados a caracterizaciones híbridas, la idea causal sigue siendo purificada en causas naturales y causa humana.

La introducción de la causa humana se ha expresado, en este tercer reporte sobre el cambio climático, como la variable antropogénica, de la siguiente manera:

Las ciencias naturales, técnicas y sociales pueden proporcionar la información esencial y las pruebas necesarias para decidir qué es una “interferencia antropogénica peligrosa en el sistema climático” [...] Las bases para determinar lo que constituye una “interferencia antropogénica peligrosa” varían según las regiones, y dependen tanto de la naturaleza y consecuencias locales de los impactos del cambio climático como de la capacidad de adaptación disponible para hacer frente a ese cambio. También dependen de la capacidad de mitigación, ya que tanto la magnitud como la velocidad del cambio son factores importantes (IPCC, 2001b: 1).

Dicho en otras palabras, el cambio climático es causa de actividades humanas peligrosas y la variabilidad natural. Así, los redactores del IPCC introducen un problema epistemológico irremontable, pues indican que “las ciencias naturales, técnicas y sociales pueden proporcionar la información esencial y las pruebas necesarias para decidir qué es una ‘interferencia antropogénica peligrosa en el sistema climático’”. Sin embargo, no aclaran de qué manera sería posible la instrumentación de tal programa científico; en todo caso, de acuerdo con nuestra posición de caracterización de fenómenos heterogéneos, la salida sería una profunda modificación de las prácticas científicas de esos campos señalados en el reporte del IPCC para dar cabida en las llamadas ciencias naturales a los contenidos sociales, y en las llamadas ciencias sociales dar cabida a contenidos naturalísticos; lo que resultaría poner en escena un programa donde todas las ciencias fuesen ciencias humanas (Margolis, 2008) (capítulo I).

Pasando al cuarto reporte del IPCC, resulta de gran interés analítico el intento de separación causal de los autores del cuarto informe, publicado en

2007, cuando refiriéndose al cambio climático se deslindan de la definición de los informes segundo y tercero, inspirados de aquella proporcionada en el texto de la CMCC.

Para los redactores del cuarto informe, cambio climático significa:

Toda variación del clima a lo largo del tiempo, por efecto de la variabilidad natural o de las actividades humanas. Este uso difiere del adoptado en la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, donde define “cambio climático” como: “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables” (IPCC, 2007, Anexo 1 Glosario: 104).

En este caso, el IPCC se ha autoimpuesto una escritura en la que no se admite una sumatoria de causas naturales y humanas, como en la CMCC; en el cuarto reporte se ha optado por una bifurcación en la que el efecto en el cambio climático corresponde a la variabilidad natural “o” (entrecomillado de Antonio Arellano) de las actividades humanas; con lo que se gana en modernismo y se pierde en hibridación epistemológica.

Al resumir el análisis de la redacción de las definiciones en torno al cambio climático en las instituciones internacionales oficiales sobre el tema, nos formulamos las siguientes preguntas:

¿Por qué frente al cambio climático algunos naturalistas ortodoxos han abandonado la exclusividad de la causalidad natural y recién incorporan la causa antropogénica en sus explicaciones? ¿Tenemos que aceptar que el hombre crea el clima contemporáneo? O bien, ¿recién comenzamos a reconocer que actuamos sobre la naturaleza del clima? ¿Recién comenzamos a crear la naturaleza climática, o bien acabamos de darnos cuenta de que interactuamos con ella? ¿Por qué la epistemología modernista ya no nos puede proporcionar la seguridad de las certezas antiguas provenientes de las ciencias? ¿Por qué el IPCC mantiene una postura dual frente a la causalidad del cambio climático, en la que a veces la causa de la variación del clima es la conjunción de naturaleza y hombre, y en ocasiones la causa es antropogénica? Sin duda, la argumentación de los fenómenos climáticos en grupos institucionalizados gubernamentalmente como los del IPCC han comenzado a cambiar drásticamente de los

discursos sobre la variable antropogénica para construir aquéllos sobre causas humano-naturales.

Después de haber revisado los discursos anteriores del IPCC podemos retomar nuestra alusión a la idea de recalcitrancia epistemológica, como una *Tensión esencial* en la producción del conocimiento en general, cuando la epistemología estandarizada no es capaz de dar cuenta de nuevos conocimientos y produce una asimetría entre asignación de causas y explicación de efectos. Esta asimetría no significa que exista un rompimiento de causas y efectos, sino que la nueva organización epistemológica puesta en escena alude de manera posconvencional a una relación causal distinta.

En el caso que nos ocupa, se está evocando una causa humana en la identificación de un efecto antes sólo asignado a entidades naturales, situación no considerada en la epistemología modernista, pues siempre se asignaba una causa natural para un efecto natural. Pese a esta “reforma” epistemológica *de facto*, se sigue reteniendo obstinadamente una epistemología modernista, aunque las causas y los efectos han sido impregnados por entidades híbridas tanto de naturalezas como de hombres.

## LA ORTODOXIA NATURALÍSTICA

Tomando en consideración la idea de tensión epistemológica esencial sobre los científicos ortodoxos que acreditan las variables físicas como causas explicativas del clima y los meteoros, no hay gran cosa que discutir. Estos grupos de naturalistas ortodoxos se encuentran en situación de ciencia normal, reuniendo elementos y reforzando las teorías en la tradición de las causas naturales del cambio climático, y sus innovaciones ocurren en el interior de sus propios dominios cognoscitivos.

En suma, muchos de estos grupos estudian los fenómenos meteorológicos específicos en el estudio del clima:<sup>59</sup> las oscilaciones en las temperaturas de

<sup>59</sup>Nos referimos a investigaciones concretas sustentadas en datos, fundamentalmente proporcionados por satélites como los siguientes: El Jason-1 desde 2001 registra las corrientes oceánicas claves en el clima. Mide la topografía marina con una precisión de 4 cm. El QuikSCAT, desde 1999 mide la dirección y velocidad del viento de la superficie marina. El Acrimsat desde 1999 mide la energía solar que varía en ciclos de 11 años. El Landsat 7 desde 1999 captura imágenes

los océanos, el ENSO niño/niña (Magaña, 1999) y la North Atlantic Oscillation (NAO) (Sánchez-Sesma, 2010), Polar Jet Stream, las sequías, los fenómenos extremos (lluvias, heladas, granizo), las corrientes marinas, los huracanes, etcétera. Numerosos investigadores ortodoxos trabajan en la extensión de la investigación en física de la atmósfera, meteorológica y climatológica construidas en observaciones y datos organizados en variables empíricas con fines predictivos. Para este grupo de científicos, las variables de sus investigaciones son internas y sus creencias sobre el argumento antrópico queda fuera de sus metodologías.

Otros más son generalmente astrofísicos para quienes los fenómenos cósmicos influyen en el clima de manera ineludible y cíclica (Mendoza, 2005). Para algunos de ellos, la existencia del argumento antrópico sobre el cambio climático es una variable más, a condición de poderlo incorporar en sus modelos de manera cuantificable. Por ejemplo, la estimación del forzamiento radiativo estimado por efecto del CO<sub>2</sub> y considerado, a su vez, producto de la liberación de este gas por las actividades humanas con un valor de 1.6W/m<sup>2</sup>,<sup>60</sup> según Hofmann y sus colaboradores (Hofmann *et al.*, 2006) (capítulo IV y figura 14); para otros resulta inverosímil aceptar el argumento antrópico frente al conjunto de poderosas causas físicas extraterrestres (Svensmark, 1998; Nigel y Svensmark, 2000; Velasco *et al.*, 2011) y, finalmente, para otros sólo es un agregado suplementario en sus análisis, por lo que pueden continuar con el desarrollo de sus investigaciones y aceptar la existencia de éste.

Respecto del tema de la tensión esencial a la que nos estamos refiriendo, estos científicos ortodoxos viven una tensión externa a su dominio en la que al-

---

de la superficie continental para predecir cambios en el paisaje. El NMP/EO-1 desde 2004 comprueba el uso de varios sistemas de captación avanzada de imágenes terrestres. El CloudSat desde 2006 este satélite “corta en rodajas” las nubes para ver su estructura vertical en 3D. El CALIPSO desde 2006 investiga cómo ha afectado a la atmósfera la emisión de los aerosoles. El ICESat desde 2003 mide con láser la altura de las capas de hielo para prever una posible subida del nivel de mar. El Grace desde 2002 dos naves idénticas vuelan a 220 km de distancia y miden las variaciones del campo gravitatorio de la Tierra. El Sorce desde 2003 recoge datos sobre la radiación solar para explicar su efecto en la atmósfera. El TRMM desde 1997 vigila los trópicos, donde se recogen dos tercios de la lluvia mundial y de los huracanes. El Aura desde 2003 analiza los gases atmosféricos, la capa de ozono y la calidad del aire. El Terra desde 1999 reporta cualquier fenómeno ambiental terrestre, y el Aqua desde 2002 recopila 90 gigas de datos diarios sobre el ciclo del agua.

<sup>60</sup>El símbolo W/m<sup>2</sup> significa la cantidad de energía recibida medida en watts por metro cuadrado por segundo. La unidad también se conoce como Flux, donde 1 Flux = 1 watt/metro cuadrado/segundo.



gunos encuentran importante oponerse a la causa antrópica, mientras que otros tienen posiciones de gran diplomacia científica como la de Godard, quien llama a aclarar el debate en torno al cambio climático del denominado “efecto invernadero” de origen antrópico (Godard, 2001).

Los argumentos recalcitrantes modernistas resultan fuente de perplejidad cuando se reconoce la mezcla en el conocimiento humano y la forma mediada que permite a los hombres interactuar entre ellos y con su entorno climático. Desde luego hay algunos científicos naturalistas recalcitrantes para quienes definitivamente el cambio climático es un problema heterogéneo, como Hulme quien considera que el cambio climático es un fenómeno ambiental, cultural y político, el cual implica cómo pensamos acerca de nosotros mismos, nuestras sociedades y del lugar de la humanidad en la tierra (Hulme, 2009).

## ARGUMENTOS RECALCITRANTES “SOCIOLÓGICOS”

### DE LAS RELACIONES HOMBRE-NATURALEZA SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Frente a los grandes problemas contemporáneos, algunos estudiosos destacados, así como grupos de investigación de las ciencias sociales y humanas, están cambiando las causas sociológicas explicativas tradicionales para incorporar variables vinculadas a la naturaleza. En tanto que otros mantienen, según ellos, su interés tradicional en tratar de explicar los fenómenos humanos partiendo de causas sustentadas en contenidos sociales. Los primeros son interesantes desde la óptica de la recalcitrancia a la que nos referimos; los segundos lo son por los cambios que introducen implícitamente en la causalidad sociológica.

Desde luego, los primeros pueden ser los segundos, un tiempo después. Eso ocurre con Giddens a lo largo de nueve años que se extienden de 1999 a 2009. En el 1999, Giddens escribe el libro *Un mundo desbocado: los efectos de la globalización en nuestras vidas*, en el que ha retomado a Ulrich Beck (1998) para referirse a los riesgos de la globalización en nuestras vidas, de la siguiente manera:

la mejor manera en la que puedo clarificar la distinción entre riesgo interno y externo es la siguiente: puede decirse que en toda la cultura tradicional, y en la sociedad industrial hasta el umbral del día de hoy, los seres humanos estaban preocupados por los riesgos que venían de la naturaleza externa (malas cose-

chas, inundaciones, plagas o hambrunas). En un momento dado, sin embargo —y muy recientemente en términos históricos— empezamos a preocuparnos menos sobre lo que la naturaleza puede hacernos y más sobre lo que hemos hecho por la naturaleza. Esto marca la transición del predominio del riesgo externo al del riesgo manufacturado (Giddens, 1999: 39).

Giddens piensa que la evolución humana pasa por dos periodos claramente separables. Uno en el que no interviene sino que es causa de la naturaleza y otro en el que se invierte esta relación; de este modo considera que primero existe un riesgo natural según el cual, durante mucho tiempo, el hombre aparecía siendo víctima de fenómenos naturales y meteoros, pero que en cierto momento el hombre entra en un periodo en el que los riesgos son producto de su propia actividad.

Luego entonces, es posible preguntar, ¿acaso cree Giddens que en épocas anteriores existía una causa natural del riesgo pero que ahora ha mutado a la causa humana? Incluso si, como dice Giddens, el riesgo era natural y ahora el hombre mismo lo ha manufacturado, ¿no quiere decir esto que nosotros hemos hecho algo por la naturaleza?; entonces, ¿no significa esto que los humanos interactuamos causalmente con la naturaleza? Parecería que estamos sobreinterpretando la posición de Giddens, si no fuera que este autor considera que: “Nuestra sociedad vive tras el fin de la naturaleza [...], se refiere al hecho de que hay pocos aspectos del ambiente material que nos rodea que no se hayan visto influidos de algún modo por la intervención humana” (Giddens, 1999: 39).

Pero el autor va más allá del fin de la naturaleza para dudar de las fronteras entre entidades humanas y naturales, cuando inmediatamente después de la frase anterior continúa con la siguiente: “Muchas cosas que eran naturales ya no lo son completamente, aunque no podemos estar siempre seguros de dónde acaba lo uno y empieza lo otro” (Giddens, 1999: 39-40). Lo que significa que la naturaleza se ha humanizado hasta perder sus cualidades intrínsecas y ser colonizada por los humanos.

Giddens aplica la colonización humana de la naturaleza al tema del “calentamiento global” (en realidad Giddens se refiere al calentamiento climático), arguyendo que los cambios en las temperaturas como resultado de la interferencia humana en el clima mundial son una posibilidad, y se pregunta “¿está ocurriendo el calentamiento climático y tiene orígenes humanos? Probable-

mente, pero no podemos estar completamente seguros hasta que sea demasiado tarde” (Giddens, 1999: 42).

Así las cosas, podemos preguntarnos a propósito del etnocentrismo del riesgo giddensiano: ¿antes las causas del riesgo eran naturales y ahora son humanas? O bien, ¿recién comenzamos a reconocer al hombre como causa de nosotros mismos, o más aún, acabamos de darnos cuenta de que actuamos sobre la naturaleza?, ¿dónde radica la insuficiencia de discernir la causalidad humana o natural del calentamiento climático? Finalmente, ¿recién comenzamos a crear la naturaleza o bien acabamos de darnos cuenta de que interactuamos con ella?

¿Qué explica la invitación de Giddens al cambiar la causalidad en el estudio de los fenómenos contemporáneos? Si está insatisfecho con la distribución convencional y moderna de las causas naturales y humanas estaríamos colocados en una situación en la que habría que responder: ¿hemos puesto en riesgo a la naturaleza, o bien la epistemología modernista está en riesgo?, de lo cual podría desprenderse esta otra: ¿de qué epistemología disponemos para referirnos a fenómenos en los que las causas humanas y naturales ocurrirían indiscriminadamente?

Nuestro punto de vista es que autores como Giddens en el texto de 1999 nos sirven para darnos cuenta de que las fronteras entre el riesgo natural y manufacturado fueron una construcción derivada, de la separación de las entidades ontológicas naturaleza y sociedad sobre las que se ha levantado la epistemología moderna. Asimismo, que las dudas giddensianas sobre la obsolescencia de las fronteras entre humanos y naturaleza muestra que la epistemología modernista está dejando de rendir frutos cognoscitivos.

Pero antes de pasar al siguiente grupo de sociología, hay que reconocer que el libro de Giddens de 1999 es un trabajo de sociología convencional, en el entendido que es el hombre la medida y agente de todo lo existente, que ha llegado al momento culminante en el que la sociedad ha hecho desaparecer a la naturaleza. Dicho de otro modo, las posiciones de Giddens de 1999 suponen cambiar la epistemología de las ciencias sociales y podríamos aplicarles el término recalcitrancia, pues no encuentran la forma de producir nuevos conceptos liberados del constructivismo sociológico, a pesar de reconocer que existen dificultades en delimitación de las fronteras entre lo natural y lo humano. Esta

sociología es muy interesante pues muestra una tensión innovativa respecto a la sociología clásica del estudio de los fenómenos estrictamente sociales.

## LA NUEVA ORTODOXIA SOCIOLOGICA AMBIENTAL

Ahora bien, hay enfoques sociológicos para quienes el tema del cambio climático les permite extender su clasicismo sociológico, según el cual ya no sólo los hechos sociales son elaborados por la sociedad, sino que ahora también el clima resulta ser un hecho social.

A propósito de esta argumentación sociológica, se está imponiendo una nueva ortodoxia sociológica ambiental.<sup>61</sup> Para ejemplificar esta epistemología nos vamos a referir al método analítico del Programa de las Dimensiones Internacionales sobre el Cambio Ambiental Global (IHDP, por sus siglas en inglés), a otro texto de Giddens sobre el cambio climático y a otros más que ubicamos en lo que llamaremos nueva ortodoxia sociológica sobre el cambio climático.

El caso de la epistemología del IHDP es relevante, pues este instituto se ha convertido en el emblema privilegiado a nivel mundial de las ciencias sociales del cambio climático. Como esta epistemología es muy transparente no hay que buscar demasiado para dar con ella. En efecto, en su *IHDP Strategic Plan 2007-2015* destacan los “sistemas socioecológicos”:

[Las] Interacciones humano-ambientales dan lugar a complejos y dinámicos sistemas socioecológicos en los que los conductores antropogénico y biofísico juegan un papel central. Las acciones humanas se han convertido en fuerzas decisivas en los sistemas terrestres, marinos y atmosféricos a escala planetaria (IHDP, 2007: 17).

La primera parte del párrafo contiene una idea que, descontextualizada, pareciera ser producto de una epistemología de heterogeneidades antropogénicas y biofísicas, pues se lee textualmente que ambas entidades “juegan un papel

<sup>61</sup>En el pasado, las nociones de desarrollo sustentable significaban ya una intervención humana negativa en el ambiente, por lo que con esta noción se hacía un llamado a compatibilizar el desarrollo económico con la evolución ambiental. El término desarrollo sustentable resultaba ser un acrónimo eufemístico de lo que sería posteriormente utilizado en el tema del cambio climático como la causa antropogénica.

central”. Sin embargo, la segunda frase aclara la sobrestimación del factor antrópico por sobre las otras entidades.<sup>62</sup>

La argumentación es más clara en su introducción a *La investigación de las dimensiones humanas, los humanos en el centro*, en que puede leerse lo siguiente:

Los seres humanos están causando cambios ambientales, se ven afectados por ellos, y son los únicos actores que pueden hacerles frente. En la actualidad, las sociedades dominan los grandes ciclos biofísicos de la tierra y son responsables de los problemas ambientales más acuciantes de nuestros días, incluido el cambio climático y la pérdida de la biodiversidad. No hay manera de hacer frente a estos desafíos, sin alterar el comportamiento humano, tanto individual como colectivamente (IHDP, <http://www.ihdp.unu.edu/article/read/human-dimensions> [12/02/2010]).

Retomando los párrafos antes citados, observamos que la sociología del IHDP es simultáneamente revolucionaria y clásica. Es sociología revolucionaria cuando cambia la causa del ambiente de la naturaleza y la coloca en el hombre, y clásica cuando hecho el giro que coloca al ambiente como construcción social, trata sociológicamente esta construcción humana de la naturaleza como hecho social. De este modo, el hombre es la causa de los cambios ambientales y en reciprocidad se ve afectado por los cambios que él mismo genera.

La argumentación del IHDP tiene tres movimientos. Primero, el hombre es la causa de los cambios ambientales (el hombre en el centro), luego el ambiente humanizado afecta al hombre y, finalmente, como todo es su causa, sólo él mismo puede hacerle frente. Ésta es justamente la idea del hombre en el centro. Estos tres movimientos forman un círculo, sintetizado en una neta epistemología constructivista, según la cual el cambio climático, sus consecuencias y su solución son una sola construcción social.

Ahora regresemos con el último libro de Giddens intitulado *La política del cambio climático* (2009). En este texto el autor indica que las acciones contra el cambio climático no se ejercen y en cambio persiste un derroche de recursos que acentúa el efecto invernadero. Y contra los “escépticos” del cambio climático agrega:

<sup>62</sup>Un texto de gran impacto en la conformación del enfoque del IHDP ha sido el texto de Clark, et al. (2005), *Science for Global Sustainability: Toward a New Paradigm*.

En general, los científicos están muy de acuerdo en que el cambio climático es real y peligroso, y que está causado por la actividad humana. No obstante, una pequeña minoría —los escépticos del cambio climático— discute dichas afirmaciones y consiguen una gran cantidad de atención en los medios de comunicación (Giddens, 2009: 13-14).

Giddens está persuadido del argumento del llamado “factor antrópico” como causa del cambio climático y apocalípticamente sentencia, como en los peores momentos de la guerra fría: “El fin del mundo ya no es un concepto religioso, un juicio final espiritual, sino una posibilidad inminente en nuestra sociedad y economía. Si no se controla, el cambio climático por sí solo podría producir un enorme sufrimiento humano” (Giddens, 2009: 262).

La secuencia metodológica de Giddens es muy similar a la del IHDP cuando asume como suyas las afirmaciones de un grupo de científicos naturalistas (ahora sabemos que muchos de ellos son recalcitrantes) que, cambiando la clásica causalidad naturalística en antrópica, atribuyen al hombre el cambio climático. Giddens consigue armar una secuencia causal del siguiente modo: 1) admite que “en general, los científicos están muy de acuerdo en que el cambio climático es real y peligroso” de origen humano; 2) frente a ese cambio no hay acciones humanas expresadas socialmente para evitar el peligro, sino sólo una actitud de indiferencia, continuando el derroche de recursos, y 3) por lo tanto, propone una geopolítica redentora para mitigar y hasta eliminar la amenaza del cambio climático.

Los esquemas analíticos del IHDP y de las políticas del cambio climático de Giddens muestran una pérdida para la sociología, pues los momentos analíticos que les caracterizan son subsidiarios de un supuesto inicial que corresponde a una corriente polémica de estudios naturalísticos del cambio climático, y específicamente al reconocido grupo de científicos que sostienen un discurso dominante sobre el cambio climático basado en la tesis de la causa antrópica que, como acabamos de ver en los discursos del IPCC, no es sino una lectura parcial de los informes recalcitrantes de este organismo.

En el momento que los sociólogos afines al IHDP y a Giddens asumen como propia la tesis antrópica del cambio climático, la argumentación sociológica discurre sin mayores problemas retóricos la argumentación sobre el impacto del cambio climático en la sociedad, y cómo ésta puede acordar acciones de mitigación

y adaptación. En los hechos, estas estrategias metodológicas sustentan una sociología del cambio climático ausente de climatología y meteorología. Estas ciencias sociales están deviniendo una nueva ortodoxia que consiste en una sociología del cambio climático sin climatología.<sup>63</sup>

En 1999, cuando a propósito del tema del riesgo Giddens se confrontaba epistemológicamente con las dificultades para delimitar las fronteras entre lo natural y lo humano, optó por caracterizar a partir de categorías modernistas el riesgo como un asunto de colonización humana de la naturaleza. Por estas razones, lo hemos considerado un recalitrante de la epistemología modernista. Sin embargo, la coincidencia del contenido epistemológico en el modelo analítico del IHDP y el de Giddens en sus *Políticas sobre el cambio climático* corresponde con esta nueva ortodoxia sociológica incapaz de penetrar el contenido de su propio objetivo sociológico.

La nueva ortodoxia sociológica del cambio climático se expande rápidamente, tal como se pudo constatar en el Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático de octubre de 2012 en la Ciudad de México y en otros eventos como las reuniones preparatorias para la Convención de las Partes número 16 (COP16) en 2010 y los diálogos sobre el agua y el cambio climático, entre otros.

No obstante, esta nueva ortodoxia sociológica sobre el cambio climático no es recalitrante epistemológicamente. Los sociólogos ortodoxos no están poniendo en duda la capacidad humana para actuar sobre el medio natural como sí están los naturalistas recalitrantes del IPCC, quienes dudan de una capacidad natural de acción exclusiva sobre el medio; no se proscriben todas sus dudas acerca del discurso construido socialmente como dominante y asumen verdades que ni algunos de los propios naturalistas recalitrantes podrían aceptar a cabalidad, como vimos en el apartado anterior. Estos sociólogos son epistemológicamente modernistas desde el momento que siguen asumiendo la división naturaleza y hombre con todas sus consecuencias; pero el gran problema es que confunden el discurso sobre el factor antrópico con la naturaleza del cambio climático y hasta pueden sentir regocijo sociológico al ver que sus colegas naturalistas (recalcitrantes

<sup>63</sup>En realidad esta nueva ortodoxia estaba ya puesta en escena en los estudios sustentados sobre el término sustentabilidad y los diagnósticos de la pérdida de biodiversidad, según los cuales el hombre es la causa de la destrucción de la renovabilidad de los recursos naturales y de la extinción de especies biológicas. Podríamos decir que la idea del factor antrópico ya existía en aquellos estudios (véase nota 61).

tes o de la causa antrópica) indican que son los hombres los causantes del cambio climático. En esta lectura, los naturalistas de la causa antrópica del cambio climático han devenido los nuevos sociólogos y desplazado de la innovación intelectual a antiguos sociólogos. Lo anterior indicaría la certeza de la idea de Margolis (2008) según la cual todas las ciencias son ciencias humanas.<sup>64</sup>

Esta sociología neortodoxa no cambia, la epistemología sociológica clásica no encuentra motivo para estar en desacuerdo con las categorías sociológicas que dan contenido a la causa del cambio climático. Sin embargo, aún existe un par de dudas acerca de esta neortodoxia sociológica: ¿por qué la sociología de Giddens y del IHDP no puede cuestionar el cambio de causalidad de los científicos naturalísticos en lugar de confiar plenamente en las afirmaciones sobre el factor antrópico? ¿Puede hacer algo la sociología frente a las controversias en torno a la naturaleza, amplitud y duración del cambio climático; en lugar de confiar sólo en el grupo de los creyentes de la causa antrópica? ¿Acaso la sociología no siempre ha tenido cuidado para rendir apología a los grupos dominantes? Y, finalmente, una pregunta de mayor alcance, ¿no sería adecuada cierta dosis de la llamada “sociología de ciencias” y particularmente de la calloniana de la traducción (Callon, 1986) para examinar la construcción social de las afirmaciones sobre la naturaleza antrópica del cambio climático?

A nuestro juicio, la antropología de las ciencias (Chateauraynaud, 1991) ha examinado desde hace algunas décadas la construcción social del conocimiento en múltiples temas, mostrando su capacidad para analizar cómo se conforma el conocimiento tecnocientífico, por lo que no cabe duda de que sea capaz de abordar los saberes naturalísticos y sociológicos del cambio climático, y convertir las afirmaciones científicas, incluyendo el tema de la causa antrópica, en temas de investigación, tal y como veremos en seguida.

<sup>64</sup>Margolis afirma que: “En circunstancias previsible, no seguirá siendo una importante diferencia, apenas una disyunción entre lo natural y las ciencias humanas y entre las ciencias, la moral y las bellas artes. (...) Aquí, entonces, se empieza a vislumbrar la posibilidad de una unidad de la ciencia muy diferente de la unidad reductora motivada de la que los primeros positivistas lógicos se sintieron atraídos. (...) Yo no estoy muy de acuerdo con Taylor, por lo tanto, en la definición de las ciencias humanas en términos de lo antropocéntrico. Sugiero en cambio, en el nombre de la nueva clase de unidad que viene a la vista, que una mejor estrategia sería insistir en que todas las ciencias son ciencias humanas, precipitados de la misma evolución de la cultura que depende, y se reproduce en serie, los únicos artefactos que llamamos personas de segunda-naturaleza o yoes. En última instancia, las diferencias entre las ciencias naturales y humanos reflejan una diferencia de intereses descriptivos y explicativos, no una brecha metafísica insuperable de algún tipo” (Margolis, 2008: 20-21).



## REFLEXIONANDO LA RECALCITRANCIA DE LA BIFURCACIÓN NATURALEZA Y HOMBRE EN EL CONOCIMIENTO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS CIENCIAS SOCIALES

Una vez analizados los discursos naturalísticos y sociológicos de diversos actores del estudio del cambio climático, hemos constatado la existencia de la recalcitrancia epistemológica en este tema, entendida como una situación de tensión epistémica (*tensión esencial*) en la producción de conocimiento, en la que los investigadores describen fenómenos a los que atribuyen causas heterogéneas antropogénico-naturalísticas, las cuales son explicadas mediante categorías que remiten a causas homogéneas antrópicas o naturales.

Al examinar los argumentos naturalísticos y sociológicos sobre el cambio climático, hemos encontrado que hay naturalistas, como los seguidores del IPCC, para quienes las causas del cambio climático se encuentran entrelazadas, pero de forma obstinada consideran oportuno seguir dividiendo sus causas en naturales y antropogénicas o, como dice Winne, “el endémico talón de Aquiles del IPCC ha sido el carácter fundamentalmente social de la finalidad para extraer significado de la observación disciplinada de la naturaleza y sus huéspedes humano-sociales” (Winne, 2010: 291). Por otra parte, los argumentos de algunos enfoques sociológicos revisados en este documento aún son recalcitrantes en la explicación de las causas heterogéneas, pero otros clasicistas ortodoxos confían acríticamente en la lectura antropogénica del cambio climático que sustentan algunos naturalistas recalcitrantes y se concentran en el estudio de los impactos del cambio climático en la sociedad.

Con base en la recalcitrancia sociológica y naturalística de los dos apartados anteriores, reiteramos las cuestiones siguientes: ¿de qué epistemología disponemos para referirnos a fenómenos en los que las causas humanas y naturales ocurrirían indiscriminadamente?, y finalmente, ¿está en riesgo la naturaleza, el hombre o la epistemología modernista?

Así, las respuestas a las cuestiones anteriores serían que no disponemos de discursos para referirnos a las causas natural-humanas; que los argumentos que distinguen las causas naturales de las humanas ya no pueden proporcionar las certezas antiguas; que recién algunos autores comienzan a darse cuenta de que las fronteras entre los discursos sobre la naturaleza y el hombre impiden

incorporar problemas cruciales del mundo contemporáneo; que la naturaleza y el hombre están en riesgo, en parte, debido a los términos fracturados con los que las hemos conceptualizado.

Por tanto, estas cuestiones tienen una dimensión de epistemología general y política (Arellano, 2011). Como hemos analizado en este capítulo, el asunto ontológico y el epistemológico del cambio climático son partes importantes de su estudio. En este sentido, nos interesa mostrar algunos resultados de estos análisis a fin de explorar vías para avanzar en la comprensión de la dimensión epistémica del cambio climático y particularmente dar una respuesta a aquellos para quienes justamente la división ontológica naturaleza/hombre ha sido uno de sus objetos de estudio.<sup>65</sup>

La primera cuestión relevante radica en la recalcitrancia epistemológica modernista que hemos seguido a lo largo del capítulo, la cual proviene de las dos secciones del conocimiento contemporáneo. Al respecto, algunos naturalistas recalcitrantes introducen subrepticamente nuevos arreglos causales y ciertos sociologistas los consienten de forma disimulada. De hecho, otros naturalistas ortodoxos mantienen una postura en favor de la ciencia normal, pero paradójicamente como sociologistas ortodoxos se ven solo impactados por los argumentos antropogénicos; es decir, excepto los naturalistas ortodoxos, buena parte de los análisis sobre el cambio climático han sido impactados por una epistemología que reconociendo causas heterogéneas difícilmente sostienen explicaciones causales diferenciadas.

En este sentido, la primera conclusión es que la recalcitrancia epistemológica modernista es un síntoma más del agotamiento de las explicaciones de la epistemología modernista. Pero de ningún modo es posible establecer qué puede ocurrir en el ambiente de *tensión esencial* que se vive actualmente y, por lo tanto, no puede afirmarse que la epistemología modernista vaya a perder utilidad epistemológica y política. Finalmente, la opción de recurrir a otras epistemologías podría ser de utilidad para avanzar en diversas formas de prácticas discursivas e instrumentales, que se sustenten en el reconocimiento de la construcción de las mediaciones cognoscitivas y técnicas de otras formas de integración en el

<sup>65</sup>Nos referimos a autores para quienes la ontología y epistemología colectiva de las culturas premodernas y/o científizadas muestran arreglos y procesos de generación de conocimientos no modernos (Latour, 1991).

mundo. Para estos fines se tienen como recursos, el análisis de las tensiones esenciales y en particular de la recalitrancia en torno a la causalidad del cambio climático, así como de otras fuentes que hemos mencionado a lo largo del capítulo I, pero que vale la pena retomar aquí.

Los discursos de algunos antropólogos de la ciencia (Latour, 1991) y de la naturaleza (Descola y Palsson, 1996; Descola, 1987) han demostrado que la separación epistemológica entre naturaleza y hombre no es el resultado de la evolución única de la razón, ni el síntoma de todas las formaciones sociales, ni tampoco de todos los tiempos, sino más bien son las representaciones simbólicas de ciertos grupos humanos contemporáneos que aluden a realidades heterogéneas. Igualmente, innumerables etnografías de laboratorios científicos contemporáneos han mostrado cómo, en el seno de los procesos de investigación, la separación de las entidades naturalísticas y humanas es contingente, provisional y negociada.

De modo que si reunimos los trabajos de las antropologías de la naturaleza y de la investigación científica, esquematizados anteriormente, encontramos que los antropólogos de las culturas premodernas están aportando elementos epistemológicos de grupos humanos que no escinden la naturaleza de la sociedad, y que están reconstruyendo la genealogía de la separación de las entidades ontológicas naturaleza y sociedad en la explicación del mundo. Asimismo, los estudios antropológicos de la ciencia evidencian que la práctica cotidiana de investigación se realiza como una mezcla de entidades heterogéneas, pero que al momento de realizar sus escritos y discursos representan por separado las acciones de la naturaleza y las de la sociedad; luego esta matriz se despliega en la cultura occidental moderna de manera general, de forma que las prácticas científico-tecnológicas ocurren como fenómenos heterogéneos, pero finalmente expuestas en representaciones naturalísticas y sociológicas.

En suma, desde nuestra perspectiva, el tema del cambio climático es una fuente de trabajo generalizado acerca de la antropología de epistemologías, en el que deben estudiarse las prácticas humanas (incluidas las cognoscitivas) que han permitido a los grupos de investigadores o de actores eruditos acordar sus conocimientos, negociar sus métodos y evidenciar sus empiricidades sobre el denominado fenómeno del cambio climático y de la atmósfera en general. Las

afirmaciones y causas explicativas de estos grupos de investigación (o de comunidades epistémicas, según al término de Knorr-Cetina, 1981) serían las principales hipótesis y las rutas de investigación etnográfica e histórica, y no los puntos de partida ni los sustentos deducidos para nuevos conocimientos, tal y como la indagación epistemológica de la recalcitrancia de la bifurcación naturaleza y hombre ha puesto en evidencia las tensiones y cambios producidos en la epistemología desde tiempos aristotélicos y continuados hasta nuestros días, pasando por la modernidad cartesiana (capítulo II).

Ahora bien, el conocimiento del cambio climático como fenómeno causalmente heterogéneo no es un asunto que se circunscribe a una mayor precisión sobre lo que hoy sabemos de los fenómenos atmosféricos o a dejar atrás la inacción ante la “amenaza del cambio climático”. A nuestro juicio, se trata de un asunto de precisión epistemológica que requiere incorporar y traducir las entidades hasta ahora representadas de modo aislado, así como acciones cognoscitivas que permitan discutir más ampliamente las controversias y las negociaciones en torno a los temas atmosféricos.

Nuestra elección cognoscitivo-epistemológica consiste en entender el cambio climático como un fenómeno mezclado de materialidad, conocimiento, técnica y colectivos. Con esta elección podemos avanzar en la indagación epistemológica y abrir el tema hacia nuevas constelaciones cognoscitivas y a la construcción colectiva del entramado denominado cambio climático. Algunas cuestiones básicas son importantes para explorar las respuestas al fenómeno híbrido naturaleza-hombre expresado en el cambio climático; entre ellas están: la idea de la no inmutabilidad del cambio climático, dicho de otra manera, la novedad sería que no existiera el cambio climático; suponer que el cambio climático es un fenómeno natural-político enmarcado en un fenómeno mayor que es el vínculo de los humanos con su entorno; que el conocimiento y la técnica son acciones sociales mediadoras entre hombre y el fenómeno climático; que la construcción de dispositivos heterogéneos —sustentados en una epistemología unitaria de los hombres y sus ambientes— son la mejor respuesta a los desafíos del entorno, incluidos los atmosféricos; que frente al cambio climático la inacción o las acciones urgentes de mitigación y adaptación sin rumbo —derivadas de la epistemología modernista— son equivalentes, que el cambio climático no es un valor universal sino sólo patrimonio de quienes lo creen y;

que la construcción social del cambio climático pasa por controversias socio-cognitivas que se despliegan en la escala de los actores que están siendo cognitivamente involucrados.

Por lo tanto, a nuestro juicio la primera acción urgente sería un cambio en la elaboración del conocimiento de los fenómenos que nos permita dar entrada a las controversias sociales, simbólicas y materiales sobre la naturaleza del cambio climático, así como reconocer el papel de las entidades humanas, artefactuales y ambientales involucradas. Al mismo tiempo sería importante conocer las prácticas epistemológicas y technológicas de los colectivos que enfrentan los problemas atmosféricos —como los del tiempo y el clima— mediante inscripciones bastante distintas de las que conducen los equipos de científicos.<sup>66</sup>

Sin embargo, estos elementos apuntan hacia otros aspectos, como aquél según el cual el cambio climático es un fenómeno híbrido, compuesto de varias entidades que median la relación de los hombres y de éstos con el entorno. Esto ayudaría a entender que el cambio climático es en parte un fenómeno resultado de la llamada contaminación planetaria (o interplanetaria cuando incorporamos sondas como el Curiosity en la superficie de Marte) que el hombre mantiene con su entorno.

Así, epistemológicamente hoy las llamadas ciencias sociales no necesariamente tienen que seguir el pulso que les marcan otras disciplinas reiterando afirmaciones repletas de contenido social, como es el caso de la divulgación de conceptos por parte de los sociólogos neortodoxos citados en el apartado anterior. En cambio, las prácticas cognoscitivas tienen hoy la oportunidad no sólo reiterar que la idea de cambio climático es una construcción social, sino de

<sup>66</sup>Para ejemplificar ponemos un solo caso. En ciertas regiones de México, los agricultores tienen una gran diversidad de semillas de maíz; cuando el tiempo de lluvias inicia “temprano” responden sembrando variedades de ciclo largo y de color blanco; cuando las lluvias se “retardan” siembran variedades amarillas, que son de ciclo vegetativo más corto que el maíz blanco; cuando las lluvias son “tardías” siembran maíces oscuros y de ciclo muy corto; cuando las lluvias se retrasan aún más, simplemente siembran otro cereal. Este ejemplo muestra cómo los agricultores han inscrito técnicamente en sus semillas un vínculo con la variabilidad de las lluvias, del tiempo, del clima y con sus propias creencias del mundo. En cambio, las respuestas de los biotecnólogos pueden ser peligrosas si intentan desarrollar plantas diseñadas para “un tipo de condiciones” climáticas específicas y reduciendo los pronósticos de la variabilidad climática y la diversidad vegetal. En el primer caso, los agricultores han generado tecnologías agrícolas heterogéneas de acuerdo con su naturaleza y cultura, en el segundo caso también, aunque aquéllos pretenden separarse de la naturaleza.

pasar a su observación y explicación sociológico-antropológica y dar sustento colectivo a esta afirmación.

La propuesta consiste en que etnográficamente es posible estudiar todo el abanico social construido en torno a la idea de cambio climático y exponer las controversias relacionadas con su elaboración en el mundo de los científicos, de los políticos, del público en general, de los grupos de interés, de las organizaciones no gubernamentales, de los grupos étnicos, etcétera. Y, los resultados podrán incluir no sólo el cambio climático, sino la ubicación y acción del hombre en el mundo; es decir, en el fondo se trata de construir una antropología del cambio climático como objeto de estudio del fenómeno humano en el mundo.

Antes, la sociología de las ciencias ya desde los años 1970 había desplegado un vasto repertorio de elementos para el desarrollo de las disciplinas científicas incluyendo aquellas enfocadas al estudio de la naturaleza. Primero fueron los bosquejos del denominado “Programa fuerte de sociología del conocimiento” que inspiraron a las ciencias sociales a dar cuenta del contenido social de los hechos científicos (Bloor, 1982), luego, con el principio generalizado de simetría fue posible mostrar etnográficamente que no sólo las afirmaciones sobre la naturaleza —sino que también de la sociedad— tienen el mismo contenido social (Callon, 1986). De este modo, la sociología y la antropología descubrieron y reformularon el laboratorio científico como espacio conceptual y empírico de elaboración y transformación social, material y simbólica del mundo, dando lugar a un despliegue sin precedentes en el estudio del mundo contemporáneo. De esta fuerza epistemológica es posible hacer del cambio climático un programa de investigación de epistemología política y social tal y como ocurrió con los trabajos de Aristóteles y Descartes, en el que entonces se dio cuenta del fenómeno más humano en el mundo que es la producción del conocimiento (Arellano, inédito).



## Cambio climático: controversias sobre el calentamiento atmosférico y la acción humana

### INTRODUCCIÓN

Este capítulo lo iniciamos acreditando la tesis del factor antrópico sobre el cambio climático. Sí, irremediablemente el hombre modifica el clima, su fuerza de intervención en el mundo es inevitable; más aún, el hombre altera el curso de todo ambiente que le rodea y que le penetra. Negar este hecho significaría aceptar que los humanos llevan una vida autónoma de la naturaleza y las cosas como lo han abordado sociólogos, y una existencia abstracta como lo han afrontado filósofos y, encarnaría continuar las innumerables controversias entre autores que sostienen afirmaciones circulares sobre la naturaleza social del conocimiento, *versus* aquellos que defienden el estatuto realista del conocimiento social.

La inscripción del conocimiento humano constituye en sí misma la intervención humana en el mundo, no sólo por el principio según el cual la observación afecta los fenómenos, como reza la teoría de la relatividad; sino porque los procesos de inscripción cognoscitiva constituyen tecnologías intelectuales de intromisión de los humanos en el mundo. El conocimiento inscrito es un modo de existencia similar a aquél de los objetos técnicos —como lo abordó Simondon (1989)—, y que se refieren a una entidad no purificada, integrada tanto por aspectos humanos como por una de base material. El conocimiento es una construcción humana sobre el mundo. El conocimiento, la tecnicidad, junto con la intersubjetividad y la elaboración de colectivos son fenómenos humanos en y sobre el mundo.

El hombre, como todos los organismos, crea con su entorno una unidad indisoluble, misma que desde la perspectiva cognoscitiva se expresa en la existencia de la proliferación de las ciencias humanas en innumerables objetos de estudio. La elaboración colectiva del conocimiento puede ser estudiado a partir



de la epistemología social; es decir, del análisis de la elaboración colectiva del conocimiento.

La epistemología social es una práctica cognoscitiva que permite estudiar la elaboración colectiva de los conocimientos, además de considerar que el entorno de los hombres es una entidad humanizada y, simultáneamente, que él es un ser naturalizado y siempre integrado con su entorno. Esta idea tiene dos dimensiones que nos interesan destacar; por un lado, que la interacción hombre/ambiente es un concepto que supone una división conceptual no necesariamente indispensable, como se ha impuesto en la modernidad epistémica<sup>67</sup> y que se extiende hasta nuestros días; por el otro, que la historia de la interacción hombre-ambientalizado/ambiente-humanizado es una historia de colonización planetaria. Así las cosas, los cambios observados en el llamado entorno, en el hombre, en los objetos técnicos, en las tecnologías intelectuales (Goody, 1993) o en los conocimientos deberían ser motivo de inspiración para estudiar el proceso de entramado heterogéneo que los ha elaborado.

El conocimiento inscrito, los artefactos, los agregados sociales y la “naturaleza apropiada (conocida, instrumentalizada y socializada)” son los más claros ejemplos de este entramado heterogéneo de hombres y sus entornos. De ellos, la inscripción simbólica de la elaboración del conocimiento expresado conceptualmente es la expresión más sutil del entramado de los hombres y sus entornos,<sup>68</sup> y menos que la de la artefactualidad. El conocimiento humano no es solamente resultado de la acción humana, sino que su elaboración es en sí misma acción humana. La elaboración del conocimiento sobre los fenómenos ha sido y sigue siendo una acción social de la que puede darse cuenta empíricamente mediante las inscripciones cognoscitivas controversiales que han sido elaboradas a lo largo de la historia del hombre. Este es el caso de la climatología y la meteorología de Aristóteles y Descartes que abordamos en el capítulo II.

<sup>67</sup>La separación conceptual entre hombre y naturaleza debida a las elaboraciones de la epistemología política de la sociedad occidental moderna han constituido biopolíticas que han permitido la instrumentalización de ambas entidades. Una biopolítica modernista ha sido justamente la que permite imaginar e instrumentalizar al hombre como entidad autónoma respecto del mundo y viceversa.

<sup>68</sup>La elaboración del conocimiento erudito de todos los tiempos es el ejemplo más claro de este entramado heterogéneo de hombres y entornos. La evidencia de ello es que los temas de la epistemología social se refieren, finalmente, a la representación humana de su entorno, en el que éste tiene, de alguna manera, una significación en la expresión cognoscitiva. El conocimiento es la cuarta entidad del entramado heterogéneo hombre-ambiente/ambiente-hombre, junto con los objetos técnicos.

En las controversias y las negociaciones se manifiesta la socialidad del conocimiento, puesto que en ellas se aprecia cómo los actores sociales movilizan un espectro de sujetos, ideas, artefactos y poderes para imponer y convencer a sus competidores de lo justo de sus puntos de vista. Dicho de forma inversa, los hechos científicos y los objetos técnicos son el resultado de una larga cadena de traducciones, controversias y negociaciones; de modo que “un hecho científico o un artefacto” es la aceptación social de la adecuación simbólica y la práctica entre los enunciados y las cosas (Callon, 1986: 204-205).

La producción cognoscitiva contemporánea se compone de dos escenarios complementarios. Uno se basa en la mezcla entre entidades naturalísticas, artefactuales y colectivas que tiene lugar en los laboratorios (Latour y Woolgar, 1979: 177-189), el segundo son las controversias y negociaciones que ocurren entre los actores eruditos para validar los conocimientos. Ambos escenarios representan las acciones sociales y, por lo tanto, las intervenciones humanas por establecer un enunciado, una teoría o un método de manera incontestable sobre el mundo externo al hombre.

Para el caso que nos ocupa, los debates en torno al llamado cambio climático ejemplifican las representaciones sociales sobre los fenómenos que ocurren de forma inmanente en el ambiente y que trascienden al hombre, y/o de la contaminación generada por las actividades humanas y que afectan al ambiente. En efecto, en el tema de los fenómenos atmosféricos, se puede constatar el despliegue controversial de su conocimiento en las prácticas científicas sobre la meteorología y la climatología, que se extiende desde tiempos clásicos de la filosofía y la ciencia griegas (capítulo II) hasta nuestros días. El término atmósfera es el modo de existencia simbólica de los hombres con su entorno, el cual expresa, según Louis Cotte, la masa esférica de aire en la que ocurren los fenómenos meteorológicos y donde respiramos (Cotte, 1774).

En suma, en este capítulo abordamos de manera genérica algunas argumentaciones sobre los fenómenos meteorológico-climáticos, enfatizando los aspectos controversiales en los que los actores involucrados señalan insuficiencias tanto en las investigaciones como en el alcance inmenso de los desafíos cognoscitivos respecto al estado del arte de las disciplinas concernidas. Asimismo, nos interesa avanzar en el análisis epistemológico de las discusiones y sus principales dimensiones para establecer y procurar un conocimiento sobre la comprensión del clima.

Particularmente, el presente capítulo se inspira de las ideas de Alain Godard, quien apelando a la prudencia sobre la fragmentación de los conocimientos acerca del llamado fenómeno del cambio climático, considera que: “sobre el trama de un clima cambiante por naturaleza y del cual falta comprender la variabilidad de diversos niveles de escala de tiempo y de espacio, viene a superponerse el impacto que introducen las actividades humanas” (Godard, 2001: 79). Para Godard, la cuestión a despejar es: “¿en qué proporción, a qué ritmo, a qué escala geográfica, ha ocurrido este fenómeno [cambio climático superpuesto]?” (Godard, 2001: 79).

Apelar al análisis de la *tensión esencial* sobre la epistemología del cambio climático, así como a la prudencia respecto a las diferencias y controversias sobre el tema del cambio climático, tiene una razón epistemológico-política importante. Al interior de los equipos de investigación, la prudencia significaría no clausurar los debates fuera del principio de la argumentación científica, abrir la heurística a las explicaciones alternas y no reprimir a los científicos por sustentar posiciones alternas a las dominantes; en cambio, al exterior de esos equipos consistiría en realizar ejercicios de pedagogía para convencer a los no-legos en lugar de desacreditar las opiniones de los colectivos sociales que opinan de modo diferente a la corriente principal, procedente de organismos de reconocimiento gubernamental. Se trata entonces de apelar a la prudencia frente a la “epistemología pública”,<sup>69</sup> como lo ha reconocido la Académie des Sciences (AS) cuando ha escrito sobre su posición antes el cambio climático: “no es sorprendente que el público se interrogue sobre la realidad de tales cambios, sus causas, su futuro y, más aún, sus consecuencias inmediatas y lejanas sobre los modos de vida, la salud, los ecosistemas y la economía” (AS, 2010: 4).

En la trama de la parafernalia disponible para la investigación mundial sobre el cambio climático, mencionada en la introducción, nuestra prudente contribución se centra en los aspectos epistemológico-cognoscitivos generales de los estudios acerca del cambio climático que han sido representativos de colectivos bien identificados en sus campos y que han estado visiblemente institu-

<sup>69</sup>Queremos indicar con este término de “epistemología pública” las formas de elaboración de los conocimientos de los públicos, situación distinta al conocimiento público. La primera alude un concepto procedimental y la segunda se refiere al repertorio de conocimientos que en algún momento tenga un público sobre determinado o determinados temas.

cionalizados; nos animamos a este planteamiento sólo por la seguridad que nos brinda nuestro conocimiento y práctica del método blooriano, corregido por Callon (1986), así como del análisis sociológico de controversias y negociaciones (capítulo I) (Arellano *et al.*, 2013).

A fin de demostrar nuestras hipótesis, la argumentación abordará la epistemología de la relación de los organismos en sus entornos, los debates contemporáneos sobre los cambios climáticos, las similitudes y las diferencias que existen entre la llamada guerra de ciencias (capítulo I), los debates entre climáticos y climatológicos, las dificultades sobre la caracterización de la evolución climática, la dimensión de las controversias sobre el cambio climático y la existencia de incertidumbre en los “niveles de conocimiento científico”. Por último, presentamos algunas reflexiones finales sobre la intervención humana en el clima a la luz de las ideas de la contaminación humana del mundo.

#### LA EPISTEMOLOGÍA Y LA RELACIÓN DE LOS ORGANISMOS CON SU ENTORNO Y LA CLIMATOLOGÍA

La epistemología modernista no es un programa imposible de llevar a cabo debido a las paradojas que conlleva, como lo afirma Latour (1991). Por el contrario, es un periodo histórico de la epistemología política repleto de controversias sobre las formas válidas y legítimas de elaborar conocimiento, en la que se impuso y oficializó una epistemología política que separó las explicaciones naturales de las humanas. En este sentido, la lucha por representar los vínculos de las entidades con su entorno y, por lo tanto, la relación del hombre con su medio, ha sido parte importante de la controversia epistemológica en el transcurso de la Modernidad.

Genéricamente, la representación del hombre en su entorno es una forma de aprehensión de su ambiente y muestra su capacidad de interactuar con él así como de instrumentalizarlo; de allí que la idea de ambiente a lo largo de la historia haya tenido diversas controversias y aún en nuestros días, tenga una significación polisémica. Por ejemplo, en el siglo XIX el concepto de ecología era una idea que aludía al vínculo de un organismo o conjunto de organismos con otros seres vivos o entidades inorgánicas. En el caso del hombre, su ambiente podía ser otros organismos u otros seres vivos o incluso la atmósfera. El gran

debate en torno al término vínculo ecológico<sup>70</sup> tiene como origen su representación ontológica o derivada. En el primer caso, hay que recurrir al monismo epistemológico de Haeckel,<sup>71</sup> en el segundo caso, se trata de una representación que es el resultado de la reunión de dos entidades previamente separadas, pues sólo se podría suponer la interacción de entidades si antes hemos supuesto su separación y su ausencia de relación (Arellano, 1996a).

Sin embargo, este monismo estilo Haeckel casi ha desaparecido hoy día, en su lugar se ha dado paso a una forma de elaborar conocimientos en los que las causas naturales se separan nítidamente de las humanas. Así, de acuerdo con Crutzen, el momento en que el hombre se sobrepone a una fuerza geológica podría denominarse la era del antropoceno, misma que pudo haber iniciado en la última parte del siglo XVIII, coincidiendo con la puesta en escena de la máquina de vapor de Watt en 1784 y con los reportes del incremento de bióxido

<sup>70</sup>De este modo, la acuñación del concepto ecología es un interesante objeto de estudio para entender una propuesta epistemológica de vincular a partir de ciertos contenidos a los organismos con su entorno y, por lo tanto, al hombre con su ambiente. Es común asignar a Ernest Haeckel la acuñación del término ecología en 1866 en su *Morfología general de los organismos*. En este texto, definía la ecología, chorología o economía de los organismos como la fisiología de los organismos (Haeckel, 1866: 236). Pero es en *Historia de la creación de los seres organizados según las leyes naturales: conferencias científicas sobre la doctrina de la evolución en general y la de Darwin, Goethe y Lamarck en particular* (Haeckel, 1877b), en el punto 9, donde pone en escena la categoría ecología o la distribución geográfica de los organismos, de la manera siguiente: “Ecología o la distribución geográfica de organismos, la ciencia del conjunto de relaciones de los organismos con el mundo exterior ambiente, con las condiciones orgánicas y anorgánicas de la existencia (Haeckel, 1877b: 639). Precisamente estos hechos —dice Haeckel— “de economía de la naturaleza”, que, en la opinión superficial de personas del mundo, parecen sabias disposiciones tomadas por un creador realizando un plan, estos hechos, digo yo, discutidos seriamente, resultan necesariamente causas mecánicas. Son hechos de adaptación (Haeckel, 1877b: 639).

<sup>71</sup>Haeckel es un monista para quien el espíritu y la materia forman un solo entramado, escribe Haeckel: “En tesis general, nos es imposible aceptar la distinción ordinariamente admitida entre naturaleza y espíritu. Hay un espíritu en toda la naturaleza y un espíritu fuera de la naturaleza es inconcebible. Por consecuencia, no se sabría aceptar absolutamente la distinción ordinaria entre ciencias naturales y ciencias del espíritu. Toda ciencia es fundamentalmente natural y espiritual. El hombre no está sobre la naturaleza; él hace parte de ella” (Haeckel, 1877a: 623). Para entender la posición epistemológica de Haeckel habría que anotar tres condiciones: “La filosofía monista o mecánica [no entendida vulgarmente como mecanismo] pretende que por todas partes los fenómenos de la vida humana son, como para el resto de la naturaleza, regidos por leyes fijas e inmutables; que por todas partes hay entre los fenómenos una relación etiológica, y que por consiguiente todo el universo, accesible a nuestros medios de investigación, forma un todo unitario, un monón” (Haeckel, 1877a: 623). Y prosigue Haeckel: “la filosofía monista no admite ni fuerza sin materia, ni materia sin fuerza” (Haeckel, 1877a: 624).

de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano (CH<sub>4</sub>) en las burbujas de aire encerradas en los hielos polares (Crutzen, 2002).

En nuestros días, la idea del antropoceno es una exageración empírica. Para prueba, baste ver las imágenes satelitales de la reducción a casi cero de la imprevista humana debida a tsunamis o terremotos, o reconocer que los millones de toneladas de materiales de todo tipo (incluyendo petróleo y carbón mineral) a unos cientos de metros de profundidad del planeta son rasguños sobre la corteza terrestre respecto a la energía geológica del movimiento descomunal de las placas tectónicas de la tierra. Pero lo interesante del uso del término antropoceno es que su origen proviene de un naturalista acreditado y legitimado en 1995 como Premio Nobel de Química, además de que su uso circula profusamente hacia otros dominios del conocimiento, principalmente a las ciencias sociales.

Si tomamos como objeto de análisis el término antropoceno, se muestra la perplejidad de quienes lo usan para referirse a la inversión de las fuerzas ocurridas en el planeta; por un lado, la minimización de las fuerzas denominadas naturales respecto al incremento de la potencia de las fuerzas humanas. Esta imagen sugiere la aniquilación de la eficacia naturalística en el mundo en favor de una causalidad humana, que mostraría la gigantesca magnitud de las fuerzas que son activadas por el hombre en la tierra, como vimos en la argumentación de Giddens en 1999. Epistemológicamente se ha creado una recalcitrancia, en la que en lugar de plantear una causalidad mezclada se recurre a un giro en el que la causa del mundo deja de ser naturalística, para devenir, en las últimas décadas, una causa humana.

Los intentos por mantener en pie a la epistemología modernista son muy recurridos actualmente y se corresponden exactamente con la idea del cambio climático antropogénico empleado en la versión oficialista sobre el clima (capítulo III). De acuerdo con estas últimas explicaciones, la naturaleza ya no actúa sobre el mundo, sino a la inversa, los hombres fabrican el mundo, el clima y se ponen en riesgo a sí mismos y a la naturaleza, como diría Giddens en su *Política del cambio climático* (Giddens, 2009).

Sin embargo, desde nuestra perspectiva, el hombre nunca ha dejado de interactuar con la atmósfera; lo que ha ocurrido es que simplemente su incesante reinscripción ha significado formas distintas de interacción. En otras palabras, el hombre siempre ha sido capaz de interactuar con esto que se ha

definido desde los tiempos de los griegos clásicos como clima, así como con la inscripción de su conocimiento climático en toda su praxis. A esto habrá que incluir la pléyade de categorías sobre el tiempo<sup>72</sup> y el clima que se inscribieron lingüísticamente, los cuales son la prueba más palpable de esta interacción naturaleza-climática y hombre. Pongamos por ejemplo la acuñación del concepto habitabilidad del planeta—descrito por Aristóteles en *Meteorológica*—para indicar la existencia de zonas en las que no debían dirigirse los humanos para habitarlas. En este sentido, lo que ha acontecido durante las últimas décadas en el tema del clima, en su versión de cambio climático, ha sido una fuente importante de controversias sobre el conocimiento y las técnicas de mayor veracidad para comprender e instrumentalizar la atmósfera, en tanto formas de interactuar con ella.

Cuando el conocimiento se inscribe, se asoma toda clase de fenómenos de interacción del hombre con su medio. Por ejemplo, el fenómeno llamado agricultura no es más que la inscripción de los conocimientos alcanzados por los antiguos humanos sobre la reproducción de plantas, el comportamiento de ciertos fenómenos climáticos y meteorológicos, y la fertilidad del suelo, principalmente.

Cuando pensamos el fenómeno humano como la interacción de las fuerzas del planeta con la acción de los hombres, no hay razón para considerarlo una novedad interactiva; en cambio, existen motivos para analizar y reflexionar sobre las formas específicas de las relaciones del hombre con su entorno. El problema es que la epistemología modernista dominante nos había acostumbrado a separar las causas de la naturaleza respecto a las humanas, donde el cambio reside en la fatiga por explicar esa epistemología frente a los acuciantes fenómenos medioambientales contemporáneos que nos presenta al hombre como un gigante capaz de modificar el mundo en todas sus piezas; en lugar de representarnos un fenómeno humano-naturalístico en el cual tengamos el desafío de caracterizar su interacción y la escala que convierte al hombre en un agente del mundo.

<sup>72</sup>Nos referimos al estado del tiempo atmosférico y a la ocurrencia de meteoros en una situación específica.

Desde nuestra perspectiva, podríamos decir que Crutzen exagera cuando indica que en 1784 el hombre se vuelve una fuerza geológica,<sup>73</sup> pero es relativamente justa su apreciación desde la perspectiva epistemológica, pues esos primeros artefactos de vapor —que alude en su retórica— modificaban desde entonces el juego de fuerzas y energías en el planeta. A la inversa ocurre con el libro de Giddens de 1999: si antes una naturaleza menos humanizada amenazaba al hombre, hoy el hombre más artificializado amenaza a una naturaleza más humanizada. Reuniendo a Crutzen y a Giddens, podemos decir: sí, Crutzen tiene razón, si consideramos que el conocimiento humano es una fuerza geológica, pero Giddens también tiene razón, si tomamos en cuenta que el conocimiento humano produce alteraciones ambientales.

La prueba más palpable de que el hombre participa con su conocimiento inscrito en el mundo viene de la suposición, según la cual, si pudiésemos borrar de un plumazo a todos los científicos del clima, sus instrumentos, sus equipos y laboratorios, no sabríamos nada de lo que hoy conocemos del clima, y aún la propia idea del cambio climático no habría sido introducida entre nosotros; luego entonces, el cambio climático no existiría en nuestra sociedad, no al menos como no lo estamos representando actualmente. Más aún, hoy día la noción de cambio climático no existe entre numerosos grupos humanos del planeta ni entre los intersticios de las sociedades más sofisticadas del llamado mundo desarrollado. Incluso, argumentar que esas personas son ignorantes de los hechos científicos sobre el cambio climático significaría simplemente que estamos haciendo un hecho político de la epistemología modernista para imponer a los actores no persuadidos ni incorporados a estos paradigmas los puntos de vista de la corriente dominante sobre el cambio climático.

Obviamente, se puede argüir que negar la existencia del cambio climático no significa que no esté ocurriendo. En este punto de la reflexión estamos moviéndonos rápidamente en terrenos de los debates filosóficos sobre la objetivi-

<sup>73</sup>Tratando de distinguir la coincidencia de hechos respecto a la ubicación causal de sus agentes, habría que precisar la afirmación de Crutzen, pues las escasas máquinas de vapor existentes en 1784 no convertían al hombre en una fuerza geológica. Pero lo interesante para nosotros es que el maquinismo fue un fenómeno inédito en los millones de años de la historia de la tierra y del millón de años del hombre; algo así no había ocurrido antes y marcaría la puesta en escena de las máquinas y las energías empleadas en un programa de acción que devendrá en una fuerza geológica; pero será una de las tantas fuerzas geológicas que han dominado la evolución del planeta.



dad y la intersubjetividad. Esperamos atajarlos pronto e indicar la incapacidad humana para alcanzar la objetividad en el estatuto de la verdad autonomizada por los actores humanos que la elaboran. Lo anterior significa que nos adherimos a la noción kuhniana de paradigma, según la cual existe una solidaridad indisoluble entre las acuñaciones conceptuales y los sujetos que las comparan (Kuhn, 1971). La epistemología social representa el medio por el cual se encuentran estas dos dimensiones (junto con la intersubjetividad y la organización colectiva), dando vida a los paradigmas. Así, las nociones sobre el clima, cualquiera que sea su nombre local, representan el alcance cognoscitivo y las controversias de los diversos colectivos sobre los contenidos cognoscitivos de los fenómenos que ocurren en el entorno atmosférico y en su capacidad de instrumentalizarlo.

El proceso de generación de conocimiento climático es entonces la elaboración de una mediación entre los hombres, y entre éstos y su entorno atmosférico. Ahora bien, la construcción colectiva del conocimiento se expresa en el establecimiento, desarrollo y conclusión de controversias y negociaciones en torno al saber sobre el mundo y, en el caso que nos ocupa, del saber sobre la atmósfera y el cambio climático.

#### “GUERRA DE CIENCIAS” Y DEBATES CLIMATOLÓGICOS

El debate público de mayor cobertura mediática sobre el cambio climático confronta a “creyentes” o “negacionistas” en dos acepciones controversiales. Uno de ellos ocurre entre personas que acreditan la existencia del cambio climático *versus* aquellas que lo niegan, tomando la forma de una controversia entre científicos y no científicos; es decir, como si fuese un debate externo a las ciencias del cambio climático sobre el interior de la ciencia. Otro es visto como una controversia entre científicos que, acreditando la idea del cambio climático, afirman la existencia de un calentamiento atmosférico, *versus* aquellos que lo niegan o incluso quienes prevén un futuro enfriamiento atmosférico.

En un reciente artículo, Latour, decidido a tomar postura frente a los debates públicos sobre el cambio climático (Latour, 2012), considera que los científicos que acreditan el efecto antropogénico se encuentran en una encru-

cijada ante los ataques “anticientíficos” y “políticos” de los “escépticos del calentamiento climático” organizados por los *lobbies* y *Think tanks*, siempre extracientíficos. Considera que los “climoescépticos” —como se los ha venido denominando— intentan inmovilizar a los científicos sabotando los consensos científicos sobre el calentamiento climático mediante el empleo de una supuesta vigilancia epistemológica, sustentada en la manipulación de una especie de principio del “escepticismo generalizado”.<sup>74</sup> Pero Latour ha tomado como objeto de análisis, la controversia que encuadra perfectamente con la idea de desenmascarar a los “políticos ignorantes” e interesados en deshonar los logros de los científicos y de denunciar sus intereses afiliados a las industrias emisoras de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Latour analiza las controversias entre científicos y supuestos “paracientíficos” y toma partido por los primeros. Esto nos parece algo asimétrico y extraño para un veterano del análisis de controversias. No se puede denunciar unilateralmente a los “negacionistas” de politizar la polémica, de organizarse extracientíficamente y de emplear estrategias anticientíficas, sin antes analizar el contenido, estructura, funcionamiento y opiniones políticas del IPCC.

<sup>74</sup>Dice Latour: “Así es, los científicos así atacados han caído bajo su propia trampa puesto que ellos también insisten sobre las virtudes de la duda y del escepticismo, sobre la necesidad de los protocolos más robustos, y que, ellos también, afirman la necesidad de mantener su ciencia tan alejada de la política como sea posible para mantenerse atados a los hechos seguros [...]. Desde que las comunidades científicas se ponen de acuerdo e inician a cerrar sus debates, ellos corren el riesgo de pasar al estado de poder arrogante y absolutista que buscaría imponer sus maneras de ver al resto del mundo disimulando el diseño de zonas de incertidumbre. En este punto preciso, en el momento en el que el consenso se estableció, que los *lobbies* pueden atacar sin riesgo los resultados de la ciencia, disfrazándose en científicos ultraprecavidos, racionalistas y objetivos. Ellos no tienen que ser especialistas de las cuestiones que contestan. Sólo es necesario que hablen ‘de ciencia’ imitando al serio científico y ocupando el terreno de los hechos lanzando tantos obstáculos epistemológicos que sean necesarios para impedir el cierre de la controversia.

Eso fue lo que hicieron los fabricantes de cigarros durante 50 años, y, después de 15 o 20 años, los numerosos *lobbies* que tienen interés en luchar contra la causa antrópica del calentamiento planetario —ciertos de esos “expertos” y otros *think tanks* han pasado de aquel asunto a este otro. ¿Cuál es el resultado de ese camuflaje? Los “investigadores” enviados por los *lobbies* no son más que un puñado de científicos que queden mudos, estupefactos de ver que pueden, sin nueva investigación, atacar el consenso en vía de formación. Todas las estadísticas de este volumen [se refiere al libro de este capítulo]: la ignorancia es infinitamente más eficaz que la contrapropaganda o la desinformación. Ni los investigadores, ni el público parecen tener anticuerpos contra ellos quienes les consumen crudos blandiendo las virtudes fortificantes de la duda científica” (Latour, 2012: 2-3).

Veamos, de forma simétrica la politización del IPCC. En primer lugar, pese a haber ganado el premio *Nobel de la Paz*, el IPCC no puede presumir neutralidad científica pues sus miembros son aprobados por los gobiernos que integran parte del panel; además el IPCC no es una red temática de investigación, sino un panel de lectores eruditos de *papers*; el nombramiento de los miembros tiene como objetivo escribir el estado del arte de los estudios sobre el cambio climático, pero éstos no presentan resultados de sus investigaciones; los autores revisan la literatura científica, técnica y socioeconómica internacional disponible, así como manuscritos y literatura producida por otras instituciones e industrias, no es necesario profundizar mucho el tema para deducir que la literatura analizada corresponde a la producción científica de un número limitado de países y equipos de investigación; tanto la selección de temas, expertos, autores, la preparación del segundo borrador, la distribución final del último borrador son revisadas por los gobiernos, la cual es aprobada y publicada por acuerdo gubernamental (IPCC, 2012): [http://www.ipcc.ch/organization/organization\\_procedures.shtml#.ULU3MoeR86s/27nov2012](http://www.ipcc.ch/organization/organization_procedures.shtml#.ULU3MoeR86s/27nov2012)).

En resumen el trabajo de los *lobbies* negacionistas no son neutros, actúan con ventaja y premeditación; pero los autores del IPCC y sus reportes tampoco son neutros, como lo saben desde hace mucho tiempo filósofos, sociólogos y antropólogos de la ciencia.

El fenómeno de la llamada guerra de ciencias (capítulo I) parece tener aspectos similares a los debates sobre el cambio climático, por lo cual no vendría mal preguntarnos, ¿nos encontramos en la segunda guerra mundial de las ciencias, en la modalidad de “guerra climatológica”, luego de la primera iniciada por Sokal allá en el siglo pasado?, si es así, ¿cuáles son las enseñanzas epistemológicas de esta segunda guerra mundial de ciencias? ¿Acaso Latour no propuso que al menos que el combate sea con armas iguales?’ (Latour, 2012), ¿Algunos prevén guerras por los efectos del cambio climático? ¿No ha habido ya guerras reales por y sobre el cambio climático,<sup>75</sup> como ha dicho Giddens

<sup>75</sup>El análisis de este tema tiene dos aristas: sea que un bando en guerra utiliza armas dirigidas a cambiar algunos fenómenos del tiempo, sea que el cambio en el clima crea restricción de recursos que sirven para motivar disputas y guerras para controlarlos. Del primer caso, Chossudovsky pone un ejemplo concreto del gobierno de Estados Unidos, cuando, en su guerra contra el Vietcong, bombardeaba nubes con el fin de prolongar el monzón (Chossudovsky, 2007); en el otro punto se ha venido reiterando el caso de Darfur, lugar en el que las sequías se han pro-

(2009), retomando a Welzer (2011) sobre la guerra en Darfur? Si así ha sido, entonces la iniciada por Sokal habría sido la primera guerra mundial de ciencias y la segunda será llamada la guerra de las climatologías. Por algo en ambos casos tuvieron sus propios escándalos: la guerra de ciencias tuvo el “escándalo Sokal” y sobre el cambio climático, el llamado “climagate”.

Aunque no haya tal segunda guerra mundial de ciencias, vale la pena explorar tres aspectos comparables entre la primera y los debates públicos sobre el cambio climático.<sup>76</sup> En primer lugar, el impacto mediático de los debates climáticos es mucho mayor que el alcanzado en la guerra de ciencias; dicha guerra fue una de las primeras grandes polémicas mediáticas presentadas en la Internet, el escenario ocurrió en las secciones de ciencia de los grandes periódicos del mundo (*Le Monde*, *New York Times*, *The Guardian*, entre otros) y algunas revistas de ciencias sociales. En cambio, los debates climáticos actuales son profusamente cubiertos y publicados en numerosos medios de comunicación, cine, radio, periódicos, redes sociales, etcétera, prácticamente no hay un día en el que no aparezca una noticia al respecto, y en la internet se encuentra una masa inasible de información y escaramuzas de todo tipo en torno al tema.

En segundo lugar, los temas de la guerra de ciencias fueron principalmente epistemológicos y deontológicos, así se discutió profundamente o se detonaron reflexiones sobre el papel del relativismo epistémico en la generación del conocimiento. Deontológicamente se denunciaron los tipos de imposturas científicas de algunos intelectuales etiquetados como posmodernos por los sokalistas; a la inversa, algunos intelectuales señalaron a los sokalistas como impostores intelectuales. Además, los temas de los debates climáticos son profundamente epistemológicos (como estamos mostrando en este libro), pero aparecen bajo un formato político y moral.

La argumentación antropogénica del cambio climático es profundamente política, pues siendo identificado el hombre como causante del cambio climático, es posible denunciarlo usando categorías políticas: de este modo se puede acu-

---

longado y agudizado generando toda clase de escases para las poblaciones de las que se han derivado guerras (Welzer, 2011).

<sup>76</sup>Sobre la guerra de ciencias, la mayor parte de reflexiones se centraron en la importancia científica e intelectual, menos en los aspectos epistemológicos que portaban tales guerras (Arellano, 2000a).

sar de agentes anticlimáticos las acciones de países partes (como les llama la Convención Mundial sobre el Cambio Climático), sectores económicos, grupos industriales, cónicas organizaciones no gubernamentales (*think tanks*), consumidores y hasta ciudadanos descuidados del ambiente; en contraposición, también se pueden identificar como agentes climáticos a los defensores del clima, tales como organizaciones no gubernamentales, movimientos ambientalistas, ciudadanos “responsables”, etcétera. Normalmente no se presentan denuncias o imposturas,<sup>77</sup> pero en cambio se da cuenta de la responsabilidad o irresponsabilidad ambiental; de este modo, los debates climáticos igual tienen su equivalente epistemológico y moral respecto a la guerra de ciencias.

En tercer lugar, la guerra de ciencias ocurrió entre las ciencias naturales y las humanas. En este contexto, Sokal (1996a, b y c), Bricmont (Sokal y Bricmont, 1997), Weinberg (1996) y otros físicos luchaban por defender la pureza de su disciplina contra los “impostores posmodernos”; mientras Derrida y Guattari se defendían de emplear términos de la física aludiendo fuentes de inspiración para la reflexión filosófica (capítulo I y Arellano, 2000a). En suma, los debates climáticos parecen ser más heroicos, si tomamos en cuenta que giran en torno a una causa, pero es un asunto epistemológico pues se refieren a la causa del cambio climático. La guerra de ciencias implicó una disputa entre científicos modernistas epistemológicamente contra intelectuales posmodernistas; en cambio, los debates públicos climáticos están planteados por científicos sociologistas al poner la acción humana como causa de la naturaleza, y científicos naturalistas ortodoxos al vincular una causa natural a un efecto natural.

Gracias a estos tres aspectos, definitivamente se puede afirmar que no hay guerra mundial de ciencias en versión de guerras climatológicas; en cambio, existen debates públicos que conllevan importantes asuntos de epistemología, pero no se presentan de manera tan asequible como ocurrió en la guerra de ciencias. De cualquier modo, los materiales epistemológicos pueden obtenerse de la profusa literatura y de las investigaciones o argumentos que siguen los actores de los debates.

<sup>77</sup>La excepción vino de Allègre, quien denunció impostura climática acusando a aquellos promotores del calentamiento climático en su libro *L'Imposture climatique* (Allègre, 2010).

El debate social sobre la investigación científica no desaparecerá de la escena pública, por el contrario, ya forma parte del paisaje sociopolítico de nuestras sociedades. De ahora en adelante será parte de la pedagogía de la epistemología pública y no podrá ser evitado. La imagen pública de la ciencia inobjetable y dictatorial es anacrónica; de hecho, una de las enseñanzas de los debates sobre el cambio climático es la irrupción del debate erudito de los ciudadanos, quienes en su vida cotidiana reflexionan sobre el clima, además lo han hecho mucho tiempo antes de que el cambio climático fuese un punto de la orden del día del debate público.

Reconocemos el valor y la influencia tanto de las opiniones como de las acciones de los actores sociales y los gobiernos sobre la política científica del cambio climático, pero en este libro en particular priorizamos las controversias que afectan directamente la producción tecnocognitiva sobre el cambio climático.

La perspectiva epistemológica de la presente obra nos confronta con la visión de numerosos científicos naturalistas respecto a las discrepancias científico-técnicas. Desde la óptica de diversos científicos, las profundas discrepancias sobre los contenidos científicos tienen una amplísima gama de nombres para relativizar los debates científico-técnicos; mediante los cuales los actores consiguen desacreditar las controversias al momento de indicar que algún investigador o equipo tienen alguna “observación” a un postulado, metodología, técnica de investigación o dato, insinuando que existe algún punto sobre el que hay una “observación” que no cambia el contenido de las “pretensiones de validez”<sup>78</sup> dominantes. También se emplea el término imprecisión para aludir la inconsistencia de algún dato o resultado incorrecto, pero sin cambiar el sentido general de las aseveraciones. O aluden la prevalencia de escepticismo, cuando algún interlocutor se muestra incrédulo ante la argumentación de otro. Asimismo, la existencia de consenso cuando las teorías, los métodos o la información separadas o en conjunto son compartidos por un colectivo. De modo

<sup>78</sup>Las pretensiones de validez provienen de la sociología habermasiana y se emplean en el contexto de la teoría de la acción comunicativa para mostrar que en los intercambios lingüísticos orientados hacia el entendimiento de los sujetos intercambian proposiciones que tienen sentido simultáneamente en su mundo subjetivo, intersubjetivo y que aluden a la validez y pertinencia sobre el mundo externo (*Teoría de la acción comunicativa*, Habermas, 1987).

que los recursos extremos empleados para banalizar las controversias llegan al uso de la denegación de informaciones asociadas a una teoría o a un método.

En general, entre los científicos el desacuerdo es entendido como la irrupción de novedades informacionales, técnicas o metodológicas que sirven para precisar el conocimiento precedente o para abrir áreas inéditas de investigación. En cambio, para la sociología de las ciencias en general y, sobre todo, en el enfoque que estamos instrumentando en este capítulo, las discrepancias citadas son parte del proceso social normal e ineludible de una controversia científico-técnica.

Desde nuestro punto de vista, las discrepancias conceptuales y las incertidumbres cuantitativas —como se expresa en los informes del IPCC (IPCC, 2007)— expresan dos aspectos sociales de la investigación científico-tecnológica. Por un lado, la ausencia de verdades incontestadas en el plexo de los sistemas de conceptos con pretensiones de validez y, por otro, la persistencia de polémicas en el dominio cuantitativo de los fenómenos muchas veces es el eufemismo de profundas discrepancias conceptuales, así como de candentes controversias científico-técnicas (esto lo retomaremos más adelante para el caso de la tipificación de la incertidumbre según el IPCC). En todo caso, discrepancias e incertidumbres y todos los nombres que aluden coloquialmente a diferencias de opinión sobre el mundo, empleados por los científicos y autores eruditos, son los temas que desencadenan y nutren intensas investigaciones, reflexiones y polémicas para intentar establecer y estabilizar a través de las negociaciones los hechos científicos.

A propósito de los consensos o discrepancias sobre la causa antrópica del cambio climático, se han generado intensos debates que podrían intitularse “la ausencia de consenso sobre el consenso” (Kendall, 2008). La historia se inició con la publicación en 2004 de un artículo de Oreskes en la revista *Science* con el revelador título de “The scientific consensus on climate change” (Oreskes, 2004). Ella revisó 928 resúmenes de artículos analizados por pares de investigación de revistas agrupadas en el sistema ISI-WEB y encontró que más de 75 por ciento, ya sea explícita o implícitamente, aceptan la opinión general de que el clima de la tierra está siendo afectado por las actividades humanas.

Esta extraña democracia científica podría servir para elegir a uno de los autores como el más citado, el más relevante en el campo de las ciencias del

cambio climático o cualquier elección política y social para representar a ese 75 por ciento; pero desde la perspectiva del consenso entendido como el acuerdo racional de una comunidad, simplemente ese porcentaje, o incluso si aún fuese mayor, no sería significativo; más bien con este término se representaría la producción de sentido en el dominio del cambio climático, pero no la significación estadística con la que opera el sentido para expresar una cifra porcentual.

Sin embargo, lo más interesante del caso es que más tiempo tardó en publicarse el texto de Oreskes, que en recibir las réplicas de Peiser (2005) y de Pielke (2005), y por supuesto las contrarréplicas de Oreskes (2007). No vamos a entrar en los detalles del debate, pero era claro que estas réplicas ponían de manifiesto que aún sobre el tema del consenso no había consenso (Doran y Kendall, 2009; Kendall, 2008), ni siquiera sobre en el plano de la significancia estadística había acuerdo.

Cuando las diferencias de opinión del público se confronta con las de los investigadores de alguna corriente dominante en ciencia, aparecen desacuerdos notables. Ésta es una de las situaciones que ocurre en torno a las polémicas climáticas. Por ejemplo, Anderegg y sus colegas (Anderegg *et al.*, 2009) han señalado que amplias capas del público estadounidense no aceptan el argumento del cambio climático de origen antrópico; en cambio, 98 por ciento de investigadores activos notables (1,372) acuerdan la causa antropogénica como origen del cambio climático actual. Si damos crédito al hecho de que esos 1,372 destacados investigadores se encuentran activos y representan a sus pares en el tema del cambio climático; implica decir que aún en el caso de que una gran mayoría de estos investigadores apoyan la causa antropogénica, buena parte del público puede ser escéptico; lo que demuestra grandes diferencias de opinión en el conjunto de la sociedad.

De acuerdo con la antropología de la tecnociencia que practicamos no existe elaboración del conocimiento sin controversias, puesto que no hay un actor capaz de imponer una creencia como verídica sin alguna dosis de reserva, escepticismo o franco rechazo de otros actores. El tema del cambio climático no tiene por qué ser la excepción; como acabamos de ver en el caso del “consenso del consenso”.

El proceso que conduce al consenso es equivalente sociológicamente a la idea de establecer y estabilizar un hecho científico, de convertir una pretensión de validez en un hecho socialmente auténtico. En realidad, estos hechos ganan



fuerza explicativa en la medida que resultan resistentes a las críticas y a otras ofertas cognoscitivas. Mientras un equipo no pueda establecer socialmente los hechos de manera incontestable frente a los grupos disidentes, el contenido sobre la naturaleza de los hechos estará variando de forma inestable; y de igual manera, los vínculos de los humanos con el objeto de estudio y la naturaleza están en un grado variable de incertidumbre.

El análisis social de las controversias permite explicar cómo las discrepancias representan verdaderos debates sobre el contenido de los hechos y los objetos, de las que se espera exista una solución cognoscitiva específica menos controversial. *Grosso modo*, una controversia-negociación científico-tecnológica pasa por una serie de etapas que van desde la formulación colectiva de un problema, la de una hipótesis y la delimitación de los actores, la relación entre hipótesis y actores, la manipulación de los actores y su intervención, y las negociaciones y la consolidación de las alianzas cognoscitivo-técnicas de los colectivos (Arellano, 1999). Habría que agregar, finalmente, el relanzamiento de nuevas controversias.

En el capítulo I ya habíamos indicado que el ambiente científico es un espacio social y cognitivo controversial (Bloor, 1982) organizado por el arreglo de paradigmas en pugna (figura 6 del capítulo I), mismo que puede ser analizado antropológicamente y observado etnográficamente (cuadrante 4 de la figura 4 del capítulo I). Las controversias cognoscitivo-técnicas se despliegan de forma simétrica y generalizada en torno al contenido de la naturaleza como de la sociedad (cuadrante 4 de la figura 4 del capítulo I). Los antropólogos de la tecnociencia analizan a través del principio de doble simetría (Callon, 1986), cuentan con un instrumento simétrico para interpretar el carácter incierto de la naturaleza y de la sociedad. La simetría analítica calloniana permite equilibrar el análisis de las controversias y las negociaciones técnico-cognitivas pues —repetimos la cita del capítulo I—: “Si las controversias evidencian el abanico de soluciones posibles a problemas teóricos y prácticos de la ciencia y la tecnología, las negociaciones muestran los nudos de racionalidad comunicativa enraizados en la sociedad” (Arellano, 1999: 48) (cuadrantes 3 y 4 de la figura 4 del capítulo I).

De forma que vale la pena distinguir las chicanas o pleitos de los debates y controversias científico-técnicas. Los primeros están viciados de origen, pues se intenta imponer las veracidades de un bando o socavar las de otro mediante

la interrupción de la comunicación orientada al entendimiento mutuo —como diría Habermas (1987)— y a la persuasión y convencimiento de los interlocutores. En gran medida, el pleito entre ciertos sectores de creyentes y negacionistas del cambio climático explican casi nada del plexo del contenido cognitivo que portan las controversias que ocurren en un debate erudito; por el contrario, sólo se incrementa el repertorio de eufemismos y ataques personales que únicamente agudizan las “fricciones cognoscitivas” (Edwards, 2010).

No negamos que las chicanas pueden ser portadoras de contenidos importantes en el análisis del debate público en torno a algún tema de relevancia sociopolítica, pero para los fines de este trabajo, éstas pueden ser una cortina de humo capaz de obnubilar la observación de las controversias entre los especialistas de los temas del cambio climático. Aunque reconocemos la dificultad para delimitar la frontera entre controversias “científicas” y chicanas “extra-científicas”, en todos los casos son los colectivos los que negocian las agendas de investigación y movilizan argumentos de los *corpus* donde se encuentren.

En efecto, resulta curioso cómo ciertos mensajes del IPCC contra las afirmaciones de sus detractores denuncian ignorancia en las ciencias del clima; en cambio, aceptan los argumentos de especialistas de las ciencias sociales (digamos del IHDP), quienes retoman el contenido de la causa antrópica en el cambio climático, sin reparar que muchos de esos sociólogos también ignoran las ciencias del clima, de las que incluso son indiferentes.

Deseamos, en la medida de lo posible, evitar el debate entre creyentes y escépticos para concentrarnos en el estudio de la epistemología social de los conocimientos sobre el cambio climático, partiendo de una aseveración sintética<sup>79</sup> y una consecuencia: la producción de los conocimientos es el resultado de un conjunto de controversias y negociaciones científico-técnicas, y representa la construcción simultánea de objetos y de sujetos, de científicos y de público (forma adaptada de la noción de objeto técnico, Arellano, 1996a: 29-30). La consecuencia de esta aseveración sería que la auténtica novedad es que no exis-

<sup>79</sup>La definición construccionista de los OT fue escrita como: “La producción de los objetos técnicos es el resultado de un conjunto de controversias y negociaciones científico-técnicas, esta producción representa la construcción simultánea de objetos y de sujetos, de innovadores y usuarios. Estos objetos técnicos son el producto único y no reproducible de la hibridación de leyes naturales y de la acción social, toman la forma de redes y distribuyen las relaciones entre actores sociales y naturales” (Arellano, 1996a: 29-30).

tiera el cambio climático; luego entonces, la cuestión que nos interesa analizar radica en cómo se está estudiando y representando el cambio climático.

Tomando en cuenta que la elaboración del conocimiento “científico” del cambio climático, como todos los dominios científicos, tiene un entorno controversial, aun cuando los científicos expresan matices ante los consensos y las faltas de precisión a los conocimientos; las controversias, de conformidad con la sociología blooriana, no dejan de persistir, como hemos visto y veremos a continuación. En nuestro caso, las polémicas que estudiamos se ubican en el propio polo de la producción científica, procurando tomar en consideración las opiniones de investigadores y asociaciones que han pasado por esquemas de negociación en cuanto a sus opiniones, además de que han estado sujetas a cierta vigilancia epistemológica.

## DEBATES EN TORNO AL CAMBIO Y EVOLUCIÓN CLIMÁTICOS

El término clima es muy antiguo y desde su primera definición escrita por los griegos antiguos ha venido cambiando a lo largo de siglos en medio de controversias sobre su resignificación. En la antigüedad occidental no existía la idea sobre la capacidad humana para modificar el clima, la inmensidad de las fuerzas climático-meteorológicas sólo permitía que el hombre se representara causas deificadas, animistas, totémicas o naturalísticas del clima, y que él mismo operara en el ámbito de lo que hoy podría llamarse, de acuerdo con la terminología impulsada por el IPCC, adaptación.<sup>80</sup> Pero esta adaptación era en sí misma una estrategia social capaz de responder activamente, en lo histórico y humanamente posible, a las inclemencias y los beneficios del clima; dicho de otra manera, los primeros humanos sobre el planeta no eran capaces de modificar el clima, pero sí eran lo suficientemente fuertes para representar su interacción con la atmósfera mediante la inscripción de su conocimiento de los fenómenos

<sup>80</sup>De conformidad con el tercer informe del IPCC, se entiende por adaptación al “ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. La adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada, o la autónoma y la planificada” (IPCC, 2001a).

atmosféricos y, de este modo, permitirse interactuar con él aún en gestos tan simples como buscar abrigo y refugio contra las inclemencias atmosféricas.

En la cultura occidental, la climatología como dominio cognitivo se remonta a unos 500 años antes de nuestra era.<sup>81</sup> Fue en estos tiempos en los que el hombre occidental creó un vínculo cognoscitivo con los fenómenos atmosféricos expresado en polémicas que mostraban distintas versiones de la relación hombre-atmósfera. La idea de clima se expresó principalmente en dos conceptos complementarios (las zonas y los climas) y uno sobre el vínculo del clima con la habitabilidad humana.

Los términos zona y clima se encuadran en la concepción esférica del planeta de los tiempos euclidianos y parmenidenianos (figura 8). Las *zonas* se refieren a amplios espacios de temperatura relativamente similares en cortes latitudinales; los *climas*, derivados del término griego *klima*, se refieren a la inclinación de los rayos solares proyectados en la superficie del globo terrestre y, consecuentemente, la duración de la luz solar de los días. El vínculo del clima con la habitabilidad humana se empleaba mediante la instrumentalización de los conceptos zona y clima. Así, Aristóteles y otros antiguos griegos señalaban que las únicas *zonas* habitables para los humanos en el mundo estarían entre los 30 y 60 grados de latitud; fuera de los cuales haría un calor o frío no soportables para ser habitados por los humanos (capítulo II).

Las polémicas meteorológicas y climatológicas quedaron registradas en los escritos griegos en torno a los tres conceptos anteriores. No obstante, durante la escolástica, la reiteración de obras clásicas aristotélicas fue eximida del contenido astronómico-planetario y meteorológico terráqueo-esférico. El movimiento escolástico redujo a la tierra a una superficie bidimensional con lo que perdieron toda significación las categorías derivadas de los estudios de la esfera; por lo que el sentido de zona y clima quedó en el olvido por casi 18 siglos.

Pero fue hasta el renacentismo, cuando a partir del financiamiento de la investigación por ciertas monarquías europeas que se creó un ambiente intelectual desacralizante y liberal. En el Renacimiento, las monarquías instauraron una renovada libertad de investigación y financiera que produjo innumerables

<sup>81</sup>En estos tiempos los Olmeca acuñaban un calendario lunar-solar-venusino de amplias referencias climáticas; además de contener referencias astronómicas, se empleaba como referente para las actividades agrícolas y religiosas.

innovaciones instrumentales y *corpus* de conocimientos organizados en una nueva matriz epistemológica de la naturaleza y del hombre de los que derivó la moderna climatología y meteorología (capítulo II).

Durante la Modernidad, los estudios se concentraron en la precisión del conocimiento de los ciclos climáticos y meteorológicos, como lo muestran los intentos para prever el tiempo a lo largo de la historia,<sup>82</sup> así como el desarrollo y la estandarización de las principales variables meteorológico-climáticas de los tiempos posteriores a Descartes. Pero fue hasta mediados de los años 1970 que se contó con verdaderos programas de “observación satelital y [otros] *in situ*, que —como señala la Académie des Sciences (AS)— permiten obtener conjuntos de datos climáticos muestreados regularmente en el espacio y el tiempo” (AS, 2010: 2).

Actualmente, el estudio del clima se desarrolla en un ambiente de alta competición en todos los frentes de la investigación. Llama la atención que la AS haga suya la demanda de democratización de los datos, aun si ésta implica debates. Al respecto, se lee en la declaración sobre el cambio climático:

la mayoría de investigadores, en climatología como en otras disciplinas de las ciencias del universo, recomienda la distribución de los datos luego que los especialistas los hayan calibrado y hayan retirado los efectos instrumentales o ambientales. Ciertos de ellos solicitan también la puesta a disposición de los datos brutos (AS, 2010: 2).

La vigilancia epistemológica que demandan los científicos de la AS consiste en una petición extendida a las comunidades científicas, quienes mantienen sus reservas acerca de la manipulación de los datos por parte de ciertos grupos de poder científico. Sin duda, el reporte de la AS se refiere al llamado Climagate.<sup>83</sup> Empero, la idea no es hacer eco de la falsedad o no de la supuesta manipulación de los datos por parte de los investigadores de la Climatic Research Unit-Universidad de East Anglia, sino indicar las condiciones sociocientíficas, téc-

<sup>82</sup>Véase, por ejemplo, los trabajos de historia de la meteorología de Lamarck (1805).

<sup>83</sup>Para una presentación del Climagate se puede consultar el texto ([http://www.lemonde.fr/le-rechauffement-climatique/article/2009/12/02/climategate-le-directeur-du-centre-de-recherche-de-missionne-temporairement\\_1275245\\_1270066.html](http://www.lemonde.fr/le-rechauffement-climatique/article/2009/12/02/climategate-le-directeur-du-centre-de-recherche-de-missionne-temporairement_1275245_1270066.html)), consulta: 12/02/2012.

nicas y epistemológicas que dan cuenta de las condiciones de validez de los hechos promulgados por las comunidades científicas.

En las últimas décadas, las ideas de evolución climática involucran varias dimensiones del conocimiento sobre la atmósfera. A continuación exploraremos las evocaciones sobre las acciones humanas cognitivas que respecto al cambio climático se han estado debatiendo durante los últimos decenios, en términos de los mecanismos climáticos explicados por los ciclos de radiación, el albedo y el efecto invernadero (*a*), de la evolución climática y sus indicadores (*b*) así como del estudio de las proyecciones climáticas (*c*).

#### *a) Los mecanismos climáticos. Ciclos de radiación solar, albedo y efecto invernadero*

En general, las presentaciones “oficiosas” sobre el cambio climático inician con una exposición del efecto invernadero (RS, 2010; AS 2010; AC11, 2010, Greenpace, 2010; World Bank, 2010), en la que se involucra la radiación solar traspasando la atmósfera debido a su corta longitud de onda y causando un calentamiento atmosférico debido a la alícuota de la transformación de la radiación solar en ondas infrarrojas, incapaces de salir de la atmósfera, pero sí de acumular calor en ella. Físicamente, se trata de una explicación del “equilibrio radiativo” del llamado “sistema climático” formado por el denominado “forzamiento radiativo”<sup>84</sup> ocurrido por cambios en la composición físico-química de la atmósfera.

Para darle un orden a nuestra exposición, en este apartado seguiremos la secuencia explicativa de las referencias mencionadas anteriormente y aún aquellas exposiciones sobre el encadenamiento energético que da lugar a los fenómenos climáticos, incluida la del climatólogo mexicano Julián Ádem (Ádem, 1962 y 1982), en términos de actividad solar, albedo y efecto invernadero.

<sup>84</sup>De acuerdo con el IPCC, el forzamiento radiativo se entiende como un indicador de la influencia que determinado factor ejerce sobre el balance de energía entrante y saliente del sistema Tierra-atmósfera, y constituye un índice de la importancia de ese factor como posible mecanismo de cambio climático. En el presente informe, los valores del forzamiento radiativo corresponden a cambios referidos a las condiciones de la era preindustrial, fueron definidos en 1750, y están expresados en watts por metro cuadrado ( $W/m^2$ ) (IPCC, 2007a: 36) [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf).

## La actividad solar

Desde la antigüedad se ha considerado que la energía de la tierra proviene del sol. Para Aristóteles, el fuego es la esfera que rodea a la tierra y allí se ubica el sol (Aristóteles, *Meteorológicas*, 1863, libro I, caps. IX-XIV), para Descartes el sol agita la materia sutil (Descartes, 1637), y para la física moderna y contemporánea el sol provee de energía a la tierra en forma de radiación solar.

La medición de la radiación solar fue establecida en primera ocasión por Pouillet en 1838 y se acuñó como una constante solar: *puissance calorique constante du Soleil* (el poder calórico constante del sol) (Pouillet, 1838: 6), misma que ahora se entiende como una variable (Mendoza, 2005: c.p).

La AS acepta el conocimiento generalizado, según el cual:

Se designa por “actividad solar” a los fenómenos asociados al campo magnético del Sol y a las eyecciones de materia y de partículas de alta energía (manchas solares, erupciones y viento solar, por ejemplo). La actividad solar varía periódicamente con ciclos de alrededor de 11 y 23 años. Ciertas cantidades ligadas al ciclo de actividad (erupciones, partículas de alta energía) varían en proporciones considerables (de algunas unidades a más de cien para las manchas solares). La amplitud de la variación en el transcurso del ciclo muestra una variabilidad a largo plazo con mínimas espectaculares. La energía total radiada por el sol bajo la forma de radiación electromagnética (luz visible pero también infrarroja y ultravioleta) es llamada “irradiancia” (AS, 2010: 5).

La AS reconoce que:

Todos los mecanismos de transmisión y de amplificación del forzamiento solar, y en particular de la actividad solar, no están bien comprendidos. Hay que hacer notar que si el ciclo de 11 años de la actividad solar tiende a disminuir de intensidad, como ha sido el caso en el pasado, una disminución gradual de calentamiento global podría producirse (AS, 2010: 5-6).

Esta falta de buena comprensión está asociada al déficit de producción de datos científicos del contenido energético y de la actividad del sol, el cual depende de la acción humana denominada investigación científico-técnica y que puede provocar que se incremente el conocimiento sobre el futuro de la actividad

solar. Si las previsiones de los físicos del sol adscritos a esta teoría de la disminución de actividad solar se cumplieran, es posible que perdiera fuerza la tesis del calentamiento climático debido a la actividad humana; a pesar de que, según la AS, algunos equipos de investigación consideran que el forzamiento radiativo es del orden de  $0.2 \text{ W/m}^2$ , o sea, casi 10 veces más débil que el que se le atribuye al forzamiento “ligado a las actividades humanas” (AS, 2010: 5). En todo caso, y según la declaración de la AS, “hay una muy débil variación de irradiancia (del orden de una milésima) asociada al ciclo de actividad” (AS, 2010: 5).

Por su parte, la Royal Society (RS) reconoce que:

el forzamiento natural debido a variaciones sustentadas en la energía emitida por el sol en los pasados 150 años está estimado como muy pequeño (alrededor de  $0,12 \text{ Wm}^{-2}$ ), sin embargo, la observación directa de la energía emitida por el sol sólo estuvo disponible en la década de 1970 y las estimaciones durante largos periodos de tiempo se basan en observaciones de los cambios en otras características del sol. Una serie de mecanismos se han propuesto que podría reducir o ampliar el efecto de las variaciones solares, los cuales siguen siendo áreas de investigación activa<sup>85</sup> (RS, 2010: 18).

En efecto, apenas en 1978 se inició la medición de la radiación solar total (RST) sin interferencia de la atmósfera mediante el satélite NIMBUS-7 (Mendoza, 2005: c.p.), y aún en nuestros días, no se ha estabilizado el conocimiento de su variación. Se entiende que existe un amplio consenso entre los físicos del sol sobre la variación de la RST, estimándose en  $0.1\text{—}0.2 \text{ W/m}^2$ , pero cálculos y mediciones recientes proponen que tal variación sería del orden de  $\pm 0.5 \text{ W/m}^2$  (Shapiro *et al.*, 2010). Si este último dato de Shapiro y sus colegas ganara consistencia empírica, sin duda afectaría las opiniones sobre la influencia del forzamiento radiativo en las variaciones climáticas de manera radical.<sup>86</sup>

<sup>85</sup>“El forzamiento natural debido a las variaciones sufridas en la energía emitida por el Sol en los últimos 150 años está estimado por ser pequeño (alrededor de  $0.12 \text{ Wm}^2$ ); sin embargo, observaciones directas de la energía emitida por el sol sólo estaban disponibles desde la década de 1970 y las estimaciones durante periodos más largos de tiempo se basan en observaciones de los cambios en otras características del sol. Una serie de mecanismos han sido propuestos que podrían reducir o amplificar el efecto de las variaciones solares, los cuales siguen siendo áreas de investigación activa” (RS, 2010: 10).

<sup>86</sup>Aunque, por otro lado, Schrijver y sus colegas sugieren que la actividad solar durante el mínimo de 2008 tiene niveles similares a los alcanzados el Mínimo de Maunder. En este año casi



En sentido inverso, aquellos, como Svensmark, que defienden los efectos de la actividad solar sobre el clima, no explican con suficiencia el efecto de la radiación cósmica galáctica, su modulación por el viento solar y su efecto en la formación de nubes, así como los vínculos entre la estratosfera y troposfera asociados a corrientes de tipo eléctrico (Svensmark, 1998; Nigel y Svensmark, 2000).

La AS reconoce que “todos los mecanismos de transmisión y de amplificación del forzamiento solar, y en particular de la actividad solar, no están aún bien comprendidos” (AS, 2010: 5). La medición de la radiación solar desde fines de 1970, mediante observaciones satelitales, ha avivado la polémica de la tendencia de la radiación solar total debido a la que existe entre los grupos ACRIM y PMOD, y sobre todo las mediciones y correcciones del denominado “ACRIM-gap” (tiempo entre el cesamiento del instrumento ACRIM-I, a mediados de 1989 y cuando las observaciones del ACRIM-II comenzaron a finales de 1991) (Lockwood y Fröhlich, 2008; Scafetta y Willson, 2009).

La AS también reconoce la ausencia de un análisis sobre el papel del vapor de agua, de los rayos UV y la distribución de ozono estratosférico en la variación climática (AS, 2010: 6-7).

Como hemos visto, no puede decirse que exista un conocimiento incontestado, estable y libre de controversia sobre la influencia de la radiación solar total en el cambio climático reportado en los últimos tiempos.

## El albedo

El albedo se refiere a la reemisión de la energía solar en el espacio debido al reflejo de los rayos solares ocasionados en ciertas superficies de la tierra.<sup>87</sup> Cuando la energía solar llega al planeta y penetra la atmósfera, una parte es reflejada por las nubes y la superficie terrestre, y reenviada al espacio; la otra cambia de longitud de onda a infrarroja y es absorbida por la atmósfera, el suelo y los océanos.

---

no hubo manchas solares, lo que hace suponer a Schrijver que la actividad no puede bajar aún más (Schrijver *et al.*, 2011).

<sup>87</sup>El albedo es definido por en el 4º Reporte del IPCC como: “Fracción de radiación solar reflejada por una superficie u objeto, frecuentemente expresada en términos porcentuales. El albedo de los suelos puede adoptar valores altos, como en las superficies cubiertas de nieve, o bajos, como en las superficies cubiertas de vegetación y los océanos” (IPCC, 2007a: 76).

El vínculo entre la actividad del ciclo solar y la nubosidad es un tema de gran debate. Según Svensmark, este vínculo se establecería entre la cantidad de rayos cósmicos galácticos que modulados por el campo magnético solar actuarían facilitando la formación de nubes (Svensmark *et al.*, 2007), situación que modificaría la evolución climática hacia la baja de temperatura. Independientemente a la credibilidad de esta teoría, en particular, la AS, considera como objeto de controversias e investigaciones que “ciertos mecanismos invocados conciernen el efecto de la radiación cósmica galáctica, fuertemente modulados por el viento solar que podría afectar la formación de nubes” (AS, 2010: 7), y reconoce que no es bien entendido el efecto de las corrientes eléctricas en la estratosfera y otros cambios en la física de la atmósfera (AS, 2010: 7-8). La nubosidad en los programas informáticos no está bien definida y las consecuencias de su integración aún son insospechadas.

Por otro lado, se entiende que si disminuye la criosfera lo hará el albedo, lo que significaría un incremento del calor atmosférico. Esto es justo lo que está ocurriendo con el fundimiento de numerosos glaciares del mundo y la disminución del casquete de hielo del Ártico; en cambio, en el Antártico se han venido rompiendo récords sostenidos de acumulación de hielo marino, aunque el deshielo en el Ártico no compensa la ganancia Antártica (NASA, 2012),<sup>88</sup> por lo que esta situación indicaría un decremento del albedo y una mayor retención de la radiación solar en la atmósfera.

Los cambios en la superficie foliar mundial y cambios en la cubierta del suelo están ocurriendo de manera mezclada entre desertificación “natural” y deforestación humana. La deforestación es una causa humana importantísima en la disminución de la superficie de flora mundial, así como en la reducción de la actividad fotosintética y, con ello, una disminución en la producción de O<sub>2</sub> y un incremento de la disponibilidad de CO<sub>2</sub>. Pero también la deforestación in-

<sup>88</sup>La información de la NASA indica que “dos semanas después de que un nuevo récord en el océano Ártico, por la menor cantidad de la cobertura de hielo marino en el registro satelital, el hielo que rodea la Antártida alcanzó su máximo anual de invierno, y estableció un récord para un nuevo nivel. El hielo marino se extendía sobre 19.44 millones kilómetros cuadrados (7.51 millones de millas cuadradas) en el 2012, de acuerdo con el Centro Nacional de Datos de Nieve y Hielo (NSIDC). El récord anterior de 19.39 millones kilómetros (7.49 millones de kilómetros cuadrados) ocurrió en 2006” (NASA, 2012).

crementa la retención de energía proveniente del sol. Por éstas y otras razones, la deforestación es un tema de política internacional desde 1960.

En el cuarto reporte del IPCC se reconoce la complicación del tema albedo-fotosíntesis:

El aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> también pueden “fertilizar” las plantas mediante la estimulación de la fotosíntesis, que los modelos sugieren haber contribuido a aumentar la cobertura vegetal y el área foliar en el siglo XX [Cramer *et al.*, 2001, en IPCC, 2007b: 186]. Se han observado aumentos en el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), un producto de detección remoto indicativo de área foliar, la biomasa y la fotosíntesis potencial [Zhou *et al.*, 2001, en IPCC, 2007b: 186), aunque otras causas, entre ellas el cambio climático en sí también son propensas a haber contribuido al incremento del NDVI. Incrementos de la cobertura vegetal y el área foliar harían disminuir el albedo de la superficie, lo cual podría actuar para oponerse al aumento en el albedo debido a la deforestación. El forzamiento radiativo debido a este proceso no ha sido evaluado y hay una muy baja comprensión científica de estos efectos (IPCC, 2007b: 186).

Cuando pasamos al tema de la flora marina —igual que con otros factores—, resulta aún baja la comprensión de la fijación de CO<sub>2</sub> debido a la flora marina:

El incremento de las temperaturas de la superficie y la estratificación podría conducir a la fijación fotosintética de CO<sub>2</sub>, pero las reducciones asociadas en la mezcla vertical y la circulación marina pueden disminuir el retorno de los nutrientes necesarios a la superficie del mar y alterar la exportación vertical de carbono hacia el océano más profundo. El signo de la retroalimentación acumulativa con el clima de todos estos procesos es todavía desconocido (IPCC, 2007b: 508).

En favor de aquellos argumentos cínicos sobre el papel positivo del CO<sub>2</sub> en el mundo, algunos autores señalan que este gas podría incrementar la captura de más CO<sub>2</sub> mediante la aceleración de la fotosíntesis:

Una intrigante posibilidad es que el aumento de los niveles de CO<sub>2</sub> podría estimular esta absorción por la aceleración de la fotosíntesis, con la respiración

del ecosistema a la zaga. La concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico aumenta alrededor de 1.5 ppm (0.4 por ciento) año<sup>-1</sup>, sugiere incremento de la estimulación de la fotosíntesis de aproximadamente 0.25 por ciento (por ejemplo, del año próximo la fotosíntesis debe ser 1.0025 veces respecto de este año) (IPCC, 2007b: 520).

Según el cuarto reporte del IPCC: “El albedo del Planeta Tierra varía principalmente en función de la nubosidad, de la nieve, del hielo, de la superficie foliar y de los cambios en la cubierta del suelo” (IPCC, 2007a: 76). El fenómeno albedo está bien caracterizado, pero el problema cognitivo reside en la dificultad de su cuantificación actual y, por lo tanto, en el pronóstico de su comportamiento futuro. El conocimiento del albedo como fenómeno cuantificable y agente del cambio climático está aún lejos de haberse estabilizado como un hecho científico.

#### El efecto invernadero

La explicación del efecto llamado invernadero indica que ocurre cuando la radiación infrarroja, emitida por la superficie terrestre, nubes y otros gases atmosféricos, es retenida en la atmósfera y la troposfera incrementando la temperatura; esta retención de calor se proyecta en general en la atmósfera, el suelo y los océanos.

La consideración convencional del efecto invernadero está llena de controversias sobre las modificaciones calóricas de la atmósfera. Así, la idea de equilibrio entre radiación infrarroja emitida en la troposfera al espacio y radiación solar correspondería a una temperatura media del planeta que sería de  $-19^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  (Garduño, 1994; Garduño, 2012: c.p.) y que un incremento en los gases de efecto invernadero incrementaría la opacidad infrarroja atmosférica dando lugar “a una radiación efectiva hacia el espacio desde una altitud mayor a una temperatura menor” (IPCC, 2007a: 80), originando un “efecto invernadero intensificado”.

La troposfera es una capa constituida de gases que recubre la tierra e impide el escape de los rayos infrarrojos que permiten que el calor se retenga en esta capa. Se estima que la temperatura media de la superficie terrestre haya ascendido de  $-18^{\circ}\text{C}$ , a  $+15^{\circ}\text{C}$  debido a la existencia del efecto invernadero

(AC11, 2010). En la troposfera, el tamaño del efecto invernadero natural involucra 60°C de temperatura, y es justo en ella donde ocurren los fenómenos climáticos y meteorológicos.

El argumento generalizado del efecto invernadero en favor de la ecuación, según la cual “el incremento de los denominados gases de efecto invernadero (GEI) atmosféricos a su vez representa un incremento en la temperatura”, aún no está bien especificado cuantitativamente. Aunque sí está bien establecida la relación entre el contenido de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y su temperatura en los modelos climáticos (Ádem, 1982).

Se ha llegado a admitir que, independientemente de la radiación recibida, como RST, y de los ciclos de actividad solar,<sup>89</sup> existe una relación directa entre el aumento en las concentraciones atmosféricas de GEI<sup>90</sup> (CO<sub>2</sub>,<sup>91</sup> CH<sub>4</sub>, protóxido de nitrógeno N<sub>2</sub>O) y el incremento del efecto invernadero. La AS considera que “el aumento del efecto invernadero inducido por esos tres gases es del orden de 2.3 W/m<sup>2</sup>” (AS, 2010: 4), aunque extrañamente la RS ubica el dato en 2.9 W/m<sup>2</sup> como efecto de toda la era industrial (RS, 2010: 8).

La RS indica que “el efecto neto de todas las actividades humanas ha causado un forzamiento positivo del orden de 1.6 W/m<sup>2</sup> con una incertidumbre de  $\pm 0.8$  W/m<sup>2</sup>”. Mendoza acredita el valor de Hofmann en 1.6 W/m<sup>2</sup> (Hofmann *et al.*, 2006; Mendoza, 2005: c.p.). Por su parte, la AS considera que el efecto invernadero ligado a las actividades humanas es 10 veces mayor, o sea 2.0 W/m<sup>2</sup> que el forzamiento radiativo ubicado en 0,2 W/m<sup>2</sup> (AS, 2010: 8), como hemos indicado antes.

Como se aprecia, estas afirmaciones son algo más complicadas en los hechos, de acuerdo con los señalamientos de algunos científicos. En primer lugar, la influencia del hombre en la atmósfera produciendo CO<sub>2</sub> desde la revolución

<sup>89</sup>Hay que hacer notar la existencia de ciertas iniciativas geingenieriles que alientan la modificación de la radiación solar recibida mediante artefactos que impedirían la llegada de rayos a la tierra, como parasoles o la siembra de hierro en el océano para incrementar la fotosíntesis y captura de CO<sub>2</sub> (Blain, 2010).

<sup>90</sup>De acuerdo con el IPCC, más del 50 por ciento del CO<sub>2</sub> emitido en la atmósfera es removido por ésta en un plazo de un siglo, “alguna fracción (aproximadamente 20 por ciento) de las emisiones de CO<sub>2</sub> permanece en la atmósfera por varios milenios” (IPCC, 2007b: 125).

<sup>91</sup>De conformidad con la AS: “El efecto directo de un cambio de concentración de CO<sub>2</sub> sobre la atmósfera es bien comprendido. Se traduce por un aumento de la radiación infrarroja emitida por el sol, evaluado a  $3,7 \pm 0,1$  W/m<sup>2</sup>; para una duplicación del CO<sub>2</sub> atmosférico, correspondiente a un calentamiento medio en la superficie evaluado a  $1,1 \pm 0,2$ °C.” (AS, 2010: 8).

industrial es un hecho indiscutible, la contaminación atmosférica derivada de la acción industrial (incluida la agricultura y ganadería intensiva) no sólo puede observarse en la producción de CO<sub>2</sub> y otros GEI, sino también en otras innumerables substancias que afectan muchísimos procesos planetarios.

En el plano de las mediciones precisas de los GEI, puede identificarse que las mediciones de la concentración de CO<sub>2</sub> en el mundo se iniciaron en Mauna Loa (Hawái) en 1957, y con otros métodos como el análisis de sedimentos marinos, la composición química de burbujas de aire en el hielo de secciones obtenidas de Groenlandia y la Antártica (Godard, 2001). Godard acredita que

después de inicios del siglo XIX, el contenido de gas de efecto invernadero en la atmósfera no ha cesado de aumentar a un ritmo anual que, en despecho de algunas fluctuaciones, ha sido estimado en 0.5 o 0.6 por ciento para el CO<sub>2</sub>, y cerca de 0.9 por ciento o aún 1 por ciento para el CH<sub>4</sub>, luego de la última década. Se evalúa en +30 por ciento el incremento del CO<sub>2</sub> después de 1750, a 145 por ciento la de CH<sub>4</sub> y a +15 por ciento la del N<sub>2</sub>O (Godard, 2001).

Según Oldfield, en los últimos 400 mil años la concentración de CO<sub>2</sub> nunca había alcanzado los 365 p.p.m. de volumen (Oldfield, 1999, en Godard, 2001).

El debate en torno a la covariación entre incremento de concentración de CO<sub>2</sub> y el aumento de temperatura se complica cuando se introducen varias historicidades. Primero, a una escala de 50 años, las covariaciones no son tan exactas como se ha querido presentar (Godard, 2001); segunda, el calentamiento climático de las últimas décadas no varía de manera uniforme como sí lo hace la concentración de CO<sub>2</sub>, lo que indicaría que la influencia de los gases de efecto invernadero no son tan directas ni sencillas como se han imaginado (Kandel, 1998, en Godard, 2001); tercera, resta por avanzar en el conocimiento crucial de las relaciones entre concentración de CO<sub>2</sub> y la temperatura y, sobre todo, explorar si el CO<sub>2</sub> no es un indicio de calentamiento climático o de otras fluctuaciones naturales no bien conocidas (Godard, 2001). Esta delicada afirmación la ha expresado Godard en los siguientes términos:

sería bueno interrogarse sobre la significación de esta alza de la cantidad de CO<sub>2</sub> que acompaña el aumento de temperatura. Hay que tomar en cuenta el papel de las retroacciones y podemos preguntarnos en el límite si el dióxido de carbono no

es también —sobre todo, dirán algunos— un buen marcador, revelador del calentamiento global donde las fluctuaciones tienen su lugar (Godard, 2001: 84).

Tampoco está muy claro el conocimiento del porcentaje de CO<sub>2</sub> producido y lanzado a la atmósfera ni la alícuota que se mantiene en la propia atmósfera respecto a la que se deposita en el océano en diversas formas, incluyendo la formación de exoesqueletos carbonatados.

El primer lugar de los gases efecto invernadero le corresponde al vapor de agua, y sobre él parece no existir un relevamiento de los científicos acerca de su papel en el fenómeno bajo estudio. Parecería, de acuerdo con Godard, que el calentamiento del vapor de agua incrementa la capacidad higrométrica del aire y amplifica el calentamiento atmosférico (Godard, 2001). Si se toma en cuenta el “forzamiento radiativo”, cabe preguntarse si el círculo de retroacción detonada por las actividades humanas es susceptible de amplificar la respuesta por el efecto adicional. “Hay —escribe Godard— una clásica retroacción positiva que se aplica a un sistema climático tributario más allá de fluctuaciones radiativas que aportan las variaciones de los parámetros orbitales del planeta (forzamiento radiativo)” (Godard, 2001: 84-85).

El vapor de agua en su fenómeno de nubosidad afecta el balance radiativo atmosférico que no debería ser despreciable, y no parece estar en los modelos de simulación climática existentes.

[L]a influencia de la nubosidad está mal comprendida y la incertidumbre reina aún sobre la amplitud del círculo de retroacción imputable a las nubes (Le Treut, en Petit, 1999; Le Treut, 2000 en Godard, 2001). [E]l fenómeno más conocido es cuando las nubes bajas y continuas incrementan el albedo y tienden a disminuir el efecto invernadero, en tanto que las nubes de gran altura actuarían en sentido inverso (Godard, 2001: 85).

El gran debate parece ubicarse en torno a la cuestión del papel de la intensificación del efecto invernadero por la acción humana y de los cambios del efecto invernadero que han debido existir sin ella. El indicador que permite la métrica de los debates se encuentra en la medición del calor representado por la temperatura, de este modo las argumentaciones sustentan en la variable dependiente la temperatura y en la independiente una infinidad de variables de

todo tipo. Así, las principales controversias han girado en torno al contenido de los cambios gaseosos de la troposfera y el mar, el “forzamiento radiativo”, la circulación atmosférica y marina, la actividad biológica sobre la superficie terrestre y marina, principalmente.

De acuerdo con Vuille y Bradley (2000), la red meteorológica que permite tener datos fiables de algunas regiones del hemisferio norte datan de siglo y medio. En México los climatólogos emplean series de los años 1950 del siglo XX organizadas por el Servicio Meteorológico Nacional (Terán *et al.*, 2010). De manera que la confiabilidad de los datos está asociada a la construcción simultánea de redes de estaciones meteorológicas y de industrialización. Los paleoclimatólogos han estandarizado una idea de la presencia de temperaturas medias que permiten hablar de un periodo de bajas temperaturas entre los años 1000 y 1900 con un episodio denominado “pequeña edad glaciaria” entre 1450 y 1850. Igualmente se estima que entre 1902 y 1980 la temperatura media se incrementó entre +0.3 y 0.6°C (Jouzel *et al.*, 1989).

En todo caso, todo parece indicar que los años recientes son los más calientes desde hace mil años; se estima que la década de los noventa ha sido, en el hemisferio norte, la más caliente del milenio que concluyó (Hulme, 1999). Según el reporte del IPCC (Houghton, 1996), el siglo XX habría tenido el “privilegio” de tener una temperatura media más elevada que no importa cuál otro periodo, desde 1400 y tres de ocho años, haya sido más cálido, pues desde esta fecha se ubicaría en la última década. No puede dejar de señalar igualmente que todos los récords mensuales de calor reportados en el intervalo 1880-1998 se sitúen en los 16 meses, de mayo de 1997 y 1998; este hecho sugiere para los investigadores norteamericanos de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) una aceleración del calentamiento climático (Jouzel *et al.*, 1989: 82).

Para las temperaturas marinas, señala Godard que en el pasado que se remonta a los últimos dos milenios, tomados a partir de sedimentos marinos de Noruega, las temperaturas sobre el mar han oscilado de 1 a 2 grados (Godard, 2001: 82).

En los últimos tiempos se ha venido generalizando la aceptación de que el incremento de la temperatura sobre la superficie terrestre es de entre 0.8°C, con una incertidumbre de  $\pm 0.2^\circ\text{C}$ , entre 1870 y 2010 según la AS (AS, 2010: 2: 7) o entre 1980 y 2010, según RS (RS, 2010). La construcción de este dato ha sido significativo para los seguidores del calentamiento climático, quienes



asocian causalmente las revoluciones industriales y la producción de GEI con el incremento de la temperatura atmosférica. Sí, en efecto, los datos de este periodo apuntan al calentamiento climático y numerosos seguidores no reparan en señalar como causa a la acción industrial del hombre; aunque es muy complicado aceptar la inmediatez del efecto invernadero causado por la liberación contaminante de CO<sub>2</sub> a la atmósfera: sobre todo la ocurrida a fines del siglo XIX.

Algunos científicos que opinan que la evolución climática gira hacia el enfriamiento, recurren a escalas de tiempo mayores, argumentando que el hombre no tiene la capacidad de alterar el clima respecto a la magnitud apabullante de las fuerzas naturales representadas por la acción de elementos como la radiación solar o desacreditando la fuerza causal de la clasificación estándar de los gases de efecto invernadero, que no involucran aspectos como las nubes en el cambio del clima y el calentamiento atmosférico.

En nuestro caso, no se trata de colocarse en el justo medio entre científicos procalentamiento o proenfriamiento climático. En lugar de utilizar la causa antropogénica como elemento retórico para seguir convirtiendo acríticamente un tema en dominante, nosotros imaginamos otras epistemologías que coadyuvan a la ubicación causal y a su respuesta en las relaciones que mantiene el hombre con el clima. Abordemos la epistemología del efecto invernadero.

El término efecto invernadero tiene una dimensión epistemológica generalmente no abordada. El punto es que la expresión efecto invernadero es en sí misma una metáfora antropogénica. Con ella se describe la fabricación de un ambiente aéreo cálido mediante la construcción de un hogar traslucido y medianamente cerrado, formado por paredes y techo de cristales de vidrio, en el que jugando con el paso de ondas luminosas de onda corta a través de los cristales, se transforman en ondas de calor de longitud larga y su aprisionamiento en el hogar de cristal se crean ambientes cálidos mediante el artificio de colocar cristales que permiten fabricar un incremento de la temperatura en esos espacios cerrados.

Estos hogares tuvieron varias denominaciones, tales como *Green house* u *orangeries*, mismos que permitieron a las realezas coloniales desde los siglos XVI crear artefactos para obtener “ambientes artificiales” y desarrollar plantas (y animales) tropicales en los climas templados donde vivían esas realezas, en los que jamás hubiese sido posible desarrollarlas sin la recreación de ambientes cálidos. Estos artefactos se construyeron junto a los campos de “aclimatación

de plantas”, en los que los científicos de las coronas reales ensayaron la implantación de vegetales de ambientes de todos los acimuts del mundo.

En realidad, las *orangeries* francesas y las *greenhouse* inglesas, en tanto que artefactos técnicos, se diseñaron partiendo de la instrumentalización de la capacidad de retención energética de la atmósfera que podríamos denominar fenómeno atmósfera; es decir, eso que llamamos efecto invernadero fue, en tiempos de la fabricación de los primeros invernaderos, un efecto atmósfera, pues los diseñadores se inspiraron en los conocimientos atmosféricos de la época para la construcción de ambientes artificiales.<sup>92</sup> El tema no es superficial, pues ahora estamos en la disyuntiva de emplear el término “efecto atmósfera” aludiendo a un principio naturalístico, o bien al uso de “efecto invernadero” refiriéndonos a un principio antrópico.

Obviamente, nadie más que nosotros ha utilizado el término efecto atmósfera, apenas lo hemos hecho aquí para mostrar que aunque nadie esté interesado en emplearlo en los trabajos sobre el cambio climático, ya que requeriría realizar una transferencia metafórica no antropogénica hacia el estudio del fenómeno del calentamiento microclimático, construido por los humanos en los invernaderos (este sí, visible en todas su estructura, como son los postes metálicos y los cristales de las ventanas, etcétera). Este ejercicio retórico muestra que el uso contemporáneo del término efecto invernadero no requiere necesariamente ser empleado, si se explica el “fenómeno atmósfera”. El interés epistémico de este ejercicio consiste en mostrar que ambos términos significan dos opciones distintas de epistemología política de la naturaleza y con ello dos vías para analizar la interacción del hombre con el clima y de su intervención en él. En este sentido, hay que entender que la utilidad significativa de efecto invernadero corresponde con la toma de ventaja epistemológica en favor de aquellos que defienden la posición del efecto antropogénico en los debates sobre el cambio climático.

### *b) La evolución climática y sus indicadores*

La argumentación de la situación presente del cambio climático pasa por tres temas clásicos delicados en la epistemología de las ciencias. El tema del esclarecimiento del pasado de los fenómenos, de su predictibilidad y previsibilidad,

<sup>92</sup>Hoy se sabe que la atmósfera funciona como un cuerpo opaco a la radiación infrarroja, ocasionando la absorción de energía y su expresión en el incremento de la temperatura del clima.

y el de la vinculación de hechos pasados con las proyecciones futuras de los acontecimientos.

De conformidad con la AS, “después de la segunda mitad del siglo XIX, varios indicadores independientes muestran un calentamiento climático, pospequeña edad glaciaria, modulada en el tiempo, con un aumento entre los años 1975 y 2003” (AS, 2010: 4). La explicación sostenida en el texto de la Convención Marco sobre el Cambio Climático indica que estamos frente a un fenómeno en el que la escala de actividad humana se ha constituido en fuerza coadyuvante de la modificación “natural” del clima (ONU, 1992).

### El estudio del clima pasado

El estudio del clima en el pasado es un tema que sirve para que los científicos puedan mostrar la evolución de algunos de los elementos del mecanismo climático y para ubicar o no la influencia humana en el clima. De conformidad con la AS, estos estudios se han expresado en la investigación sobre la temperatura en la superficie de la tierra y de los océanos, los cambios en el área de la superficie de los hielos oceánicos en los árticos, los cambios en el contenido del hielo de los glaciares continentales, las modificaciones en el contenido de GEI en las muestras de hielo de los polos, los cambios en el nivel medio de los océanos y el análisis de algunos indicadores biológicos del cambio climático.

Indagando el pasado del clima, los indicadores empleados en mayor medida son los geológicos (cronología geológica, paleotemperaturas, sedimentos, carbonos, fósiles y polen). La observación de burbujas de aire capturadas en los cilindros de hielo extraídos de Groenlandia —de los que se pueden reportar datos desde hace 123 mil años y de la Antártica con 800 mil años— indican, según la AS, que “la actual evolución climática se ubica en relación al calentamiento climático posterior a la última glaciación” (AS, 2010: 6-7),<sup>93</sup> acortando el tiempo de observación a unos 12 mil años atrás.

<sup>93</sup>Según los redactores del reporte de la AS: “Las observaciones en los cilindros de hielo extraído de las perforaciones polares dan indicaciones sobre la temperatura, del contenido de CO<sub>2</sub> y otros gases efecto invernadero (principalmente CH<sub>4</sub>) que se pueden combinar con los análisis geológicos de sedimentos marinos sobre la extensión de los casquetes glaciares en el curso de los ciclos de glaciación/desglaciación del Cuaternario. Estas observaciones pueden ayudar a la modelización de los mecanismos del clima y a la definición de test que pueden ser utilizados para la validación de los modelos climáticos. Los cambios asociados a las glaciaciones muestran que efectos complejos

Vale la pena señalar que una fecha convencional de corte temporal importante en los estudios de la historia climática se ha establecido en 1870. Este año se ha establecido como un referente para el inicio de importantes emisiones de GEI y particularmente de CO<sub>2</sub> a la atmósfera emitidos por la industria. Respecto al aumento de calor en la superficie de la tierra, la AS acredita que después de 1870 la temperatura ha ascendido entre 0.8 y 1.0°C, presentando diferencias entre los hemisferios y los continentes. Esta cuestión es importante pues en la divulgación de datos sobre el cambio climático existe una prevalencia de información del hemisferio norte que trastoca la percepción de que el cambio climático afecta por igual a los hemisferios y continentes.

Según la misma AS ha habido incrementos mayores de temperatura entre 1910 y 1940 y entre 1975 a 2000 (AS, 2010); cabe hacer notar que para México el Servicio Meteorológico Nacional estima disponer de datos fiables después de 1950<sup>94</sup> (Terán *et al.*, 2010). Aunado a lo anterior, se estima que existen variaciones climáticas “naturales” debido a las erupciones volcánicas y fenómenos como El Niño y la Oscilación Nord Atlántica (AS, 2010). Esto significa que la disponibilidad de los datos que permiten acreditar los cambios en la temperatura tiene una consolidación distinta, dificultando su compatibilización y con ello las consecuencias sobre la amplitud geográfica a la que se refieren las aseveraciones climáticas.

La AS acredita que la temperatura de los océanos —medida después de los años 1950 por barcos mercantes o navíos oceanográficos, y más recientemente por el sistema de boyas del programa Arago— muestra un incremento global desde hace algunas décadas. Pero también reconoce que el calentamiento climático no es uniforme; por el contrario, es variable regionalmente y con importantes oscilaciones anuales y decenales (AS, 2010).

La misma AS considera que la banquisa es un indicador de la aceleración de la evolución climática. Entre 1950 y 1975 se estima que la superficie de la

---

como: un calentamiento del Antártico precede 800 años a un incremento del CO<sub>2</sub>; éste está seguido 4 mil años más tarde de una reducción de los casquetes en el hemisferio norte, susceptible de reducir el albedo y de provocar así una amplificación del calentamiento. Estas transiciones complejas constituyen situaciones observadas que permiten testificar los modelos. Los análisis del hielo de los casquetes polares muestran que las concentraciones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, verdaderamente no han sido jamás tan elevadas desde hace 800 mil años” (AS, 2010: 6).

<sup>94</sup>El Clicom Data del Servicio Meteorológico Nacional contempla datos confiables desde 1950 (Vázquez Aguirre, 2006 y Terán *et al.*, 2010).

banquisa era estable en 8.5 millones de kilómetros cuadrados pero que en 2010 la superficie descendió a 5.5 millones de kilómetros cuadrados (AS, 2010). En un estudio reciente, empleando datos de alta sensibilidad proporcionados por los satélites *Grace* (Gravity Recovery and Climate Experiment), se muestra que en los glaciares del Himalaya y otras regiones montañosas de Asia, que cubren 30 por ciento de los glaciares del mundo, el deshielo habría sido de cuatro millas de toneladas por año entre 2003 y 2010, o sea menos que las estimaciones que establecían 50 millas de toneladas anuales en estudios precedentes<sup>95</sup> (Jacob *et al.*, 2012; retomado también por Garric, 2012).<sup>96</sup>

La AS retoma las observaciones de la disminución de glaciares continentales en las últimas tres a cuatro décadas y un incremento en el curso de los últimos 20 años. Aunque no se han estudiado ciertos fenómenos glaciares relativos a los hemisferios.

<sup>95</sup>En el artículo se puede leer: “Los glaciares y los casquetes de hielo (GIC) son importantes contribuyentes a la actual subida media mundial del nivel del mar. La mayoría de las anteriores estimaciones globales del balance de masa para los CIV se basa en la extrapolación del balance de masa dispersa measurements1, 2, 4representing sólo una pequeña fracción de la zona de GIC, dejando a su contribución global al aumento del nivel del mar. Claro, aquí nos muestran que los CIV, con exclusión de Groenlandia y la Antártida GIC periféricos, pérdida de masa a una velocidad de  $148 \pm 30$  Gt año<sup>-1</sup> entre enero de 2003 diciembre de 2010, aportando  $0,41 \pm 0,08$  mm año<sup>-1</sup> a la subida del nivel del mar. Nuestros resultados se basan en una inversión global, simultánea de derivados mensuales GRACIA-campos de gravedad de satélite, de la que calcular la variación de la masa de todas las regiones cubiertas de hielo más grandes en el área de 100 km<sup>2</sup>. La tasa de GIC para 2003-2010 es de aproximadamente 30 por ciento menor que la estimación del balance de masa anterior que más se acerque a nuestro estudio periodo2. Las altas montañas de Asia, en particular, muestran una pérdida de masa de tan sólo  $4 \pm 20$  Gt año<sup>-1</sup> para 2003-2010, en comparación con 47 a 55 Gt año-en las estimaciones publicadas con anterioridad. Para completar, también se estima que el de Groenlandia y la Antártida, incluyendo sus periféricos, los CIV han contribuido  $1,06 \pm 0,19$  mm año<sup>-1</sup> a la subida del nivel del mar durante el mismo periodo. La contribución total a la subida del nivel del mar de todas las regiones cubiertas de hielo es, pues,  $1,48 \pm 0,26$  mm -1, lo que concuerda con las estimaciones independientes de la subida del nivel del mar procedente de la pérdida de tierras de hielo y otras fuentes terrestres” (Jacob *et al.*, 2012).

<sup>96</sup>Existen en la tierra unos 160 mil glaciares y cubiertas heladas, y hasta ahora se tienen datos directos de su balance de hielo (la suma anual de fusión y formación) de menos de 120. De sólo 37 de ellos hay registros de más de 30 años. Las estimaciones globales se venían haciendo extrapolando los datos de esas mediciones directas al resto, con un alto grado de incertidumbre porque influyen muchos factores en la dinámica de cada glaciar, desde su tamaño hasta la topografía local, la altitud o el microclima, explica el experto Jonathan Bamber (Universidad de Bristol, Reino Unido), en la revista *Nature*, donde se presenta el nuevo estudio global de hielos. Añade que los glaciares son un icono, un símbolo, del cambio climático y que se ha venido asumiendo su retroceso notable en el planeta en las últimas décadas, siempre basándose en esos datos parciales. De ahí la importancia de la investigación de Wahr (Universidad de Colorado en Boulder, Estados Unidos) y sus colegas, liderados por Jacob, que ofrece datos globales (Jacob *et al.*, 2012).

En un trabajo realizado por Rivera y sus colaboradores (2000), se estimó que para casi 100 glaciares chilenos (5.6 por ciento del total de glaciares inventariados) 6 por ciento ha presentado avances netos (en particular el Pio XI con un promedio de 206 metros a-1 entre 1945 y 1997). Un 7 por ciento no ha experimentado cambio y un 87 por ciento muestra una disminución (desde pocos metros hasta -278 metros a -1 en el glaciar Amelia) (Rivera *et al.*, 2000).

La AS estima que existe una tasa negativa en la masa de los glaciares de los círculos polares. Sin embargo, visto en el plano hemisférico, la propia AS reconoce un espesamiento en el Antártico, aunque en términos globales “la pérdida de masa domina” (AS, 2010: 3). Una explicación plausible es que, “el calentamiento de las aguas oceánicas en las regiones polares es la causa mayor de las inestabilidades dinámicas observadas” (AS, 2010: 3).

Como podemos inferir de la información proporcionada, se puede acordar el dominio de la pérdida de masa en glaciares y hielo marino en términos globales, sin embargo, la manifestación específica en cada lugar del globo es distinta y no deja de haber divergencias causales específicas.

Partiendo de indicadores geológicos (geocronología, paleotemperaturas, sedimentos, carbono y fósiles), del análisis químico de burbujas de aire atmosférico atrapado en muestras cilíndricas cubriendo, como se dijo 800 mil años en la Antártica y 123 mil en Groenlandia; de la observación de isótopos trazadores de la temperatura y el análisis de la geoquímica isotópica sobre sedimentos y microfauna marina, permiten considerar a los científicos redactores del reporte de la AS de 2010, que:

hace unos 700 millones de años, la tierra estaba cubierta de hielo, la existencia de un enfriamiento general pero no lineal después de 60 millones de años, con la aparición del casquete glaciar antártico hace 35 millones de años y las del hemisferio norte hace 4 millones de años. Finalmente, la actual evolución climática se ubica en relación con un calentamiento climático natural posterior a la última glaciación (AS, 2010: 6).

Dicho en otras palabras, parecería que las evidencias paleoclimáticas apuntan a la afirmación del hecho que desde la última glaciación el planeta vive un fenómeno de “calentamiento natural posterior a la última glaciación”. Sí, hemos leído bien, la AS da crédito a una evolución actual posglaciación consistente

en un calentamiento natural. Al menos la AS acredita esta importantísima idea que cruza todo el debate sobre el cambio climático, aunada a las referencias sobre los cambios diferenciales específicos en la superficie del globo.

Hasta antes de 1992, los mareógrafos proporcionaban las mediciones del nivel de los océanos, ahora de acuerdo con la AS, el nivel medio de los océanos aumentó a un ritmo anual de 0.7 milímetros entre 1870 y 1930. Después de 1930 se estima se incrementa a una tasa de 1.7 milímetros por año (AS, 2010). Después de 1992, el nivel del mar se calcula por mediciones satelitales, estimándose que la elevación ocurre a una tasa de 3.4 milímetros por año, y las causas que se esgrimen para explicar este aumento son en un tercio debido a la dilatación de las aguas oceánicas por efecto del calor, un tercio a la fundición de los hielos continentales y otro tercio a la fundición de los glaciares continentales (AS, 2010).

El papel inercial de la temperatura del océano se refleja en una respuesta mucho más lenta a los cambios que ocurren en la atmósfera retardando —según la AS— el papel regulador oceánico en siglos o milenios hacia su equilibrio, luego de perturbaciones climáticas mayores (AS, 2010: 8).

Tomando en cuenta este principio inercial, podemos preguntarnos sobre la legitimidad estrictamente climática de mantener la fecha emblemática de 1870 como el punto de inflexión del cambio climático, en su versión de calentamiento climático acelerado. Como en el caso del fenómeno invernal *versus* fenómeno climático que analizamos antes parecería que 1870 marca una razón en la historia social como el inicio de la liberación masiva de CO<sub>2</sub> de origen industrial, reafirmando así la historicidad social de la causa antrópica en el cambio climático. Si pudiese tenerse en cuenta la inercia no humana de los fenómenos climático-marinos, entonces 1870, como fecha emblemática de la inflexión en la aceleración del cambio climático, sería inadecuada y por tanto se tendría que buscar otra marca emblemática, pero ésta perdería su cuño antrópico pues quedaría fuera del periodo propiamente industrial, con la consecuente pérdida de la fuerza retórica de la argumentación del calentamiento climático de origen antrópico.

De igual manera queda por aclarar el papel de las relaciones oceanomárítimas de grandes circulaciones como la de ENSO (El Niño), que evacúa periódicamente el calor acumulado en el océano pacífico intertropical (Doumenge, 1999) y la

Oscilación Nord Atlántica (NAO) de una periodicidad cuasi decenal. La NAO favorece las circulaciones de tipo meridiano y las oposiciones de fase entre las fachadas oriental americana y europea. Respecto a estos fenómenos, Godard se pregunta, “¿Falta ver en esta oscilación [se refiere a la NAO] una simple fluctuación en el clima naturalmente variable o un desprender de la influencia indirecta ejercida por un efecto adicional de origen antrópico? La respuesta es ciertamente prematura” (Godard, 2001: 88).

La AS menciona también el estatuto de los indicadores biológicos del cambio climático, tales como los desplazamientos de poblaciones animales y cambios en las fechas de actividades agrícolas, reconociendo la dificultad de cuantificar estos elementos, pero asegurando que existen consecuencias en los numerosos dominios de actividades profesionales en las que estos desplazamientos son tomados en cuenta (AS, 2010). En el pasado, los reportes fenológicos (los estados de las fases biológicas de las especies) proporcionaron importantes datos sobre las variaciones climáticas. Por ejemplo, Robert Marsham y descendientes registraron sus observaciones entre 1736 y 1876 “constatando que nuestros viejos inviernos se han ido y que las primaveras son más tardías” (Southwell, 1877: 63). Los Marsham analizaron las fechas de las etapas fenológicas y sobre todo la época de floración de plantas silvestres en un lugar de Inglaterra, encontrando en 140 años un avance de nueve días para la entrada de la primavera (Southwell, 1877).<sup>97</sup>

La paleoclimatología ha avanzado mucho en la precisión de sus instrumentos de medición, por ejemplo hoy puede datarse con mucha exactitud la edad de material biológico de los últimos 15 mil años, mediante la técnica de carbono 14 (<sup>14</sup>C). Situación que ha permitido dar cuenta de una gran variabilidad climática en el tiempo y en las diferentes regiones (Nelson *et al.*, 2011) donde se han analizado sus muestras, como lo han revelado los últimos estudios paleoclimáticos.

En este mapa de los estudios del pasado climático, es posible encontrar regiones y *corpus* cognoscitivos de imprecisiones y señas de polémicas que —ubicadas en la evolución climática posglacial actual— hacen difícil llegar a un consenso sobre las posibilidades de trazar una línea de previsibilidad que indique el futuro climático con y sin GEI contaminantes.

<sup>97</sup>Por ejemplo, los Marsham reportan que la anemona de bosque estuvo floreciendo el 9 de marzo de 1775 y luego el 30 de abril de 1837 (Southwell, 1877: 63).



## El estudio de las proyecciones climáticas

El otro gran problema de los estudios sobre el cambio climático viene de los métodos analíticos empleados en la elaboración de escenarios futuros. Como en todas las disciplinas que recurren a previsiones (sobre todo la economía, la demografía y la meteorología), sus pronósticos son erráticos y sólo aproximativos.

Con respecto a los estudios climáticos, hoy en día los especialistas han alcanzado avances importantes en los métodos estadísticos y en la obtención y el tratamiento de grandes bases de datos para obtener simulaciones. En la actualidad existe una carrera por el predominio de los aproximadamente 15 modelos climáticos disponibles, estimando que aquellos que acoplan información océano/atmósfera resultan de más alto desempeño (Kandel, 1998).

Según André y Roger, parece que se requiere de entre 10 y 40 años para alcanzar el equilibrio en el sistema climático, respecto al doble de concentración de CO<sub>2</sub> (Godard, 2001). Aunque la cuestión planteada por Kandel es si es válida la noción de equilibrio cuando los fenómenos climáticos y oceánicos (por el momento se ignora la inercia térmica de los océanos) están ocurriendo en diferentes escalas temporales (Kandel, 1998). La respuesta de Kandel es negativa, puesto que cada proceso tiene su propio esquema de funcionamiento y, por lo tanto, su propio tiempo de equilibrio.

La categoría espacial y su aplicación en el estudio de los climas, así como sus previsiones generan múltiples incertidumbres. Se sabe que el cambio climático no se expresa de igual forma en la escala planetaria, pero en la escala regional las previsiones no permiten llegar a consensos y los modelos de simulación no brindan resultados fiables en superficies inferiores a 10 o 20 mil kilómetros cuadrados. De conformidad con Godard, en los modelos globales:

aun contando los grandes conjuntos regionales, los contrastes en la evolución reciente de temperaturas pueden ser considerables. Entre los ejemplos mejor documentados, figuran los que se refieren sobre la capa de hielo septentrional del hemisferio norte. Mientras que las notas de temperatura medias sobre los periodos 1931-1960 y 1961-1999 hacen aparecer un calentamiento climático neto (sobre la franja norte de Europa hasta los confines nord-siberianos), la tendencia es al enfriamiento para el este del archipiélago nord-canadiense y el sur de Groenlandia (Godard, 2001: 87).

Según retoma Godard de Leroux (1996), “estos resultados de apariencia sorprendente se aclaran si los grandes intercambios meridionales de dirección opuesta a la circulación atmosférica son tomados en cuenta y se acompañan de un desfase en las temperaturas de una parte y la otra del Atlántico norte” (Leroux, 1996, en Godard, 2001: 87). A los amplios movimientos de aire templado hacia el norte de la fachada del oeste europeo, se oponen periódicamente las poderosas masas descendentes de aire polar o ártico del lado americano, fenómeno al que podría llamarse el “anticiclón móvil polar” propuesto por Leroux en 1996 (Godard, 2001). En todo caso, parecería que la clave de la explicación reside en la descripción de los intercambios océano/atmósfera y en los largos y lentos circuitos de aguas oceánicas (profundas y superficiales) de los cuales queda por explicar su papel en los cambios climáticos (Godard, 2001).

En el tema de la prospectiva existe la paradoja entre su inestabilidad cognoscitiva y su uso político para el diseño de acciones humanas. El estatuto de la prospectiva siempre ha sido un tema conflictivo, pues la predictibilidad de los fenómenos, tan querida y buscada por los eruditos de todos los tiempos y los científicos de la actualidad, no termina de llegar. La predictibilidad es un conjunto entramado de datos y modelos que está en proceso de construcción, ya que en general la predicción pone en juego la definición de la realidad, en el caso que nos ocupa, de la realidad atmosférica.

De conformidad con la AS hay dos tipos de modelación climática que describen dos formas distintas de procesos. Aquellos que se refieren a,

[los] procesos fisicoquímicos que pueden ser traducidos en ecuaciones como la circulación tridimensional de la atmósfera y su evolución, el forzamiento radiativo, la hidrodinámica de los modelos de circulación oceánica y los otros, muy complejos, que no pueden ser descritos más que por relaciones fenomenológicas fundadas en observaciones (AS, 2010: 9).

En el primer grupo existe un problema fuerte de resolución espacial y temporal, así como de la capacidad en el *hardware* y *software* para la modelación. El segundo grupo requiere una parte de modelación empírica.

En el segundo grupo, las retroacciones a un forzamiento que emergen de los modelos no son bien conocidas. En particular, ocurre con los efectos de la retroacción radiativa del vapor de agua. El efecto de las nubes tiene escasa

resolución en los modelos climáticos, así como ocurre con las variaciones de decenales de la NAO y ENSO (El Niño), la fundición de hielos, e incluso los efectos de la vegetación y de la vida marina (AS, 2010: 10).

El modelaje termodinámico del clima existe desde 1962 con el trabajo de otros investigadores y Ádem en el que, aplicando el primer principio de conservación de la energía a la radiación solar entrante en la atmósfera, presenta un modelo simplificado de la atmósfera que contiene el acoplamiento entre los procesos dinámicos y termodinámicos (Ádem, 1962). Este modelo fue posteriormente “adaptado por el Centro Nacional de Meteorología de Estados Unidos para hacer predicciones de las anomalías mensuales de temperatura y precipitación, a una escala hemisférica” (Ádem, 1982), y desde entonces se ha enriquecido con nuevos datos y funciones.

En las controversias climáticas, como en otras esferas del conocimiento, los autores confrontan modelos y datos. Existen debates entre los llamados modeladores y experimentadores. La fortaleza de los primeros consiste en que sus modelos son representaciones construidas en todas sus partes, como las propias categorías científicas; en cambio, la fortaleza para los segundos proviene del hecho de operar con datos tomados de observaciones directas y de atribuir a los datos una representación directa de la naturaleza, misma que no es construida socialmente o, en todo caso, el hombre es sólo el vehículo de estas representaciones naturales.

La debilidad de ambos se deduce de las fortalezas de los contrarios. Para los primeros la coherencia teórica es el aspecto más importante a conservar en despecho de los datos propiamente dichos;<sup>98</sup> para los segundos la teoría sin datos no es más que modelación aislada de cierto realismo (Sundberg, 2006).<sup>99</sup> Sin embargo, para nosotros, unos y otros deben ser tratados como construcciones simbólicas que merecen la pena indagarlos en su construcción, distribución, recepción y usos sociales.

<sup>98</sup>Shackley y Wynne dicen que: “de hecho, los modeladores tienden a destacar los problemas y errores en los datos, en lugar de problemas potenciales en el modelado” (Shackley y Wynne, 1996: 284).

<sup>99</sup>Aunque paradójicamente algunos “modeladores perciben que los experimentadores tienen ideales poco realistas acerca de lo que los modelos pueden lograr en términos de datos” (Sundberg, 2006: 62).

Al respecto, el trabajo de Edwards muestra la construcción de la “vasta máquina” que ha significado la fabricación de la “objetividad regulatoria” (Cambrosio *et al.*, 2006) sobre el clima a través de la puesta en escena de una red mundial sociotécnica de globalización del espacio, de universalización del tiempo y de representación planetaria de la atmósfera. Esta red ha involucrado la reelaboración constante y coherente de los datos climáticos heterogéneos globales, así como de la validación significativa del conocimiento modelado computacionalmente a partir de los datos reelaborados. Dicho de otra manera, los datos que se introducen en los modelos son incesantemente reconstruidos y los modelos son continuamente reprogramados para dar cuenta de esas reconstrucciones. O aún más sintético, estamos en presencia de datos y modelos construidos colectivamente, como escribe Edwards:

El clima es la historia del tiempo —el estado medio de la atmósfera durante periodos de años, décadas, siglos, y más. Usted puede aprender sobre el clima de dos maneras. En primer lugar, puede obtener los registros del pasado. (Tenemos lecturas esporádicas de instrumentos de la superficie a partir del siglo XVII, las de carácter sistemático desde la década de 1850, y registros de buenas desde el aire por encima de la superficie, obtenidos principalmente de globos meteorológicos y satélites, a partir de la década de 1950.) En segundo lugar, puede tratar de entender el clima como sistema físico. Si tiene éxito, no sólo se puede explicar cómo funciona. También puede determinar por qué cambia. Y puede predecir cómo podría cambiar en el futuro (Edwards, 2010: XIV-XV).

A juicio de Edwards, no es posible estudiar los sistemas globales de modo experimental, pues son demasiado grandes y complejos. En cambio escribe: “todo lo que sabemos sobre el clima mundial depende de tres tipos de modelos de computadora” (Edwards, 2010: xv): los modelos de simulación basados en la teoría física; los de reanálisis, provenientes de los modelos de predicción del tiempo, y los que Edwards denomina “modelos de análisis de datos”, que son una vasta familia de técnicas matemáticas, combinados con algoritmos y ajustes empíricos derivados de las lecturas de los instrumentos meteorológicos (Edwards, 2010: xv).

Los modelos de datos de análisis se utilizan para procesar el tiempo histórico y los registros climáticos. El punto es que, según Edwards, los sistemas de obser-

vación han cambiado tanto y tan a menudo que sólo se pueden combinar registros a largo plazo mediante el modelado de los efectos de diferentes comportamientos de instrumentos, prácticas de recolección de datos, cambios de los sitios de las estaciones meteorológicas y cientos de otros factores. También necesitamos modelos para ajustar el tremendo desnivel de observaciones en el espacio y el tiempo. Se trata de un proceso complicado para hacer que los datos globales sean imágenes coherentes y creados a partir de muy heterogéneas y variadas observaciones.

La validación del conocimiento modelado se expresa en la autenticidad significativa de las proyecciones y de los comportamientos caóticos e inestables. En los años recientes se han obtenido resultados muy importantes en la validez de los modelos. Según el reporte de la AS,

se ha podido constatar que existe un calentamiento más fuerte en la superficie continental que marina y más fuerte aún en las regiones árticas; disminución de extremos fríos e incremento de eventos extremos calientes; disminución de la criosfera, calentamiento de la atmósfera tropical más fuerte en altitud que sobre la superficie; variabilidad natural a la escala decenal de las tendencias globales al calentamiento en el curso del siglo XX; decrecimiento del hielo de los mares árticos a partir de 1975-1980 (AS, 2010: 12).

Pese a estos logros de representación climática, la validez de las proyecciones de la modelización —escriben en el reporte de la AS— “forma parte de los actuales debates entre científicos” (AS, 2010: 12),<sup>100</sup> tanto como los comportamientos inestables o caóticos del sistema atmósfera-océano-criosfera-superficies continentales, “son un factor de incertidumbre”— (AS, 2010: 12), y la naturaleza de los comportamientos caóticos o de bifurcaciones entre estados distintos del sistema climático: “resta abierta, queda en duda o es objeto de un intenso esfuerzo de investigación al nivel internacional” (AS, 2010: 12).

En las modelaciones climáticas existen dos momentos: el primero que consiste en elaborar los algoritmos que permiten la modelación, y el segundo que

<sup>100</sup>En el reporte puede leerse sobre la validez de las proyecciones: “Las correlaciones directas puramente estadísticas entre dos cantidades son útiles para poner en evidencia parejas no modelizadas o mal representadas, pero no para ‘testar’ precisamente los mecanismos internos a los modelos y su pertinencia cuanto a la simulación de las variaciones del clima. Esto es una parte de los debates actuales entre los científicos” (AS, 2010: 12).

radica en su validación. La validación se refiere a hacerlo funcionar con el tiempo, simulando inestabilidades naturales plurianuales o incluso en tiempos antiguos y comparar sus resultados con datos meteorológicos tomados *in situ*.

Este procedimiento se parece mucho a la metodología de los tipos ideales weberianos (1965 y 1976), los cuales son construidos con arreglo a razones y sirven para estudiar la realidad, entendida en este caso como la acción social irracional, que resulta de las desviaciones arregladas racionalmente. La diferencia con los tipos ideales weberianos es que los numerosos especialistas de los modelos climáticos definen sus esquemas racionales suponiendo que son fieles representaciones de la “realidad” o, en el mejor de los casos, que se trataría de la “realidad” representada en la permanente reconstrucción de sus datos. Lo más complejo de este proceso de compatibilización entre los resultados de los modelos y los datos producidos es que la obtención de datos climáticos más consistentes, y que son tomados como referencias válidas, no tienen más de 40 años de antigüedad en promedio.

Como acepta la AS:

La tendencia actual en la validación de los modelos climáticos consiste en trabajar con una jerarquía de test. El modelo se desarrolla a partir de estudios de procesos, tales como las campañas de observación de un tipo de nube o de vegetación. Una vez su formulación queda definida, se hace funcionar el modelo en “modo meteo” (a corto tiempo) o en simulación de inestabilidades naturales plurianuales, o aún más por referencia a un ciclo estacional o a los climas antiguos. Las comparaciones con los datos de observación son hechos sobre un gran número de parámetros. Estas comparaciones constituyen la sola manera de testificar estas modelizaciones y de comparar con la realidad la amplitud de retroacciones reveladas por los modelos. La capacidad de los modelos climáticos a reproducir las evoluciones pasadas del clima a la escala pluridecenal está limitada por el hecho que los datos homogéneos no han aparecido más que en los años 1970 (AS, 2010: 10).

La RS considera que hay dos fuentes de incertidumbre en el intento de predecir el clima futuro: las humanas y las naturales. Obviamente, no podría ser de otra manera en la instrumentalización de la epistemología modernista. En este orden, en la declaración se describe que: “Las emisiones futuras debido

a la actividad humana dependerá de los cambios sociales, tecnológicos y de la población que no pueden ser conocidos con confianza” (RS, 2010: 11). Por otro lado, continúa el texto:

Las incertidumbres que subyacen en la ciencia del clima y la imposibilidad de predecir con exactitud en el futuro el tamaño de los mecanismos de forzamiento natural del clima significa que las proyecciones se deben hacer teniendo en cuenta la gama de incertidumbres a través de estas diferentes áreas (RS, 2010: 11).

Dicho de otra manera, las incertidumbres sociales y naturales hacen prácticamente imposible predecir el clima futuro.

A pesar de lo anterior, uno de los recursos retóricos más utilizados actualmente para aludir a la predicción climática, es la reiteración de la información asociada a la impronta institucional que se centraliza en el IPCC. Así, la declaración conjunta de 11 academias de ciencias en 2010 decía a la letra: “el IPCC ha estimado que la media global de temperaturas continuará aumentando y que se situará en 2010 entre 1.4 y 5.8 grados centígrados sobre los niveles de 1990” (AC11, 2010). Pero a pesar de expresar el consenso de las 11 academias científicas más importantes del mundo, esta retórica no deja de ser considerada epistemológicamente política ni vinculada con la construcción social de ese foro, debido a su estructura argumental y al origen de sus fuentes argumentativas. Por lo tanto estas expresiones sobre el cambio climático no aportan nuevos argumentos a la controversia, sino sólo reiteran la argumentación del IPCC, que no contribuye a la comprensión de los futuros hechos atmosféricos.

#### DIMENSIONAMIENTO DE LAS CONTROVERSIAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y ACEPTACIÓN DE INCERTIDUMBRE EN LOS “NIVELES DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO”

El alto grado controversial del tema del cambio climático y las resistencias para aceptar la argumentación causal antrópica han obligado al IPCC a realizar un esfuerzo autorreflexivo sobre el alcance de los conocimientos y el grado de aceptación pública de sus nociones y afirmaciones. Este ejercicio autorreflexivo es

notable y loable, convirtiéndose en un interesante objeto de análisis epistemológico. En la perspectiva analítica de las controversias y las negociaciones, habría que considerar que los escritos del IPCC reflejarían, o bien una posición estratégica en un sistema de controversias, o bien argumentos y contraargumentos analizables en una estrategia dialógica. La posición autorreflexiva del IPCC corresponde a la segunda opción dialógica.

El primer aspecto que salta a la vista de la autorreflexión del alcance cognoscitivo sobre el cambio climático es la utilización de términos lineales como grado de conocimiento, nivel de conocimiento científico, solidez de evidencias, grado de consenso, escala de pasos (de comprensión) y nivel de acuerdo. Veámoslo detenidamente.

El nivel de conocimiento científico del cambio climático establecido por el IPCC en 2007 es un asunto complicado, al grado que los autores del cuarto reporte han decidido expresarlo en términos de escalas de comprensión (Level of Scientific Understanding, LOSU). El juicio de esta escala se refiere, según el IPCC, al grado de conocimiento sobre la contribución energética empírica medida en Flux ( $W/m^2$ ) de cada uno de los agentes señalados (figura 14).

En el glosario del cuarto informe del IPCC puede leerse que el LOSU:

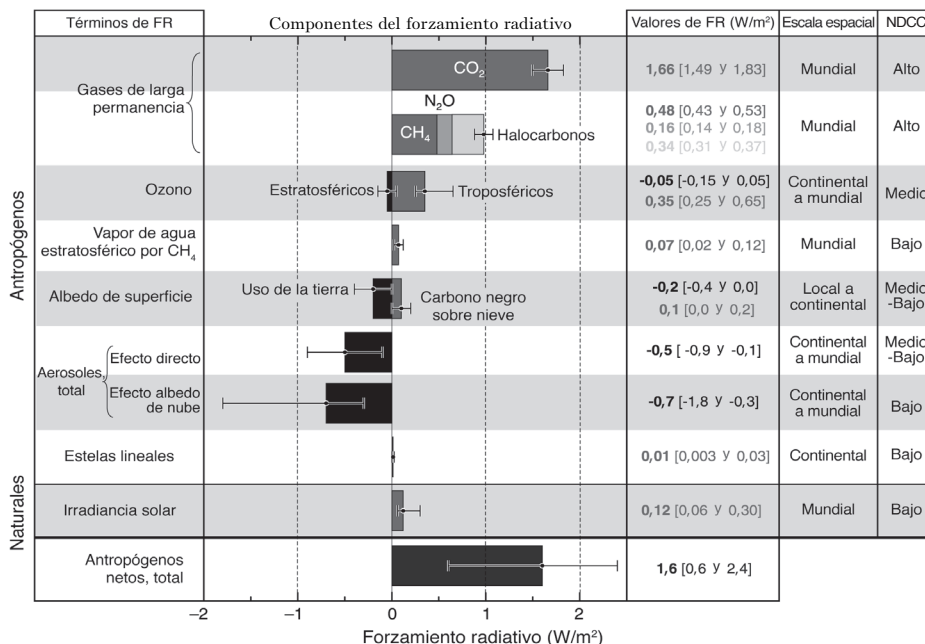
es un índice en una escala de cinco pasos (alto, medio, medio-bajo, bajo y muy bajo), diseñado para caracterizar el grado de conocimiento científico de los agentes de forzamiento radiativo que afectan el cambio climático. Para cada agente, el índice representa una apreciación subjetiva sobre la evidencia de los mecanismos físico-químicos que determinan el forzamiento y el consenso en torno a la estimación cuantitativa y su incertidumbre (IPCC, 2007b: 948).

El nivel de conocimiento científico del cambio climático establecido por el IPCC en 2007 es un punto de controversia. Para algunos es suficiente mostrar la correlación del incremento del  $CO_2$  y de la temperatura de la troposfera para declarar el estado de alerta y convocar a detener la contaminación de  $CO_2$ ; para otros, en cambio, esta correlación no es de causalidad, sino de correlación estadística no vinculante causalmente.

El ejercicio autorreflexivo del IPCC toma en cuenta la solidez de las evidencias, el nivel de consenso, el LOSU en términos de los cinco puntos señalados anteriormente, la especificación de las certezas e incertidumbres y, finalmente, las bases del rango de forzamiento.



FIGURA 14  
 NIVEL DE ACUERDO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO (NDCC)  
 SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO SEGÚN EL IPCC



Promedio mundial del forzamiento radiativo (FR) en 2005 (estimaciones óptimas y horquilla de incertidumbres del 5 al 95%) respecto de 1750 para dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nítrico (N<sub>2</sub>O) y otros agentes y mecanismos importantes, extensión geográfica típica (escala espacial) del forzamiento, y nivel de conocimiento científico (NDCC) evaluado. El forzamiento radiativo antropógeno neto se muestra también. Los aerosoles procedentes de erupciones volcánicas explosivas añaden un término de enfriamiento episódico durante cierto número de años después de una erupción. En el intervalo de valores de las estelas de condensación lineales no se incluyen otros posibles efectos de la aviación sobre la nubosidad.

Fuente: IPCC (2007a: 39).

Además de las especificaciones precedentes, se presenta un análisis de los forzamientos radiativos para avanzar en las causas del cambio climático en los canones analíticos del IPCC. La primera cuestión que se puede aclarar es que tanto los forzamientos radiativos como sus mediciones son consideradas en equilibrio climático, sin poder ponderar el tiempo de vida de los forzamientos radiativos, sin considerar su interacción con otros iguales y, sobre todo, sabiendo que el clima no está en equilibrio. Aunado a lo anterior, también se presentan en el análisis los forzamientos radiativos de origen “natural” como son el

vulcanismo y la radiación solar. La contabilidad de los forzamientos radiativos tiene como objetivo estimar los flux del efecto antropogénico y llegar a la afirmación siguiente: “The combined net RF estimate for all anthropogenic drivers has a value of  $+1.6 \text{ Wm}^{-2}$ <sup>101</sup> with a 0.6 to 2.4  $\text{Wm}^{-2}$  90 por ciento confidence range”. (El forzamiento radiativo estimado para todos los controladores antropogénicos ha sido evaluado en  $+1.6 \text{ Wm}^{-2}$  con un 0.6 a  $2.4 \text{ Wm}^{-2}$ , en un rango de confianza de 90 por ciento) (IPCC, 2007b: 200). Aunque hay que considerar que los forzamientos radiativos de la alteración del albedo superficial, del cambio en el vapor de agua estratosférico y de las “estelas de condensación” persistentes (producidas por las turbinas de los aviones), sólo se incluyen en el conjunto antropogénico PDF (Probability Density Functions) y no los otros dos (IPCC, 2007b: 200).

El IPCC divide los términos del forzamiento radiativo en antropogénicos y naturales. Dentro de los primeros incluye los gases de efecto invernadero (ozono estratosférico y troposférico, vapor de agua estratosférico de  $\text{CH}_4$  y aerosoles directos e indirectos generando albedo nuboso) y como forzamiento natural la irradiación solar (IPCC, 2007b).

Las insuficiencias cognoscitivas sobre el cambio climático según la AS y la RS indican que: “no están bien comprendidos ‘los mecanismos que pueden jugar un rol en la transmisión y amplificación del forzamiento solar y, en particular, de la actividad solar’” (AS, 2010: 12). Existen “importantes incertidumbres [que] restán sobre la modelización de nubes” (RS, 2010: 13; AS, 2010: 14) y sobre “la evolución de hielos marinos y de casquetes polares, el vínculo océano-atmósfera, la evolución de la biosfera y la dinámica del ciclo del carbono” (AS, 2010: 14). En este sentido, existe un llamado a continuar con los grandes programas de observaciones internacionales, terrestres y espaciales, y a la libre disposición de los resultados de la comunidad científica internacional, tomando en consideración que “el clima no puede ser analizado más que por largas series de datos, a gran escala, homogéneos y continuos” (AS, 2010: 14). Además de que:

La futura fuerza de la absorción de  $\text{CO}_2$  por la tierra y los océanos [que en conjunto son actualmente responsables de tomar alrededor de la mitad de las

<sup>101</sup>Estamos respetando la simbología de origen, pero la sintaxis puede ser  $\text{W/m}^2$  y se refiere a unidades flux.

emisiones de la actividad humana] es muy poco conocida, sobre todo debido a las brechas en nuestra comprensión de la respuesta de los procesos biológicos a los cambios, tanto en las concentraciones de CO<sub>2</sub> como en el clima (RS, 2010: 14). [Que] en la actualidad existe una comprensión insuficiente de la fusión mejorada y el retroceso de las capas de hielo en Groenlandia y la Antártida Occidental para predecir exactamente cuánto la tasa de aumento del nivel del mar aumentará por encima de la observada en el siglo pasado para una temperatura dada de aumento. Del mismo modo, la posibilidad de grandes cambios en la circulación del Océano Atlántico Norte no se puede evaluar con confianza. Este último limita la capacidad de predecir con seguridad qué cambios en el clima tendrá lugar en Europa Occidental (RS, 2010: 14).

Y, finalmente, que:

la capacidad de la actual generación de modelos para simular algunos aspectos del cambio climático regional se limita, a juzgar por la difusión de los resultados de diferentes modelos, hay poca confianza en las proyecciones específicas del cambio climático regional futuro, excepto a escala continental (RS, 2010: 14).

Como se desprende de esta reseña analítica, el IPCC evoca el estado de las investigaciones sobre el cambio climático, mostrando una serie de incertidumbres “cuantitativas” de una lograda demostración antropogénica del cambio climático actual. Estas reflexiones de los redactores del IPCC se dirigen a reafirmar sus opiniones y, simultáneamente, a atajar las críticas de detractores reales o potenciales. En el fondo de la controversia sobre el conocimiento del cambio climático, se trata de avanzar no sólo hacia una causa climática, sino también en la forma en que habría que organizar las pesquisas para llenar los vacíos informacionales. El mensaje es claro: la argumentación no está en duda, se necesita exclusivamente la información que solidifique la estabilización conceptual.

El enfoque epistemológico sobre el mejoramiento de la comprensión del cambio climático del IPCC consiste en el clásico avance lineal y progresivo del conocimiento. Según esta idea, el conocimiento avanza en aras de esclarecer las dudas y las certidumbres que permiten alcanzar el objetivo para demostrar y reafirmar el origen antrópico del cambio climático. La retórica lineal de la compren-

sión del cambio climático fue acuñada por los redactores de los informes del IPCC en los términos “grado de conocimiento”, “nivel de conocimiento científico”, “solidez de evidencias”, “grado de consenso” y “escala de pasos (de comprensión)”; éstos son los *proxis* de la linearidad.

El otro aspecto epistemológico de la reflexión del IPCC, en torno a las incertidumbres y niveles de comprensión de la causa antrópica del cambio climático, se refiere a los vínculos entre aspectos conceptuales y cuantitativos. El IPCC sigue en su reporte la clásica división entre aristas cualitativas y cuantitativas. Los epistemólogos del IPCC no reparan mucho en el problema de pensar que las fronteras infranqueables entre ambas entidades no existen; que en determinado momento un cambio en la cuantificación de los flux de algún forzante radiativo podría no sólo precisar la dimensión del conjunto sino cambiar cualitativamente el balance. De cualquier modo, el IPCC transmite un mensaje modesto: el cambio climático se debe a fuerzas naturales y sociales en una composición variable. Con un poco de fuerza de la teoría del conocimiento, se podría convertir esta recalcitrancia epistemológica modernista (véase capítulo III) en perspectivas causales realmente heterogéneas.

Respecto a los escenarios futuros, el IPCC no guarda medida a pesar de que —como decía Popper (1978)— el futuro, si fuese conocido, sería presente. De nuestra parte, no estamos seguros de la ruta de las controversias, nadie podría estarlo; pero desgraciadamente la polémica entre creyentes y escépticos no permite la fluidez de las controversias sobre el calentamiento o no de la atmósfera. Mucho menos aptas son las deliberaciones con estos sectores para plantear que ambos grupos están en el mismo bando epistemológico, el cual separa las causas naturales de las antrópicas, y que este emparentamiento impide poner en duda el sistema causal binomial, de manera que sea posible explorar y experimentar nuevas formas de causalidad.

## REFLEXIONES FINALES: DEBATES CLIMÁTICOS, RELACIÓN HOMBRE ENTORNO Y LA IMPOSIBLE INACCIÓN HUMANA

El conocimiento de la física de la atmósfera desde Aristóteles, pasando por Descartes y desplegada con precisión instrumental en la Modernidad, ha per-

mitido entender numerosos mecanismos que están en la base de los conocimientos climáticos. Éstos constituyen una parte de la relación mediada de los humanos con su ambiente, creando una unidad indisoluble. La elaboración tecnocognoscitiva es el resultado de las controversias y las negociaciones colectivas en las que los actores movilizan todo tipo de ideas y artefactos; inversamente, las controversias ponen de manifiesto la socialidad del conocimiento.

Una característica de la socialidad del conocimiento consiste en que no es posible elaboración sin controversias, dado que ningún actor es capaz de imponer una creencia como verídica sin alguna dosis de reserva, escepticismo o franco rechazo de otros actores, pero tampoco sin negociaciones sobre el contenido de ciertas áreas que permiten el acuerdo y la coordinación social de los participantes. Las controversias evidencian el abanico de soluciones teóricas y prácticas posibles, y las negociaciones muestran los nudos de racionalidad comunicativa enraizados en los colectivos (Arellano, 1999: 48), además de que representa la construcción simultánea de objetos y de sujetos, de científicos y de público. El tema del cambio climático no tiene por qué ser la excepción a estos procesos controversiales y negociados colectivamente.

Los debates científico-técnicos no politizan la producción científica. Todos los debates científicos son intrínsecamente políticos puesto que son organizados por los actores sociales, siempre portadores de intereses y valores. Esta característica valorativa e interesada del conocimiento es otro aspecto que muestra lo que llamamos epistemología política. Los debates en torno a la politización o despolitización de las controversias científico-técnicas corresponden a estrategias políticas de los actores en controversia, a fin de movilizar o desmovilizar la injerencia de nuevas entidades en los procesos de investigación y de los debates.

Por esta razón no debe extrañar que los seguidores del IPCC denuncien a los negacionistas de tener ligas con los agentes de las transnacionales petroleras, y tampoco debe sorprender saber el carácter político-administrativo intergubernamental de la organización del IPCC, ni de las posiciones gubernamentales de los países que defienden el derecho a lanzar CO<sub>2</sub> a la atmósfera como China *versus* otros países dispuestos a pagar por liberar CO<sub>2</sub>.

Aunque mediáticamente el debate climático se centra entre “creyentes” o “negacionistas” del cambio climático, no llega a tener las características que

tuvo la llamada “guerra de ciencias climáticas”. No estamos en la segunda guerra mundial de las ciencias, pero sí nos encontramos en una situación en la que se agudizan de los debates. En primer lugar, el impacto mediático de los debates climáticos es mucho mayor que el alcanzado en la guerra de ciencias. En segundo lugar, los temas de la guerra de ciencias fueron principalmente epistemológicos y deontológicos, y en los debates climáticos fueron epistemológicos, políticos y morales. En tercer lugar, la guerra de ciencias ocurrió entre las ciencias naturales y las humanas, y los debates climatológicos ocurren entre científicos sociologistas, quienes ubican la acción humana como causa de la naturaleza; en tanto los científicos naturalistas vinculan una causa natural a un efecto natural.

El impacto de los debates entre creyentes de la causa antrópica del cambio climático y los negacionistas —en las academias de ciencias de Francia y el Reino Unido—, ha llegado al centro de la argumentación del origen del CO<sub>2</sub> atmosférico. Se trata del punto crucial sobre el conocimiento de las relaciones entre concentración de CO<sub>2</sub> y el incremento de la temperatura, pues normalmente el planteamiento convencional reza que el incremento del CO<sub>2</sub> aumenta la temperatura; pero el asunto es que puede ser a la inversa, como lo ha señalado Godard, y que al mismo tiempo reconocen las academias de ciencias de Francia y el Reino Unido. La RS dice en el párrafo:

La evidencia de los núcleos de hielo indica un papel activo para el CO<sub>2</sub> en el sistema climático. Esto es porque la cantidad de carbono contenido en los océanos, suelos y plantas depende de la temperatura y otras condiciones. En otras palabras, los cambios en el CO<sub>2</sub> puede conducir al cambio climático y el cambio climático también puede alterar las concentraciones de CO<sub>2</sub> (RS, 2010: 9).

Por su parte, la AS publica este problema empleando el término retroacción del siguiente modo: “Las incertidumbres sobre el efecto global de un cambio en la concentración indirecta de CO<sub>2</sub>, con todas las reacciones tomadas en cuenta, son objeto de debates dentro de la comunidad de científicos del clima” (AS, 2010: 9). Pero es más claro el punto cuando se dice que: “los cambios entre periodos glaciares e interglaciares parecen ser afectados por fuertes retroalimentacion[es] positivas entre la temperatura, el contenido de CO<sub>2</sub> y

las superficies de las capas de hielo del hemisferio norte para las variaciones más rápidas” (AS, 2010: 8). En síntesis la hipótesis refiere que la concentración de CO<sub>2</sub> puede aumentar debido a incrementos en la temperatura y no sólo a la inversa.

Las argumentaciones que acabamos de presentar no provienen de negacionistas remisos, de activos “blogeros” o de detractores estilo Allègre (2010); por el contrario, la duda sobre la fuerza de la causa antropogénica en el cambio climático proviene de la Academia de Ciencias de Francia y la Real Sociedad del Reino Unido, entidades científicas sujetas a una mayor vigilancia epistemológica<sup>102</sup> que el IPCC, por ejemplo. Curiosamente esta duda es epistemológica y es un llamado a la profundización de las investigaciones sobre la causalidad y los vínculos entre el CO<sub>2</sub> y el efecto atmósfera.

Las argumentaciones de la causa antropogénica o de las naturales son manifestaciones favorables a la implementación de acciones de política económica para reducir y minimizar aquellos elementos identificados como causales del cambio climático, o bien de implementar acciones de política científica para mejorar la comprensión de las causas naturales del cambio climático.

Por un lado, los actores que están de acuerdo con la primera causa emiten una alarma para inducir a tomar acciones en aras de reducir la emisión de GEI, y censuran la supuesta inacción humana que provocan los críticos del calentamiento climático y los negacionistas, pues los argumentos sobre la responsabilidad humana pierden fuerza en el fenómeno y en su solución. Los defensores de la causa antropogénica son proclives a emplear la idea de la inacción social como argumento de intensificación del cambio climático; en el fondo la tesis es que la inacción significa continuar emitiendo CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Por otro lado, los actores afiliados a la segunda causa demandan una política científica más pluralista, así como la democratización de las fuentes primarias de información meteorológico-climatológica y la no denostación de investigaciones alternativas a las de las corrientes dominantes.

En realidad, la inacción no existe, porque el hombre no deja de actuar en y sobre el mundo, y la atmósfera vive sus propias transformaciones; en última

<sup>102</sup>Hay que tener en cuenta que la publicación del reporte de la AS fue criticada por un grupo de sus propios científicos, quienes denunciaron la falta de inclusión de científicos opuestos al sentido de la declaración.

instancia, la supuesta inacción humana significa hacer algo. La crítica a la inacción debe entenderse en el sentido de tomar una posición estratégica de unos actores sobre otros para inducir a adoptar la argumentación antrópica del cambio climático y las acciones consecuentes que estos mismos actores han delineado. En nuestro caso, propugnamos por una actuación epistemológica que permita acceder al conocimiento de los fenómenos mediante su organización a fin de comprender la acción heterogénea de los humanos y otras entidades.

En la argumentación antropogénica como en la naturalística ocurre un debate epistemológico de fondo que se refiere al tipo de encuadre que se propone en los análisis. Es decir, así como el término efecto invernadero implica reconocer implícitamente el calentamiento climático antropogénico, el acrónimo LOSU involucra la idea de un proceso lineal del conocimiento de causas antrópicas ya bien establecidas pero deficitarias cuantitativamente, pero también cuando se dice que no existe democracia en la disponibilidad de datos de base de la Universidad de East Anglia para los análisis independientes o que se manipularon datos a modo de ajustarlos a la teoría del calentamiento climático. En ambos casos se trata de encuadrar causalmente los análisis en el sentido de sus propios intereses, porque el encuadramiento problemático a partir de un arreglo causa-efecto específico de un tema, preforma las respuestas obtenidas.

Los debates aún están lejanos de producir consensos, pues contrario a las declaraciones de la RS y la AS sobre las dudas del vínculo CO<sub>2</sub>-calentamiento climático, resulta interesante que la declaración de las 11 academias científicas reunidas a propósito del encuentro del G8 en 2010, en ninguna de las cinco invitaciones a estudiar el fenómeno del cambio climático se alude al tema anterior, sino que se convoca a precisar “los objetivos para las concentraciones de GEI y los escenarios de emisiones correspondientes para permitir a las naciones evitar los efectos considerados como inaceptables” (AC11, 2010: 3).

Del análisis de los debates climáticos no es posible afirmar aún el comportamiento ni las características futuras de los meteoros y de la temperatura del clima. Si bien es políticamente correcto para numerosos científicos mencionar que los fenómenos meteorológicos extremos se agudizarán próximamente, el sistema de vínculos causales no necesariamente se logra mantener con la suficiente fuerza argumentativa para acallar a los críticos, debido, en parte, a la gran cantidad de diferencias entre los científicos del cambio climático que sus-



tentan el origen del planteamiento de los problemas y de los datos presentados. Aunado a lo anterior, la aceptación del cambio climático hacia el calentamiento y su causa antrópica no excluye afrontar un gran problema: la incertidumbre sobre la distribución geográfica de los impactos del cambio climático.

Si el fenómeno humano consiste en la interacción con las entidades ambientales y por lo tanto con el clima, el argumento de la causa antropogénica es una ganancia epistemológica importante, pues esa tensión esencial recalcitrante evidencia la fatiga de la división moderna entre naturaleza y cultura (véase capítulo III), pero también muestra aún su parcialidad. Ahora faltaría que los defensores de esta idea antropogénica consideren que no es el hombre quien lo comanda en todas sus partes y que existe la posibilidad de que no sea una adición de causas, sino una mezcla indisoluble de ellas.

Godard retoma esta complicación cuando escribe la necesidad de

tomar en cuenta la dinámica atmosférica con la nubosidad y las precipitaciones, la cubierta vegetal, las cubiertas marinas superficiales y de profundidad [que] hacen parte integrante de estas transformaciones del sistema climático. Se agrega una complicación complementaria de la que su amplitud no cesa de crecer, la que introducen las acciones humanas sobre el medio (Godard, 2001: 88).

Ahora bien, deseamos concluir este capítulo cerrando el círculo que iniciamos con la argumentación de la ecología monista de Haeckel. Para esto repetimos la frase que abre el capítulo: “Sí, irremediablemente el hombre modifica el clima, su fuerza de intervención en el mundo no puede ser evitada; aún más, el hombre altera el curso de todo ambiente que le rodea y que le penetra. Negar este hecho significaría aceptar que los humanos llevan una vida autónoma de las entidades que le rodean”.

El monismo ecológico haeckeliano puede actualizarse y servir de heurística para retomar nuestra conjetura sobre el cambio climático, definiéndolo como un fenómeno causado de manera simultánea por el hombre como por su entorno, gracias a las mediaciones simbólicas, sociales, artefactuales e intersubjetivas que ocurren entre los hombres y entre ellos y su medio; de modo que un análisis pertinente debería poner énfasis en las formas, mecanismos, escala y ámbitos de las interacciones simultáneas de las entidades naturales y humanas

en el mundo. Este tipo de monismo tendría —como escribió Haeckel— “la estatura de epopeya que la revolución copernicana que revirtió el geocentrismo reubicando al sol en el centro del sistema solar; ahora la antropogenia natural tendría el honor de revertir el antropocentrismo dominante que consideraba el hombre como el objetivo de la creación divina y reubicar “el lugar del hombre en la naturaleza” (Haeckel, 1877b).

Como hemos visto antes, una forma de observar esta interacción consiste en el análisis de las controversias tecnocognoscitivas que ocurren entre los actores involucrados a propósito del cambio climático; toda vez que ellas producen las diversas formas de representar la acción simultánea del hombre con la atmósfera. El problema de las controversias en torno al clima y a la climatología nos reenvía a otro de una epistemología como teoría de la sociedad, en la que el monismo haeckeliano nos puede servir para aclarar un asunto de ecología política expresado como el tipo de relación que mantienen los colectivos sociales con la atmósfera, pero ahora extendida a la escala antropológica de la hominización. En este nivel analítico a escala de matriz antropológica, la relación del hombre con su entorno ocurre mediante la elaboración de saberes inscritos artefactual, simbólica, social e intersubjetivamente.

Ante las controversias y negociaciones sobre los álgidos y candentes debates sobre el tema del cambio climático, la mejor recomendación que podemos hacer es llamar a la prudencia para evitar detener o evitar la racionalidad comunicativa y dejar avanzar las investigaciones, reflexiones y debates científico-tecnológicos que posibiliten desahogar los intentos de cerrar de forma prematura y violenta las controversias y negociaciones. Reiteramos nuestra apelación a la prudencia de los actores eruditos sobre el cambio climático, quienes en lugar de avasallar a un enemigo podrían pensar en los vacíos cognoscitivos que deberían llenar con las informaciones producidas en sus investigaciones y enseñar a los legos e incrédulos del cambio climático a mejorar sus conocimientos climáticos. En todo caso apelamos a mejorar el clima de los debates de las ciencias del clima, en el entendido que las lecturas críticas merecen realizar esfuerzos de comprensión pública y de epistemología cívica —como dirían Miller (2008) y Jasanoff (2010)— sobre este conjunto de ciencias humanas del contenido “natural” y colectivo de los fenómenos climáticos y atmosféricos que están constituidos en un tema de la alta prioridad política.



# Mapeo de la investigación mexicana sobre cambio climático: antecedentes y propuesta\*

## INTRODUCCIÓN

Este documento es un análisis de los trabajos conocidos bajo el título de Estudios del potencial de investigación mexicano sobre cambio climático y una exploración metodológica para mejorar este tipo de trabajos. Examinamos los estudios del potencial de investigación científica y tecnológica sobre el cambio climático en México realizados en 2002, 2005 y 2008, así como un sondeo conducido por nosotros en 2010-2011.

El objetivo de este capítulo es servir de interludio entre los apartados anteriores y el trabajo de indagación antropológica que nos ha brindado la posibilidad de descender analíticamente a la construcción del conocimiento del cambio climático en México a escala de laboratorio, de equipo de investigación y del investigador. Se trata entonces de explorar algunas características de la investigación mexicana sobre cambio climático para encuadrar el trabajo etnográfico próximo a realizarse. Aprovechamos los estudios de potencialidad de la investigación sobre el cambio climático realizados previamente para explotarlos epistemológicamente y ofrecer un estudio de encuesta instrumentalizado a partir del punto de vista del encuestado.

Primero analizamos los contenidos de los tres estudios del potencial de investigación sobre cambio climático en México realizados anteriormente; en seguida presentamos el mapeo de los resultados del estudio de 2008 con sus características analíticas propias; posteriormente representamos el mapeo rea-

\*El trabajo de procesamiento y análisis fue realizado en colaboración con Laura María Morales Navarro. El autor agradece los comentarios críticos de Claudia Ortega Ponce. Una primera versión parcial y en desarrollo de este capítulo fue publicada en Arellano Hernández, Antonio (2013b). "Mapeo de la capacidad de investigación mexicana sobre cambio climático: antecedentes y propuesta", en *Investigación Ambiental. Ciencia y Política pública*, vol. 5, núm. 1, enero-julio de 2013, pp. 62-75.

lizado a contactos del estudio de 2008, mismos que fueron consultados a partir del punto de vista del encuestado y no desde las categorías canónicas empleadas por el IPCC. Finalmente, presentamos algunas conclusiones de los estudios del potencial humano de investigación sobre el tema del cambio climático de las que se derivan la propuesta de involucrar esquemas analíticos que tomen en cuenta la perspectiva del investigado y que permita presentar los vínculos heterogéneos que ocurren en la práctica de la investigación.

Antes de pasar al análisis que nos hemos propuesto exponemos algunos aspectos epistemológicos importantes que dan contenido a la inclusión de este capítulo en el presente libro.

El punto epistemológico de este capítulo puede resultar sutil pero importante. En numerosas encuestas realizadas desde las llamadas ciencias sociales se parte *a priori* de la elaboración original o utilización secundaria de categorías ordenadoras de acuerdo con el interés de exploración; después se desarrollan algunas subcategorías o indicadores de cada una de las categorías ordenadoras; a continuación se establecen las cédulas de encuesta que permitan de algún modo ordenar, clasificar y cuantificar las respuestas recibidas; finalmente se analizan los datos a partir de las categorías ordenadoras y se redactan los resultados. En esta secuencia estandarizada se refleja que ha ocurrido una consulta redundante de las categorías ordenadoras, haciendo que los resultados obtenidos sean los esperados. Mediante ejercicios retóricos, los ejercicios numéricos parecerían redefinir las categorías empleadas, pero en realidad se trata sólo de redundancias categoriales.

Lo que frecuentemente ocurre en esta forma canónica de encuesta es una proyección epistemológica del origen conceptual establecido. Frente a estas estrategias hemos decidido recurrir a una inversión en las encuestas, de manera que los entrevistados pudiesen presentar en sus propios argumentos la definición de su dominio de investigación, los métodos empleados, los enfoques y la productividad alcanzada, situación que les permitía introducir toda clase de entidades que definieran sus actividades de investigación.

En este sentido hemos aplicado, como en otros mapeos realizados anteriormente, una estrategia informática que se compromete con la heurística y la metodología, de la cual el conocimiento generado es propiciado por las categorías puestas en escena por los encuestados. Las técnicas informacionales dis-

ponibles permiten un acercamiento heterogéneo a las entidades colectivas y simbólicas de la investigación, mismas que pueden aplicarse adecuadamente a los estudios de potencialidad sin necesidad de proyectar apriorísticamente no importa qué categorías ordenadoras.

Desde hace algunas décadas, con base en el interés por avanzar en el conocimiento de la producción del conocimiento de todo tipo de los estudiosos de los colectivos humanos, en alianza con especialistas de los sistemas informáticos, se ha desarrollado una serie de métodos que permiten producir y tratar datos asistidos informáticamente provenientes de encuestas, entrevistas y observaciones etnográficas, así como el análisis de contenido de textos e indagaciones para la construcción de categorías y el análisis biográfico (Tichit, 1999; Allende y Arellano, 2004).

Dos logros importantes se han obtenido de estos programas informáticos; por un lado, eliminar la oposición entre investigación cuantitativa y cualitativa mediante el desarrollo de resultados expresados gráficamente y, por otro, la posibilidad de analizar datos heterogéneos (bases de datos, patentes, publicaciones y bases bibliográficas, entrevistas, bases de datos de la cooperación y la vinculación universitaria, etcétera) (Mogoutov y Vichnevskaja, 1995), además de solventar adecuadamente la historicidad de los datos disponibles, la diversidad de los textos y la complicación de los *corpus* disponibles para analizarse (Mogoutov, 1999; Dodier y Barbot, 2000).

El procedimiento analítico<sup>103</sup> tiene como objetivo explícito reconstituir las opiniones de los actores encuestados y de sus conexiones, de manera tal que se conserve la singularidad y la heterogeneidad de las relaciones, así como la variedad de los regímenes de acción (sustentada en las inscripciones textuales de los encuestados) en los cuales las entidades están involucradas. En este sentido, la noción de entidad incluye a los actores sociales, pero también a toda la serie

<sup>103</sup>La demanda actual a los análisis reticulares se puede resumir en una corta lista de preceptos: i) no perder la riqueza de las redes egocentradas; ii) no limitar las entidades tomadas en cuenta sólo a actores humanos (individuales) sino incluir en la lista a los actores colectivos y a los no-humanos de los que pensamos juegan un papel en el establecimiento de las categorías; iii) obtener la red de conjunto por la composición más escrupulosa y exhaustiva posible de las redes egocentradas (lo que implica sobre todo que se descarte el cálculo de las posiciones a partir de una matriz de relaciones) (Callon *et al.*, 1991; Callon y Courtial, 1995).

de actores que los encuestados involucran en sus respuestas (Callon *et al.*, 1991 y Callon, 2001).

El *software RéseauLu* (RL) es un dispositivo para hacer visibles las relaciones inscritas por los actores. RL corresponde con el giro lingüístico de las ciencias sociales que de manera particular se ha expresado en la complementación o sustitución del análisis estadístico paramétrico por el análisis textual (Allende y Arellano, 2004), relacional y visual de datos heterogéneos (Mogoutov y Dodier, 1997).

Las redes heterogéneas producidas por el software RL, son representaciones gráficas de relaciones entre entidades de orden diferente, obtenidas de grandes bases de datos producidas de las evocaciones de los investigadores. Estas representaciones gráficas corresponden al encuentro de patrones entre entidades en las que interviene su localización, tamaño y frecuencia de relación. En estas cartas o figuras, cada grafo es una entidad. La interpretación puede incluir el tamaño de los grafos, su ubicación en el contexto del espacio analítico y el grosor de la línea que los une.

Hasta hace poco tiempo, el mapeo asistido informáticamente ha podido presentar resultados heterogéneos y cercanos de manera conceptual a la idea de red sociotécnica, a diferencia de imágenes estilo redes semánticas o sociales (Arellano y Jensen, 2006). Con el RL es posible representar en la misma imagen entidades de distinta cualidad, exponer sus vínculos con otras entidades y mostrar la intensidad de los vínculos.

## LOS ESTUDIOS DEL POTENCIAL DE INVESTIGACIÓN MEXICANO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

De conformidad con los compromisos asumidos por el gobierno mexicano en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (ONU, 1992), el Instituto Nacional de Ecología (INE)<sup>104</sup> en su calidad de instrumentador de la política pública sobre cambio climático ha promovido

<sup>104</sup>El INE ha devenido desde 2013 en Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, con sus siglas INECC, nosotros utilizaremos INE pues toda la información corresponde con la vigencia del INE.

la realización de tres estudios al respecto sobre el potencial de investigación en México.

El primer diagnóstico fue realizado conjuntamente por la Secretaría de Investigación y Desarrollo (SID), el Instituto de Ingeniería (II) y el Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA), todos de la UNAM en 2001, y se denominó “Potencial de la Investigación Científica y Tecnológica en Materia de Cambio Climático en México” (SID-UNAM, 2002). El segundo fue el “Inventario de la investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático en México”, realizado en el ITAM EN 2005 (Romero y Romero, 2006). Finalmente, el tercero denominado “Actualización del padrón de expertos e instituciones científicas y técnicas en materia de variabilidad y cambio climático en México”, desarrollado en la UAM-Azcapotzalco en 2008 (Múgica, 2008).

Los objetivos de estos estudios han cambiado muy poco y se han centrado en dos aspectos: 1) realizar o actualizar el inventario y la base de datos de instituciones, investigadores y temas relacionados con la variabilidad y el cambio climáticos (en el segundo estudio se pretendía atender los requerimientos del área de informática del INE); 2) evaluar la información recopilada y el potencial de investigación en temas relacionados con la variabilidad<sup>105</sup> y el cambio climáticos que existían en México.

El primer objetivo consistía en inventariar instituciones, investigadores y temas. Los autores de los estudios han asignado los temas, de los cuales se han derivado los datos recopilados. La designación de los temas tiene un significado epistemológico, en tanto que los actores que los fijaron, han performado las categorías que orientan la colección de datos, su interpretación y, por lo tanto, el conocimiento derivado. En este sentido, puede apreciarse que desde el inicio el INE había indicado que las actividades encomendadas tales como “inventariar”, “evaluar la información” y “evaluar el potencial” han debido aplicarse desde un dominio cognoscitivo prefijado por algunas categorías clave.

Las categorías clave se ubican en los propios objetivos de los estudios. Así, desde el inicio se ha escrito que los diagnósticos han tenido como objetivo explícito (primer estudio) e implícito (segundo y tercer estudios), a saber:

<sup>105</sup>En el primer estudio no se expresaba variabilidad climática sino sólo cambio climático.



analizar las capacidades nacionales para la generación de los conocimientos que contribuyen a: mitigar las emisiones de los gases de efecto invernadero. Determinar las zonas y actividades vulnerables en el país. Establecer las opciones de adaptación a los impactos ambientales, sociales y económicos generados por el cambio climático (SID-UNAM, 2002: 2).

De acuerdo con la cita anterior, la tarea de los epistemólogos sociales —autores de los diagnósticos descritos en la parte de la cita que indica: “analizar las capacidades nacionales para la generación de conocimientos que contribuyan a:” (SID-UNAM, 2002: 2)— resulta aminorada por la explicitación del diagnóstico que debe encuadrarse en las categorías devenidas ortodoxas en el marco de los trabajos del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).

Asimismo, la evaluación y análisis del potencial de investigación del segundo punto expresaban las siguientes finalidades: *a)* identificar nuevos esfuerzos desarrollados en las instituciones académicas, de investigación y desarrollo tecnológico, en entidades productivas y otras del país en materia de variabilidad climática y de cambio climático, incluyendo factores económicos, sociales y demográficos; *b)* determinar el potencial de investigación que poseen las instituciones de investigación y desarrollo científico y tecnológico, entidades productivas y otras en México respecto al tema de la variabilidad climática y del cambio climático; *c)* identificar los temas en materia de variabilidad climática y de cambio climático insuficientemente abordados por las instituciones, centros y dependencias analizadas, y *d)* proponer alternativas para el desarrollo de proyectos en la materia, incluyendo factores económicos, sociales y demográficos que puedan servir de base para el establecimiento de esquemas de cooperación entre el poder público y los centros de investigación que cuenten con capacidad institucional para desarrollar proyectos en aspectos relacionados con variabilidad climática y cambio climático.

En estos estudios se ha diagnosticado, a fin de cuentas, la capacidad mexicana de investigar la mitigación, la vulnerabilidad y la adaptación al llamado cambio climático. Luego entonces, estamos justamente situados en el dominio cognoscitivo de la tétrada conceptual dominante sobre el cambio climático a nivel mundial: vulnerabilidad, adaptación y mitigación (faltaría observación,

aunque los diagnósticos lo han contemplado) establecidos por el IPCC. Regresaremos a este punto, ahora vamos estudio por estudio.

*El potencial mexicano de la investigación científica y tecnológica sobre cambio climático*

En el primer trabajo se realizó un censo nacional de las instituciones y especialistas que trabajaban el tema de cambio climático en México y se elaboró una base de datos con 332 contactos de los cuales 253 se consideraron formales, adscritos a 173 dependencias de 106 instituciones, de las cuales 84 fueron instituciones nacionales. Del total de instituciones, 39.6 por ciento correspondían a instituciones de investigación; 17 por ciento a ONG e instituciones de cooperación cada una, y 13.21 por ciento a instituciones gubernamentales (SID-UNAM, 2002: 2).

Se mostró que los trabajos sobre el cambio climático en México están claramente concentrados en el centro del país: “el Distrito Federal concentra el 52 por ciento (de contactos), mientras que el 48 por ciento restante se localizan en los estados de Morelos, Chihuahua, Baja California, Baja California Sur, Sonora, México, Veracruz y Yucatán” (SID-UNAM, 2002: 3).

Asimismo, se encontraron

45 organismos que proveen financiamiento para actividades sobre el tema de análisis. El mayor peso de la inversión [...] recae en instituciones de gobierno. La importancia del financiamiento internacional es alta, pues además de constituir el 42.5 por ciento del total institucional [...]. Se advierte la influencia de los programas fronterizos con los Estados Unidos de América, aunque dichos programas no incluyen al cambio climático como tema principal en sus agendas, ya que se enfocan principalmente a problemas de contaminación, recursos hídricos, ecosistemas, entre otros (SID-UNAM, 2002: 4).

En términos de las líneas de investigación desarrolladas se encontró que “los temas de estudio y observación del fenómeno, mitigación, política y economía del cambio climático, y variabilidad climática contaban con alrededor de 30 investigadores en promedio [...] número relativamente bajo [...] si se com-

para con los más de 120 que se dedicaban a estudios relacionados con la vulnerabilidad” (SID-UNAM, 2002: 5). Es interesante recalcar que en la información se señalaban sólo a cinco contactos adscritos a la línea de interés en cambio climático (SID-UNAM, 2002: 5).

Respecto a las temáticas de los proyectos, se explicaba que “se establecieron 20 temas que abarcaban a todos los proyectos encontrados [...] Es importante señalar que el énfasis principal se ponía en ecología y biodiversidad con el 11.2 por ciento, seguido de una distribución más uniforme de otros temas como eran: clima y atmósfera (8.8 por ciento), zonas costeras (5.3 por ciento) y ENSO 3.7 por ciento (cuadro 7)” (SID-UNAM, 2002: 8).

Los autores consensuaron que existía un buen número de investigadores en cambio climático, pero su distribución era dispar geográfica y temáticamente. Concluyeron que la participación de un mayor número de actores requería:

descentralizar la investigación hacia áreas más vulnerables y de mayor potencial de consolidación; promover grupos de estudio en sectores gubernamentales (industria, salud, turismo, forestal, pesca, etc.) y en los sectores social y privado (ramas con amplias emisiones y/o alta vulnerabilidad: hierro, carbón, carreteras, puertos, pesca, agricultura, etcétera); crear interés en las implicaciones socioeconómicas y ecológicas más inmediatas de la variabilidad climática; desarrollar la capacidad educativa sobre el cambio climático en posgrado y la divulgación; mejorar la coordinación intersectorial, intergubernamental promitigación, prevención y adaptación a los fenómenos de variabilidad climática y los consecuentes desastres naturales (SID-UNAM, 2002: 9).

La lectura epistemológica de este diagnóstico indica que la organización de las líneas temáticas de investigación en categorías y subcategorías (tabla 1) corresponde al Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) (IPCC, 2001b). En general, estas categorías corresponden con la organización cognoscitiva del IPCC en sus tres clásicos grupos de trabajo sobre el estudio científico del sistema climático y la evolución del clima, de la vulnerabilidad de los sistemas socioeconómicos y naturales a los cambios climáticos, la limitación de los gases de efecto invernadero (GEI) y la atenuación del cambio climático, así como del equipo especial para los inventarios nacionales de GEI (GIEC, 2001).

TABLA 1  
LÍNEAS, SUBLÍNEAS Y TEMAS DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

<i>Líneas</i>	<i>Sublíneas</i>	<i>Temas</i>
Vulnerabilidad	Escenarios, salud, recursos hídricos, zonas costeras, zonas áridas, agricultura, zona marina, bosques, biodiversidad, modelos, ecosistemas e indicadores.	Cambio climático general, ecología y biodiversidad, clima y atmósfera, recursos hídricos, bosques, energía, zonas marinas, zonas costeras, zonas áridas, agricultura y ganadería, salud, industria y transporte,
Mitigación	Captura de carbono, energía, escenarios e industria.	aspectos urbanos, economía, aspectos sociales, inventarios, ENSO, política internacional, política nacional, educación y capacitación.
Estudio y observación del fenómeno	Metodologías, indicadores y elaboración de inventarios de GEI.	
Política y economía	Impacto en sectores productivos y en asentamientos humanos, disponibilidad de agua, exposición al fenómeno y compromisos internacionales.	
Variabilidad climática		
Cambio climático		
Opciones de adaptación		
Actividades de apoyo		

Fuente: SID-UNAM, 2002.

### *Inventario mexicano de la investigación científica y tecnológica sobre cambio climático*

El segundo estudio denominado “Inventario de la investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático en México, 2005” (Romero y Romero, 2006), en el marco del proyecto “Tercera Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, clarificaba el interés gubernamental de “dar cumplimiento a los artículos 4.a, 6 y 12.1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en la cual se pedía a todas las partes elaborar y actualizar periódicamente, así como publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes la investigación realizada sobre cambio climático, incluyendo, entre

otros temas, los inventarios nacionales de emisiones antropogénicas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de gases efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal (Romero y Romero, 2006: 4).

La población creció en los últimos cuatro años, pues del total de 520 contactos, 74 pertenecían a programas de posgrado y 446 eran datos individuales de investigadores (Romero y Romero, 2006: 16).

La distribución institucional de contactos en este estudio es interesante, pues reflejaba la perspectiva del potencial institucional que se expresaba en el número de proyectos de investigación desarrollados, donde destacaba la UNAM con casi 50 por ciento, seguida del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) con 22 por ciento, el Cibnor y el INE con 12 por ciento, la UABC con 11 por ciento, el Inecol y la UAM con 10 por ciento, el IPN con 9 por ciento y la UACH con 7 por ciento (Romero y Romero, 2006: 17). La distribución geográfica de los recursos se encontraba muy concentrada en el DF con 62 por ciento de los contactos, 9 por ciento en Baja California y 5 por ciento en Baja California Sur, y Morelos con 5 por ciento (Romero y Romero, 2006: 2).

En este estudio se detectó que de los 74 programas de posgrado que abordan el tema del cambio climático (30 de doctorado y 44 de maestría), 30 de ellos (13 de doctorado y 17 de maestría) se encontraban en el padrón de excelencia de Conacyt.

Sobre el financiamiento, se daba cuenta que 81 por ciento de investigadores reportaba no tener financiamiento para sus trabajos (Romero y Romero, 2006: 36).

A juicio de los autores: “Los temas de investigación coinciden con las áreas prioritarias de investigación. La pertinencia entre temas prioritarios y número de investigadores indica que la política actual es adecuada” (tabla 2) (Romero y Romero, 2006: 27). Los autores no explicaban bajo qué parámetros podía inferirse que era correcta la adecuación entre temas de investigación y áreas prioritarias. Se entiende que casi 40 por ciento era investigación en vulnerabilidad, pero no se aclaraba debido a qué circunstancias en los países llamados desarrollados el gasto en el estudio del fenómeno y la mitigación superaban, con creces, la investigación en vulnerabilidad. Es probable que el patrón de la investigación mexicana hubiese sido similar a países con menos desarrollo industrial y que sus prioridades nacionales no incluyeran estudios de observación del fenómeno debido al gasto enorme que suponen estas investigaciones.

La UNAM “sobresale como el principal centro de investigación en cambio climático en México. Esta institución realizaba más del 50 por ciento de los proyectos y en sus trabajos la más amplia variedad de subtemas investigados” (Romero y Romero, 2006: 31). Los porcentajes de investigación en la UNAM correspondían con la investigación básica, propia de la investigación pública; de allí que se incrementen los porcentajes de la investigación en estudio y observación del fenómeno, variación climática y cambio climático, y disminuya en vulnerabilidad (tabla 2).

En particular, en este estudio se referenció la investigación en el ciclo de carbono (Romero y Romero, 2006), aunque ni en el precedente ni en el subsiguiente se continuó esta línea de análisis.

TABLA 2  
LÍNEAS DE INTERÉS DE LOS CONTACTOS EN 2002 Y 2006, EXPRESADO EN PORCENTAJES

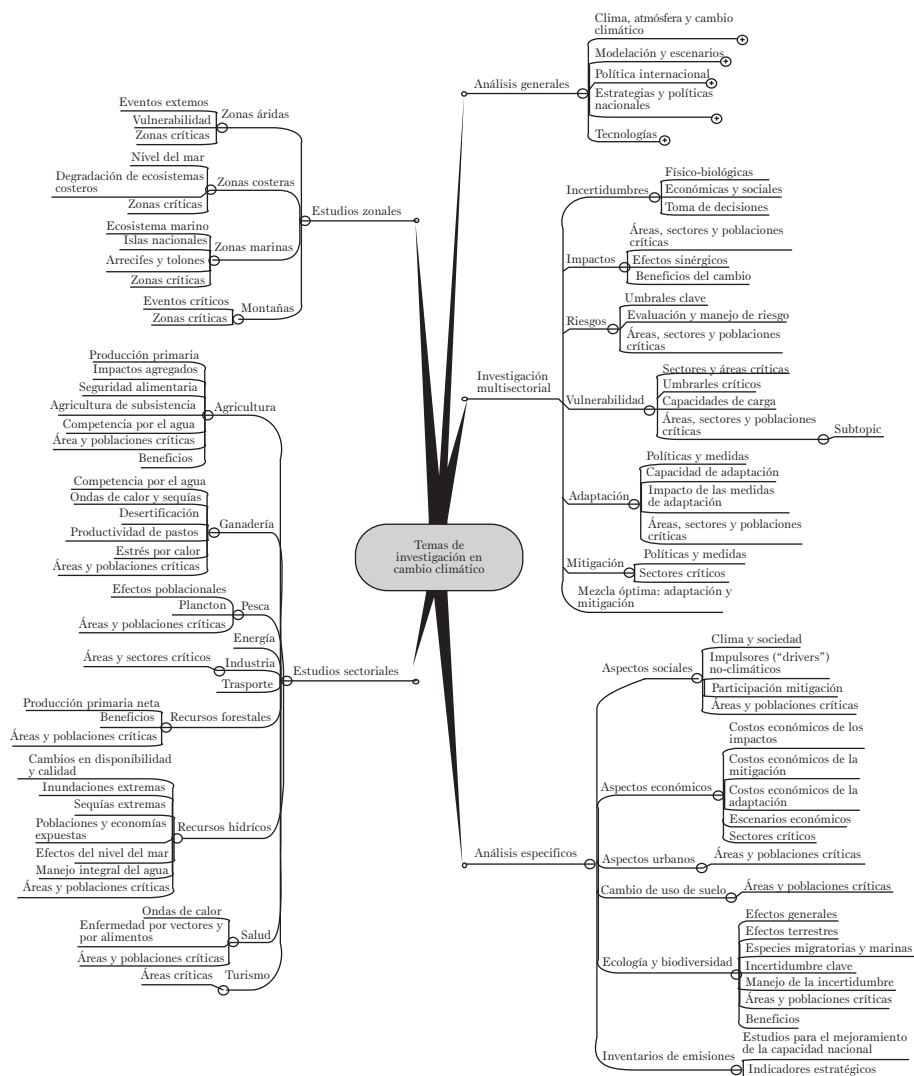
<i>Líneas de interés de los contactos</i>	<i>2002 (%)</i>	<i>2006* (%)</i>	<i>UNAM, 2006 (%)</i>
Vulnerabilidad	47.4	39.7	28
Mitigación	13.8	15.5	11
Estudio y observación del fenómeno	13.4	12.3	21
Política y economía	11.5	16.4	10
Variabilidad climática	10.3	8.5	16
Cambio climático	2.0	3.5	4
Opciones de adaptación	1.2	2.0	1
Actividades de apoyo	0.4	2.1	0

\*No se incluyó el Ciclo de carbono.

Fuente: Romero y Romero (2006: 26).

En este estudio se realizó una agrupación temática de mayor amplitud y reorganización temática que correspondía con una clasificación que agrupaba los temas de análisis general, análisis específico, estudios zonales, estudios sectoriales y estudios multisectoriales, que evocaba los subtemas de investigación que se desglosaban de cada tema (figura 15) (Romero y Romero, 2006: 10). La clasificación temática de este estudio era más amplia que la del trabajo de 2002, y en algunos casos admitía tres niveles de ramificación de la información. La clasificación agrupaba la información de los contactos por espacio socioambiental, sector socioproductivo, dominios disciplinares y por problemas.

FIGURA 15  
TEMAS DE INVESTIGACIÓN EN CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: Romero y Romero (2006: 35).

El mapa conceptual para organizar la información era más incluyente respecto a la actividad de los dominios académicos de los investigadores que se encontraban en el inventario de recursos humanos sobre cambio climático, pero no dejaba de ser un mapa conceptual predefinido por los autores del estudio a partir de las categorías empleadas por el IPCC,<sup>106</sup> particularmente en los estudios multisectoriales (figura 15). Los estudios climático-físicos sobre el fenómeno del cambio climático se ubicaban en la rama genérica de los estudios generales; básicamente cuatro de las cinco ramas estaban consagradas a estimar información sobre los efectos del fenómeno de interés.

En términos de organización de los datos de los inventarios, vale la pena mencionar el esfuerzo del INE para la administración de las bases de datos para la consulta pública de la información mediante el desarrollo de “una interfaz gráfica que permita la fácil consulta y actualización de esta información en línea a través del sitio [de] internet del INE” (Romero y Romero, 2006: 45-48).

### *El padrón de expertos e instituciones científicas y técnicas sobre variabilidad y cambio climático*

El tercer estudio se denominó “Actualización del padrón de expertos e instituciones científicas y técnicas en materia de variabilidad y cambio climático en México”, conducido por la investigadora de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Múgica (Múgica, 2008).

El padrón de especialistas obtenido al final del proyecto fue de 858 contactos individuales de 128 instituciones públicas y privadas, consultores independientes, asociaciones civiles y empresas. Se estimó que alrededor de 37 por ciento de los contactos reportados en este informe se encontraban en el directorio de 2005 (Múgica, 2008: 17). También se reportó que:

el 53.2 por ciento de los especialistas se ubican en instituciones educativas y de investigación de carácter público y por el contrario sólo el 2.8 por ciento está en instituciones privadas. Los especialistas del gobierno contribuyen con el 30 por

<sup>106</sup>Hay que tomar en consideración que los términos empleados en los tres estudios son contemporáneos de las categorías difundidas en el “Climate Change 2001, IPCC, Third Assessment Report” (IPCC, 2001a).



ciento, los de ONG con 5 por ciento y los de empresas y consultorías privadas con el 4.7 por ciento. Alrededor del 62 por ciento del potencial de investigación en materia de cambio climático se encuentra en universidades, institutos y centros de investigación de los estados. La Universidad Nacional Autónoma de México sigue siendo la institución con más especialistas en cambio climático representando el 12 por ciento del total en el país (Múgica, 2008: 12).

En términos institucionales, se encontró que al igual que en el reporte de 2005, la mayoría de los especialistas se ubicaban en la UNAM, donde laboraban 105 especialistas (23 por ciento de las instituciones públicas), por lo que seguía siendo la institución líder en el país en el estudio de cambio climático. De estos especialistas, menos de 10 por ciento trabajaban en facultades y la mayoría se ubicaba en institutos y centros de investigación. Resulta significativo que 17 por ciento de contactos estaba en el Centro de Ciencias de la Atmósfera, 11 por ciento en el Instituto de Ingeniería, otro porcentaje igual en el Instituto de Geografía, seguidos por una gran variedad de centros e institutos. Solamente 16 de los especialistas de la UNAM estaban en dependencias ubicadas fuera de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Le seguían a la UNAM en número de especialistas de instituciones públicas, la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) con 6.4 por ciento, el CICESE con 5.5 por ciento, la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) con 4.6 por ciento, la Universidad de Guadalajara (UDG) y el Instituto Politécnico Nacional (IPN) cada una con 4.4 por ciento de las instituciones públicas. Otras instituciones públicas con varios especialistas eran el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (Cibnor), el Colegio de Posgraduados (Colpos), la Universidad de Baja California y el Colegio de la Frontera Sur (Múgica, 2008: 23).

En relación con aspectos metodológicos, que por cierto es en el único estudio donde se explicitan, la autora precisó el nivel de confiabilidad de la información y el tipo de instituciones de donde eran los contactos. De las 858 personas contacto, respondieron directamente el cuestionario enviado por la investigadora 252 (Múgica, 2008: 17).

En otros estudios se ha descrito la distribución regional de los contactos, pero en éste es donde se puede encontrar la regionalización más consistente con respecto a otras (tabla 3). En este sentido, la autora presenta en su tabla 5, en la

denominada zona centro del país, que se encontró con un incremento en el número de especialistas en cambio climático, y que en las zonas del Golfo de México y suroeste del país no se presentaron modificaciones. Asimismo, que:

el 53 por ciento de los especialistas se encuentran en el Distrito Federal y otras entidades con alto número de especialistas fueron Morelos, Baja California, Estado de México, Veracruz y Jalisco con alrededor de un 5 por ciento del total de especialistas. Se identificó un aumento importante en la investigación sobre cambio climático en los estados de Hidalgo y San Luis Potosí. Hubo uno o dos especialistas en Colima, Coahuila, Durango y Zacatecas y no se encontraron especialistas en Guerrero y Tlaxcala (Múgica, 2008: 22).

TABLA 3  
REGIONALIZACIÓN DE LOS CONTACTOS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO.  
COMPARACIÓN DE DISTINTAS ZONAS GEOGRÁFICAS CON 2005

<i>Sección geográfica</i>	<i>Contactos 2005</i>	<i>% total 2005</i>	<i>Contactos 2008</i>	<i>% total 2008</i>
Noroeste BC, BCS, Chih., Son., Sin., Nay.	70	16	93	11.0
Noreste Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas	17	3.9	37	4.4
Centro D.F. Edomex., Hgo., Gto., Puebla, Qro., SLP, Mor., Zac.	47	10.7	155	18.3
Golfo de México Ver., Tab., Campeche, Q.R., Yuc.	34	7.8	65	7.7
Sureste Col. Jal. Mich. Gro., Oax., Chis.	26	5.9	51	6.0
Distrito Federal	209	47.7	446	52.7

Fuente: Múgica (2008: 22).

Siempre en aspectos que muestran la información regional, se encontró que 32 por ciento de los especialistas de gobiernos estatales laboran en el Distrito Federal. Especialistas del INE y de la Semarnat contribuían respectivamente con 17 y 10 por ciento del sector gobierno. Finalmente, de los 456 especialistas que laboraban en instituciones públicas, 175 se encontraban en el Distrito Federal y el restante 61.6 por ciento en otras entidades de la República (Múgica, 2008).

Respecto a los estudios anteriores, el realizado en 2008 mejora la investigación de diversos aspectos. Sin embargo, la clasificación temática presentada en

la tabla 1 del libro de Múgica (Múgica, 2008: 12) corresponde con la del oficial IPCC (2001b). Este hecho es significativo, pues queda claro que el acceso al conocimiento de la investigación mexicana sobre el cambio climático se forma *a priori* mediante la organización del conocimiento diseñada por el IPCC. De este modo, toda la variabilidad cognoscitiva de los investigadores contactados en el estudio han debido encauzar sus temas en una geometría formada por las categorías: observación, información y escenario, vulnerabilidad, impactos, riesgos y adaptación y mitigación, aspectos socioeconómicos, tecnológicos e internacionales, o simplemente temas i, ii, iii y aspectos socioeconómicos del IPCC.

En general, la fuerza epistemológica de las categorías empleadas en los análisis consiste en la capacidad de desempeño de los nuevos conocimientos derivados de su aplicación; en particular, esto es lo que se aprecia en los tres diagnósticos abordados. Desde el momento que los estudios emplean las categorías del IPCC, ocurre una extensión de la clasificación implícita y explícita de la organización del objeto de estudio primigenio (del IPCC), y la información producida es una reiteración de la organización del saber de dicho “panel intergubernamental” y una prolongación del conocimiento en nuevos espacios. En este caso, se trata de la extensión del conocimiento del IPCC sobre la investigación mexicana del cambio climático.

La tabla 4 es reveladora del mecanismo epistemológico señalado antes. A los investigadores se les ha colocado en una situación en la que tenían que seleccionar una secuencia de tema, subtema y subtema específico inspirada por la clasificación del IPCC (2001b).

De acuerdo con la tabla 4, y la figura 19 del texto de la citada autora, el tema más abordado por los especialistas era el de vulnerabilidad, impacto, riesgo y adaptación (40 por ciento), seguido por el de observación, información y escenarios (27 por ciento), Mitigación (23 por ciento) y con una respuesta mucho menor el de aspectos socioeconómicos, tecnológicos e internacionales (10 por ciento) (Múgica, 2008: 25).

Un problema metodológico al emplear categorías establecidas de forma cerrada por el IPCC se expresaba en la inferencia de los datos y la significación que se elabora. Por ejemplo, se expresa que “el 10 por ciento de los especialistas señalaron los cuatro temas principales como parte de su investigación, lo que indica también que los investigadores se han ido diversificando en los diferentes

TABLA 4  
 TEMAS RELACIONADOS CON EL CAMBIO CLIMÁTICO PARA SER SELECCIONADOS  
 POR LOS CONTACTOS

<i>Tema</i>	<i>Subtema</i>	<i>Subtema específico</i>	<i>Selecciones</i>	<i>Porcentaje del total</i>	
I Vulnerabilidad, impacto. Riesgos y adaptación	Sectores económicos	Hídrico	81	5.9	
		Energía	72	5.3	
		Turismo	5	0.4	
		Forestal, agricultura y ganadería	48	3.5	
		Pesca	14	1.0	
		Comunicaciones	1	0.1	
		Transporte	28	2.0	
		Industria	20	1.5	
		Biodiversidad	63	4.6	
		Ecosistemas costeros y acuáticos	61	4.5	
		Ecosistemas	Ecosistemas de montaña	15	1.1
		Ecosistemas áridos	21	1.5	
		Suelos	15	1.1	
	Salud	21	1.5		
	Protección civil	11	0.8		
	Población y asentamientos humanos	Producción de alimentos	3	0.2	
		Asentamientos humanos	16	1.2	
		Zonas costeras	9	0.7	
		Aspectos sociales	34	2.5	
		Co-beneficios	9	0.7	
Total		547	39.9		
II Observación, Información y Escenario	Observación	Variabilidad climática	85	6.2	
		Observación y monitoreo del cambio climático	26	1.9	
		Inventarios	71	5.2	
	Información	Comunicación, difusión y diseño materiales	38	2.8	
		Modelación y escenario de cambio climático	75	5.5	
	Escenarios	Ciclo de carbono	69	5.0	
	Total		364	26.6	
III Mitigación	Sectorial	Energía	87	6.4	
		Forestal	28	2.0	
		Transporte	14	1.0	
		Industrial residuos	10	0.7	
	Mercados	Mercados de carbono	33	2.4	
		MDL	19	1.4	
		Salud	13	0.9	
	Co-beneficios	Ambientales	90	6.6	
		Sociales	22	1.6	
	Total		316	23.1	

TABLA 4 (Continuación)

<i>Tema</i>	<i>Subtema</i>	<i>Subtema específico</i>	<i>Selecciones</i>	<i>Porcentaje del total</i>
IV		Valoración socioeconómica de efectos y de medidas	37	2.7
Aspectos socioeconómicos, tecnológicos e internacionales	Políticas	Diseño de políticas estatales y nacionales	62	4.5
		Política tecnológica nacional	3	0.2
		Internacional, bilateral, multilateral	29	2.1
	Negociación internacional	Transferencia de Tecnología	3	0.2
		Fondos y financiamientos	9	0.7
		Total		143

Fuente: Múgica (2008: 12 y 26-31).

temas de cambio climático” (Múgica, 2008: 5). De acuerdo con esta afirmación, puede inferirse que, en efecto, los investigadores habían diversificado sus temas (los del IPCC) o bien que las categorías son tan amplias que disuelven la significación deseada por los investigadores como Múgica.

Otro tipo de problema ocurre con la aparente contradicción en la información según la cual “vulnerabilidad, impacto, riesgo y adaptación (40 por ciento), seguido por el de observación, información y escenarios, mitigación y con una respuesta mucho menor el de aspectos socioeconómicos, tecnológicos e internacionales” (Múgica, 2008: 25) y la que indica que “los subtemas más abordados son los de mitigación, co-beneficios ambientales y el sector energía, observación de la variabilidad climática, inventarios y ciclo del carbono” (Múgica, 2008: 5).<sup>107</sup>

La pregunta que nos planteamos de esta información es: ¿cómo compatibilizar que vulnerabilidad sea el tema más estudiado y los subtemas más abordados correspondan con mitigación (que representa el tercer tema más estudiado con 23 por ciento a nivel temático, luego de observación, información, escenarios)? En el estudio puede leerse la siguiente elucidación: “Esto puede explicarse porque muchos investigadores cuyos temas prioritarios son de protección ambiental, comienzan a tratar los temas de cambio climático”. Sin embargo, para aducir

<sup>107</sup>En el estudio puede leerse la misma situación que en la cita: “En la figura 27 (Múgica, 2008: 32) se presentan los subtemas específicos más estudiados. Aunque el tema de vulnerabilidad, impacto, riesgos y adaptación es el más estudiado, dos subtemas de mitigación resultaron ser los dominantes: el de co-beneficios ambientales y el sectorial en energía con 90 y 87 selecciones respectivamente [...]. Posteriormente siguen los subtemas de variabilidad climática, y hasta el cuarto lugar aparece el primer subtema de vulnerabilidad en la biodiversidad, que posteriormente tiene incluidos cinco subtemas más entre los más abordados” (Múgica, 2008: 32).

esta posibilidad habría que generar nuevos datos, especificar las ramificaciones que unen los temas, los subtemas y los subtemas específicos, o bien, simplemente analizar los subtemas específicos que han elegido los contactos para definir sus actividades versando sobre el cambio climático; dicho de otra manera, faltaría acercarse lo más posible a las opiniones de los entrevistados para generar diagnósticos más realistas y útiles epistémicamente.

En sentido inverso, se escribe: “En contraste (...) presenta los subtemas específicos menos abordados. Curiosamente, entre ellos hay ocho subtemas de vulnerabilidad, impacto, riesgos y adaptación, quizá porque se subdividieron mucho” (Múgica, 2008: 32). La aparente contradicción entre la presencia de ocho de 11 subtemas menos estudiados correspondiendo al tema de vulnerabilidad, y que éste sea el más abordado se explica porque esta curiosa situación pudo deberse a un exceso de subdivisión de subtemas, lo que significa que es posible construir mediante un ejercicio divisorio de mayor o menor frecuencia de datos para una categoría, lo cual es cierto. Pero también puede considerarse que las categorías empleadas en los temas hacen difícil percibir el trabajo de los contactos de manera más concreta como se hace mediante el uso de subcategorías (subtemas).

Ahora bien, en el estudio se reporta que:

El Sector Económico de Comunicaciones fue seleccionado solamente una vez; el de Producción de alimentos, Política Tecnológica Nacional y Transferencia de Tecnología tuvieron solo 3 selecciones; por lo que es importante tomar nota de la necesidad, prestar atención en estos resultados para incentivar la investigación en los temas menos abordados (Múgica, 2008: 32).

El problema que se desprende lógicamente es que los temas menos estudiados son los de menos interés, pero la cuestión no es siquiera por qué son los menos estudiados sino por qué se han incluido en la lista; dicho de otro modo, se han incluido en la matriz debido a que se han importado de otra (digamos la del IPCC) y de esta lista resulta metodológicamente un sistema de comparación que permite indicar que determinados subtemas tienen más o menos porcentajes de acuerdo con la frecuencia de selección.

Finalmente, nos parece pertinente opinar sobre la causalidad que se emplea en el estudio, para ello nos referiremos a la explicación de las conclusiones de los temas en las regiones. En el estudio se lee:

El tema más estudiado es el de vulnerabilidad, impacto, riesgo y adaptación seguido por el de observación, información y escenario, mitigación y por último el de aspectos socioeconómicos, tecnológicos e internacionales. Sin embargo, el sector empresa, las instituciones privadas y los gobiernos estatales le dan prioridad al estudio de mitigación. Solamente en la zona suroeste se estudia más el tema de observación, información y escenario que el de vulnerabilidad, debido probablemente a la frecuencia de huracanes y ciclones en la zona, subtemas que también tienen una alta prioridad en la zona del Golfo de México y noroeste con grandes zonas costeras en el Golfo de Baja California y el Pacífico. En contraste, en la zona Centro y el D.F. después de vulnerabilidad, el tema más abordado es el de mitigación (Múgica, 2008: 39).

La cuestión es: ¿qué forma tienen los huracanes y los ciclones que deban ser analizados principalmente desde la óptica de la observación del fenómeno? ¿Qué hace que los subtemas huracanes y ciclones sean prioritarios regionalmente donde se producen? La primera pregunta puede responderse afirmando que ambos fenómenos meteorológicos pueden ser estudiados y existen evidencias que son abordados desde múltiples perspectivas, aún desde la clasificación del IPCC; la segunda es que si bien existe una expresión espacial de los problemas, en la investigación contemporánea y específicamente sobre los dominios de la meteorología y la climatología ha existido un enfoque global, lo que produce una deslocalización de la investigación respecto a su manifestación concreta.

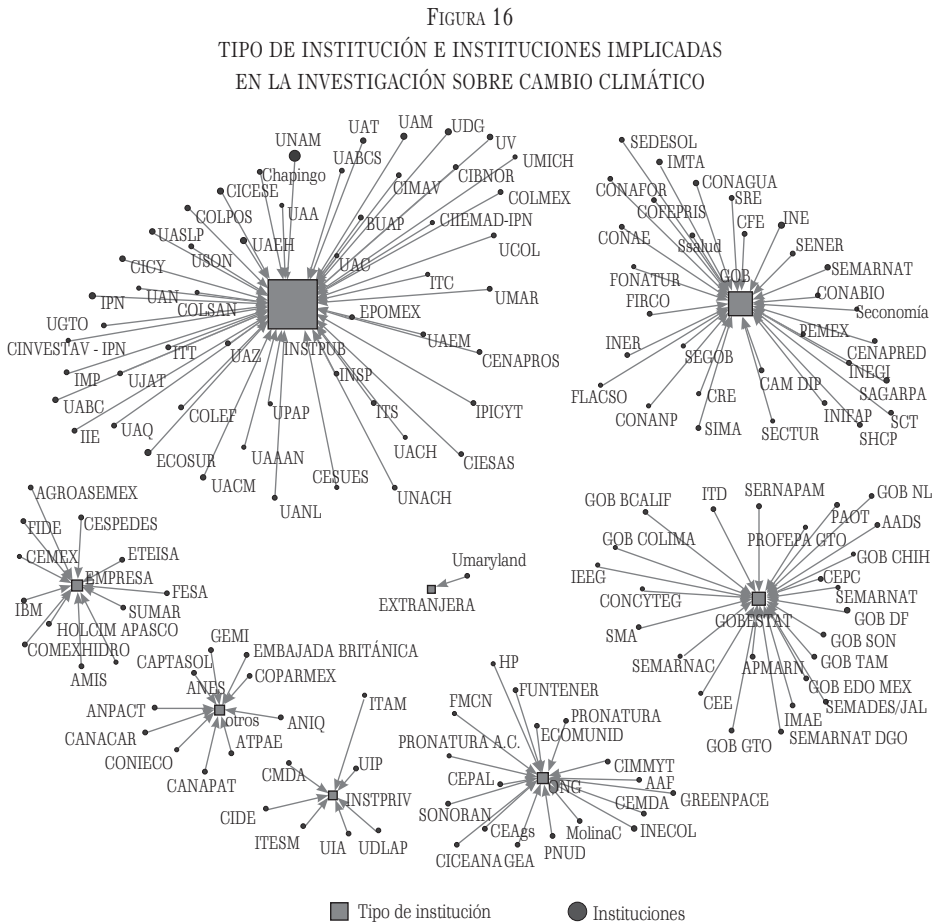
## MAPEO DE LOS DATOS DEL ESTUDIO DE EXPERTOS E INSTITUCIONES EN MATERIA DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN 2008

En este apartado presentamos el mapeo elaborado con los datos capturados en el estudio “Actualización del padrón de expertos e instituciones científicas y técnicas en materia de variabilidad y cambio climático en México” (Múgica, 2008). La idea es presentar mapas de los datos heterogéneos disponibles del estudio de Múgica para explorarlos y expresarlos de manera relacional,<sup>108</sup> como lo hemos realizado en otros trabajos (Arellano y Jensen, 2006).

<sup>108</sup>En general, el mapeo mediante RL tiene las siguientes características analíticas: “1. RL es una herramienta de análisis de grandes bases de datos que permite registrar las relaciones y visualizarlas, restituyendo la totalidad de las redes egocentradas. 2. El programa visualiza las redes al mismo tiempo que los caminos que permiten pasar de una red a otra. Adopta el punto de vista de

Este análisis se centrará en las instituciones, las líneas de interés de los contactos del estudio y la socioespacialidad de la investigación.

Las instituciones involucradas de mayor visibilidad son las agrupadas en la categoría instituciones públicas, de las que destaca la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); le siguen las instituciones gubernamentales y en un tercer nivel las gubernamentales estatales y las empresas (figura 16).



Fuente: Elaboración propia con datos de Múgica (2008).

los actores, o más bien de cada actor, registrando los lazos que cada uno establece. 3. El método permite mezclar sin dificultad las personas físicas o morales, los humanos y los no-humanos, y más generalmente varios regímenes de acción (Callon, 2001).



Del conjunto de datos del estudio de 2008 sobre la investigación en cambio climático, la institución más diversa es la UNAM, en ella existen 28 dependencias, 121 contactos que trabajan 33 subtemas específicos (seis no reportaron subtema específico) (figura 17).

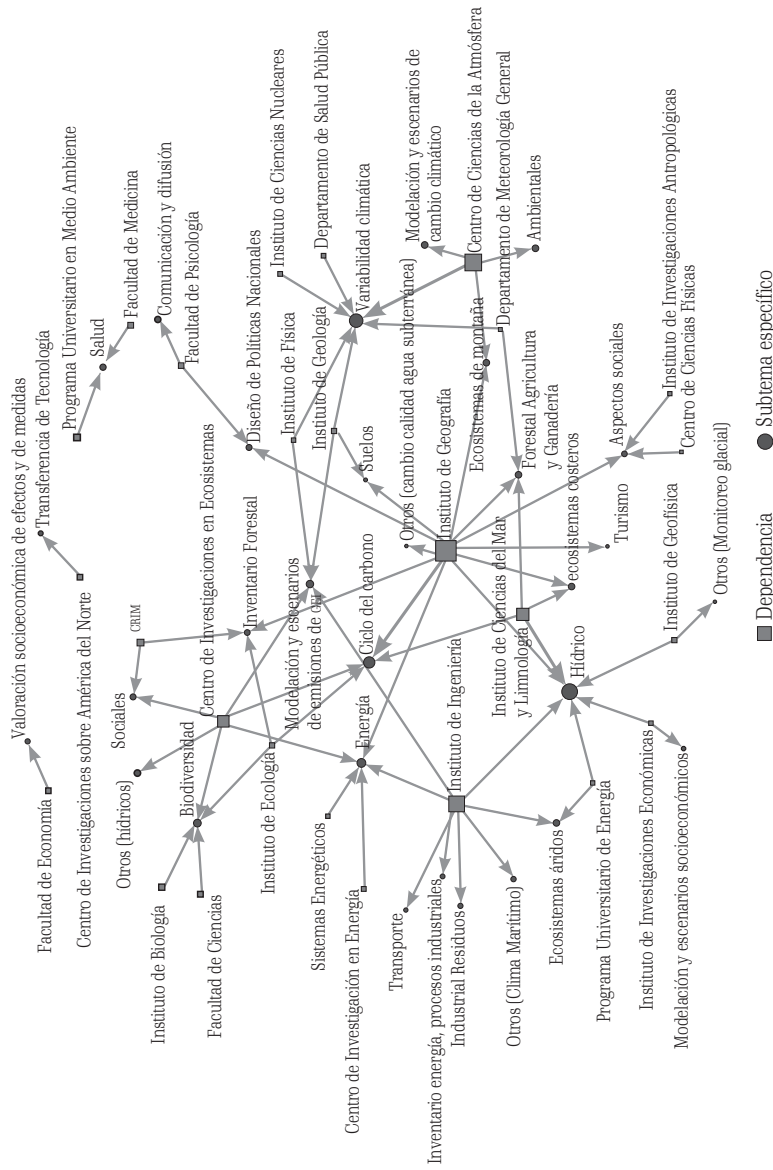
Cuando los datos son puestos en relación a partir de las dependencias y los subtemas específicos, los subtemas y los temas sobre el cambio climático se forma un mapa de alta conectividad (figura 18). En el plano institucional (rombos) y temático en el que destacan cuatro niveles de visibilidad: en el de mayor sobresale el Centro de Ciencias de la Atmósfera y el Instituto de Geografía; le siguen el Instituto de Ingeniería, el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y el Centro de Investigaciones en Ecosistemas; en seguida se aprecian el Instituto de Geología, el Instituto de Ecología y el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM); finalmente se notan en la periferia facultades, centros e institutos de menor impacto visual. Los subtemas (círculos claros) más abordados de mayor a menor visibilidad son variabilidad climática, hídrico, ciclo de carbono, energía y modelación de escenarios del cambio climático, luego de estos subtemas específicos se desglosan marginalmente el resto de subtemas.

Asimismo, los subtemas de mayor a menor visibilidad van de sectores económicos, escenarios, observación, ecosistemas, sectorial, co-beneficios, políticas, población y asentamientos humanos, y el resto que se presentan atomizados en los márgenes de las relaciones. Los temas (rectángulos) de mayor a menor visibilidad son los de observación, información y escenario; vulnerabilidad, impactos, riesgos y adaptación; mitigación y con mucho menor visibilidad aspectos socioeconómicos, tecnológicos e internacionales.

Lo interesante es que desde una mirada subtemática específica, la variabilidad climática se desarrolla en siete dependencias universitarias y tiene la más alta visibilidad; hídrico en cinco dependencias y tiene mediana visibilidad; Ciclo de carbono en cuatro con mediana visibilidad; biodiversidad es un icono muy pequeño pero de ubicación central institucionalmente, pues se desarrolla en cuatro dependencias; finalmente, energía que teniendo muy baja visibilidad también en cuatro dependencias.

Por otro lado, el Instituto de Ciencias de la Atmósfera es el de mayor visibilidad, pero desarrolla sólo cinco subtemas; en cambio el Instituto de Geografía tiene una visibilidad menor que el Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA)

FIGURA 17  
DEPENDENCIAS DE LA UNAM Y SUBTEMAS ABORDADOS



Fuente: Elaboración propia con datos de Múgica (2008).

pero trabaja 10 subtemas; el Centro de Investigaciones en Ecosistemas tiene menor visibilidad que los dos anteriores pero sólo se dedica a seis subtemas; el Instituto de Ingeniería tiene una visibilidad similar al Centro de Investigaciones Ecológicas (CIECO) pero desarrolla ocho subtemas; finalmente el Instituto de Ciencias del Mar y Limnografía tiene una visibilidad similar a los dos anteriores y trabaja cuatro subtemas (figura 18).

De lo anterior pude concluirse que no necesariamente los subtemas más abordados corresponden con una variabilidad institucional respectiva, lo que significaría que los subtemas desarrollados en varias dependencias pudiesen contener mayor riqueza y complejidad temática. Asimismo, hay dependencias que están posicionadas en el tema del cambio climático y para ellas estos temas ocupan un lugar central, sin embargo, hay dependencias que por sí solas participan hasta en 10 subtemas, lo que les daría un carácter de variabilidad y complicación institucional.

Al realizar el mapeado con los datos de la tabla del estudio de Múgica (2008), tomamos en consideración los subtemas específicos, subtemas y temas elegidos por los contactos del estudio lo que resultó en un mapa en el que los temas prácticamente se encuentran fracturados. Los temas: aspectos socioeconómicos, tecnológicos e internacionales y observación, información y escenarios no tienen contacto con los otros temas, y son coincidencias en los términos energía, energía y transporte y co-beneficios que reflejan relaciones entre los temas vulnerabilidad, impactos, riesgos y adaptación y mitigación (figura 19).

En realidad la imagen que ha resultado del uso *a priori* de las categorías del estudio contiene fronteras infranqueables entre los temas, subtemas y subtemas específicos. Las categorías ordenadoras son rígidas y carecen de riqueza polisémica, como ocurre en múltiples ocasiones en el uso de los términos por diferentes comunidades de científicos. Las ideas que se desprenden del mapa seguramente tienen significado para aquellos que comparten la clasificación del IPCC y pueden dar cuenta de que la mayor parte de contactos está afiliado a las actividades de vulnerabilidad; siguiendo aquellos que realizan actividades de observación del fenómeno; después los que trabajan en mitigación del cambio climático y, finalmente, el menor número de contactos que realizan trabajos socioeconómicos.

Pero en esta ganancia cognoscitiva ya obtenida en el estudio de 2008, se ha podido conocer la disciplina, la subdisciplina y los métodos que emplean, entre otros,

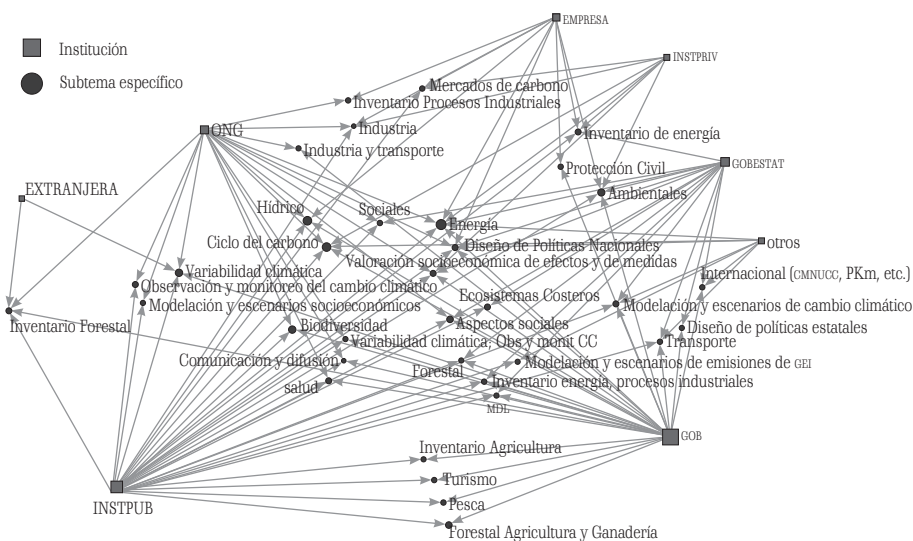




en la que los contactos ubican su actividad y que podría brindar una idea de las particularidades de la investigación sobre el tema del cambio climático en México.

Pese a las limitaciones señaladas anteriormente, los datos recabados pueden explotarse de manera relacional y utilizarse para la reflexión y, en su caso, la planeación de la investigación colaborativa. En este sentido, una información relevante es la posibilidad de colaboración entre tipos de institución y subtemas específicos a partir de la relación de los subtemas con las instituciones. Por esta razón hemos mapeado los tipos de institución y subtemas específicos para mostrar que, entre otros vínculos temáticos, los temas de energía, diseño de políticas nacionales, valoración socioeconómica de efectos y medidas son los subtemas en los que más instituciones están comprometidas en estudiar; que las empresas se han concentrado en ocho temas comunes a otras instituciones, y que las instituciones públicas abordan prácticamente todos los subtemas compartidos (figura 20). Las posibilidades de diseño de las políticas concretas de investigación compartidas pueden valorarse a partir del análisis relacional de los datos del estudio de 2008.

FIGURA 20  
INSTITUCIONES Y SUBTEMAS ESPECÍFICOS COMPARTIDOS



Fuente: Elaboración propia con datos de Múgica (2008).

## MAPEO DE LA INVESTIGACIÓN EN CAMBIO CLIMÁTICO DESDE LA PERSPECTIVA DEL INVESTIGADOR

Hasta aquí se han analizado los tres estudios anteriores. En nuestro caso, hemos intentado conocer la investigación mexicana sobre cambio climático tomando en consideración la perspectiva del investigador y la posibilidad de representar los vínculos heterogéneos que ocurren durante esta investigación.

El hecho de tomar en cuenta la perspectiva del investigador se vincula con aquel elemento intersubjetivo de la matriz antropológica mencionada en el capítulo I, y se refiere a la construcción de un dispositivo de investigación en el que hemos consultado quintetas de preguntas para ser respondidas por los investigadores en las denominadas “palabras clave”, que son de uso generalizado entre los científicos y que permiten capturar su subjetividad, la cual es en realidad una intersubjetividad, si tomamos en consideración que las palabras clave le permiten compartir intersubjetivamente con sus colegas y otros actores sus propias “palabras clave”.

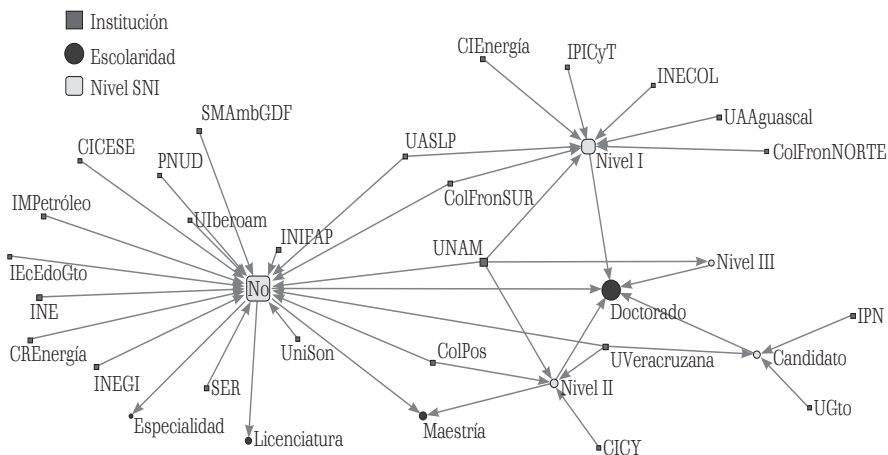
Para tal fin, aplicamos una encuesta a los contactos reportados en el estudio de Múgica. En nuestro estudio empleamos el inventario de contactos del estudio de 2008 para aplicar un formulario centrado en la perspectiva del encuestado que nos permitiera explotar los datos en el *software* de mapeo RL. Preparamos un formulario en el que los investigadores deberían anotar las principales características de su actividad en términos disciplinarios, conceptuales y metodológicos, de prácticas de investigación, divulgación, docencia y productividad académica, aunado a la formación general de los contactos. Sin embargo, sólo obtuvimos 120 formularios, lo que nos impidió tener representatividad de alguna entidad definida y la explotación mapeo resultó insuficiente cuantitativamente.

Debido a la escasa capacidad de convocatoria para responder el cuestionario enviado, nuestra indagación empírica no alcanzó la magnitud de datos deseada; sin embargo, hemos avanzado en la concepción metodológica del estudio de la capacidad de investigación. Tomando en cuenta esta limitación estadística, a continuación presentamos los resultados más relevantes para el análisis metodológico, tanto de la capacidad de investigación en general como de una exploración para el conocimiento de la potencialidad de investigación mexicana en cambio climático.<sup>109</sup>

<sup>109</sup>Antes habíamos desarrollado un trabajo de capacidad de innovación tecnológica en una universidad mexicana (Arellano, 1996b) y más recientemente el estudio de la investigación en ciencias básicas de la Universidad de Costa Rica (Arellano y Jensen, 2006).

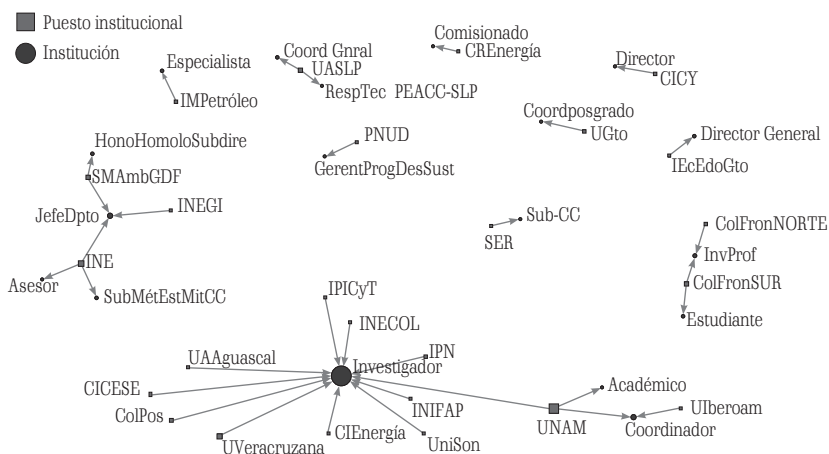
De acuerdo con nuestra encuesta es posible analizar la visibilidad del nivel académico y del reconocimiento nacional de investigación (SNI) de la población encuestada en relación con la agrupación institucional de los investigadores (figura 21).

FIGURA 21  
INSTITUCIONES, NIVEL SNI Y GRADO ACADÉMICO



Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta realizada en 2010.

FIGURA 22  
INSTITUCIÓN Y PUESTO DE CONTACTO



Fuente: Elaboración propia.







Cuando se mapean los métodos evocados por los investigadores contactados, se evidencia la metodología del IPCC como el método más empleado, pero se encuentra relativizado por otros que son evocados por los encuestados. La riqueza y variedad de métodos que actualmente aplican los investigadores de ciencias de la vida, sociales, humanas e ingenierías, reflejados en el mapa, dan cuenta de la gran potencialidad científica de la investigación mexicana en general y sobre el cambio climático en particular. Las ramificaciones de la UNAM, la UV, la UASLP y el CICESE así lo visualizan (figura 25). En este sentido, lo importante es apreciar la capacidad de investigación mexicana y cómo se puede expresar para el estudio del cambio climático.

Otro elemento importante en la capacidad de investigación consiste en la colaboración intra e interinstitucional. Las sinergias institucionales incrementan en numerosas ocasiones la capacidad de investigación de una institución o

FIGURA 25  
PRINCIPALES MÉTODOS EMPLEADOS POR LOS CONTACTOS

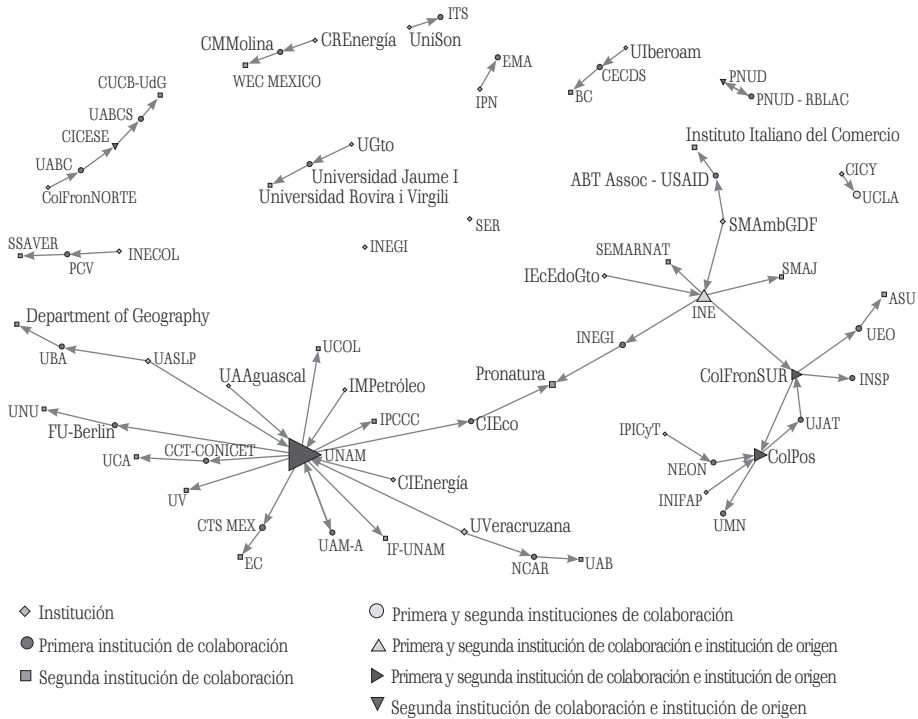


Fuente: Elaboración propia con datos de encuesta realizada en 2010.

país. En el caso que hemos analizado se encuentran instituciones más proclives a la colaboración, tal es el caso de la UNAM, pero se aprecia que las únicas instituciones que interactúan son el CICESE y la UABC. Esto significa que investigadores de cada una de las instituciones aceptaron tener relaciones con la otra, situación que no ocurre con otras instituciones de la encuesta realizada. Lo importante es destacar estas intercolaboraciones para el diseño de políticas públicas de investigación en México y en aquellas relacionadas con el cambio climático que pueden servir de incentivo (figura 26).

La producción certificada de las instituciones e investigadores ha sido uno de los elementos importantes para juzgar la capacidad de investigación del nivel analizado. Las publicaciones de artículos arbitrados es una señal del nivel de investigación. En este sentido, podemos apreciar que la mayor parte de

FIGURA 26  
COLABORACIÓN INSTITUCIONAL SOBRE TEMAS RELACIONADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: Elaboración con datos de encuesta propias.

instituciones no han publicado artículos arbitrados en los últimos 10 años (periodo especificado de la encuesta). Es posible que una explicación sea que los temas consultados son relativamente novedosos, o bien, que el perfil institucional se haya vertido en otro tipo de producciones.

En todo caso, hay investigadores de instituciones aparentemente pequeñas como la Universidad Autónoma de Morelos (UAMOR) que tienen cuatro artículos publicados, lo que muestra un buen potencial de investigación en esta institución o refleja su ya desarrollada capacidad. Algunos investigadores de la UNAM, la UV y la UASLP han publicado más de cuatro artículos arbitrados en los últimos 10 años (figura 27).

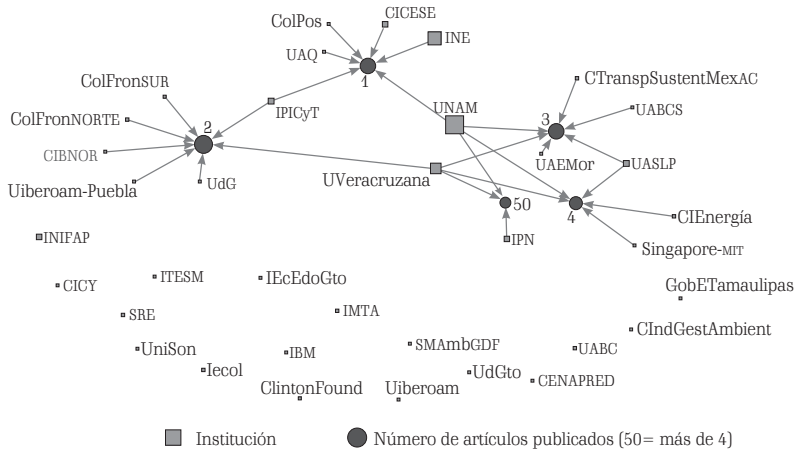
Otra fuente importante de visualización de la investigación es la publicación de capítulos de libro, así como de libros. En el caso que nos ocupa, se aprecia que sólo el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y la UNAM han publicado más de cuatro capítulos (figura 28) y respecto a los libros un investigador reporta haber publicado más de cuatro. En tanto otros de la UAEMOR y la UV reportan haber publicado tres libros (figura 28). Esto da una idea de ciertos investigadores ubicados en las universidades referidas que tienen una alta capacidad de investigación sobre el cambio climático.

En las ponencias presentadas por los encuestados en el plano internacional sobresalen aquellos que no han llevado a cabo ninguna, y luego aquellos que han presentado más de cuatro (figura 29). A los contactos se les consultó sobre las ponencias en el plano local, estatal, regional, nacional e internacional, pero sólo mapeamos las últimas. Sin embargo, en un estudio más amplio podría explorarse la difusión de los resultados de estudios acerca del cambio climático en los espacios mencionados.

Las otras entidades que valdría la pena indagar corresponden con el análisis reticular de la participación de los contactos en programas docentes en todos los niveles profesionales de formación, así como de la participación en estancias de investigación, desarrollo gubernamental y empresarial.

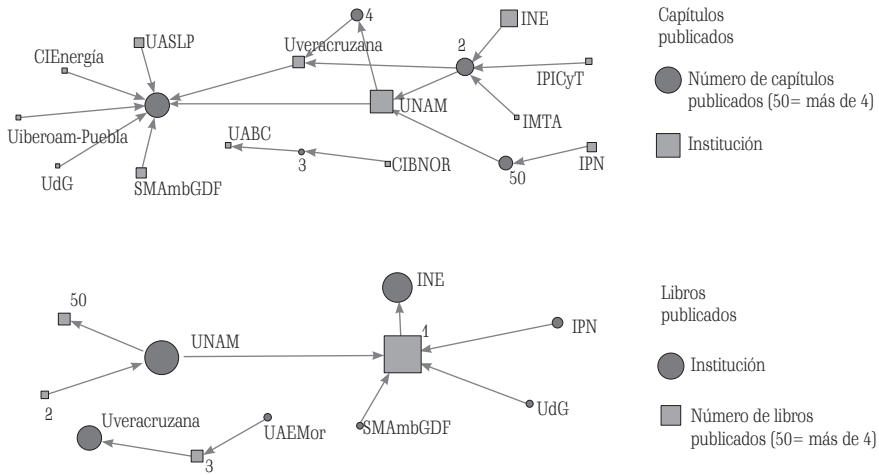
Desde nuestro punto de vista, lo importante en el estudio de la capacidad de investigación se basa en datos y análisis que muestren los vínculos heterogéneos que permitan que los actores involucrados puedan aprehender del conjunto de los estudios, de los otros actores y de las relaciones que sustentan la capacidad de investigación.

FIGURA 27  
PUBLICACIÓN ARTÍCULOS ARBITRADOS DE CONTACTOS DE LAS INSTITUCIONES



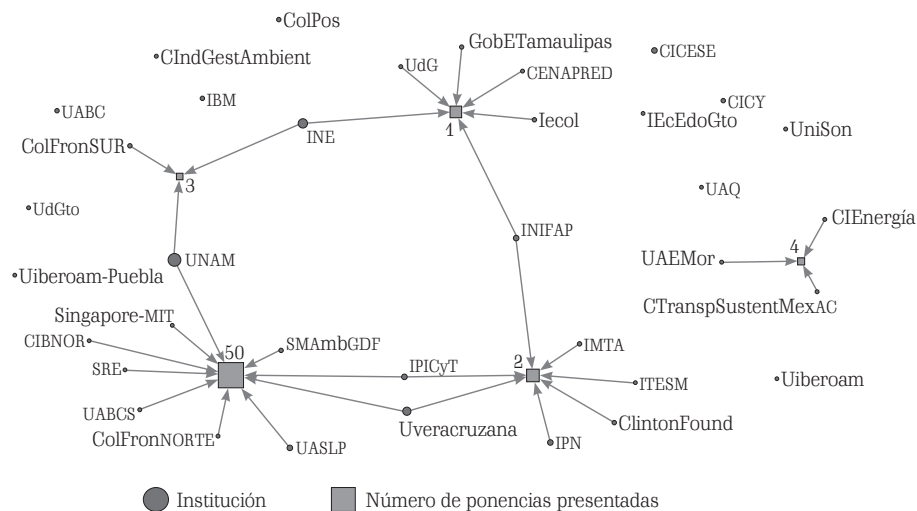
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 28  
CAPÍTULOS Y LIBROS PUBLICADOS POR INSTITUCIÓN



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 29  
NÚMERO DE PONENCIAS INTERNACIONALES POR INSTITUCIÓN



Fuente: Elaboración propia con datos de nuestra encuesta realizada en 2010.

## CONCLUSIONES Y PROPUESTA

Este trabajo de análisis de la construcción del conocimiento del estudio del potencial de investigación mexicano sobre el cambio climático nos ha permitido analizar el contenido de los tres estudios realizados anteriormente, mapear algunos resultados relacionales del estudio de 2008, además de diseñar y mapear un análisis parcial aplicado a contactos de dicho estudio, pero consultados de manera distinta a la organización conceptual del IPCC.

Ahora presentamos algunas propuestas para los estudios del potencial de investigación sobre el cambio climático, de las que se derivan la propuesta de involucrar esquemas analíticos que tomen en cuenta la perspectiva del investigado y que permita presentar los vínculos heterogéneos que ocurren en la práctica de la investigación.

La primera cuestión a señalar es que los tres estudios anteriores se han centrado en el conocimiento de los recursos humanos y las institucionales de investigación. Nos parece que los estudios también deberían analizar las condiciones materiales de los laboratorios de investigación, así como los aspectos simbólicos que sincronizan la investigación (Arellano, 1996b). Asimismo, un

enfoque que conjugue estos elementos podría ayudar a esclarecer la potencialidad reticular de la investigación sobre el cambio climático en México. Por lo tanto, la cuestión es aceptar que los estudios se han centrado en el conocimiento de los recursos humanos de investigación.

Cada estudio implica implícita o explícitamente un enfoque epistemológico que se expresa en las categorías ordenadoras que se emplean. Desde esta perspectiva, observamos que los tres trabajos previos emplean un repertorio de categorías proveniente del bagaje oficializado por el IPCC para analizar el fenómeno del cambio climático.

La utilización de determinadas categorías y enfoques epistémicos representa una forma de extender y profundizar ciertas formas de pensar, de elaborar conocimientos y de uniformizar el estado cognoscitivo colectivo para seguir accediendo al mundo de las formas relativamente establecidas. Específicamente, en los estudios que hemos analizado, se adquieren las categorías con las que de manera oficial se han estado empleando en el estudio del fenómeno del cambio climático, estas categorías tienen una estructura consistente en tres momentos: primero, el estudio del fenómeno del cambio climático en sí mismo (observación); el estudio de los efectos del fenómeno en distintos ámbitos (vulnerabilidad) y, finalmente, las respuestas que los hombres pueden ofrecer al fenómeno (mitigación y adaptación). Estas categorías organizan la producción del conocimiento general y son enriquecidas de infinidad de maneras específicas, pero guardando la estructura matricial.

La estructura cognoscitiva anterior ha estructurado los estudios, parafraseando a Bourdieu (Bourdieu, 1976), de manera que las categorías funcionan en calidad de filtros por lo que la diversidad cognoscitiva de los investigadores bajo estudio debe ser reorganizada. Dos instancias cognitivas deben sincronizarse: la organizadora de los investigadores y las de los mismos consultados. Los tres estudios corresponden con la primera perspectiva, la cual no está mal pero puede complementarse con otra que se acerque más a estudiar la mirada del investigador consultado. Ésta es la perspectiva que se encuentra ausente en los estudios a los que nos hemos referido en la primera parte del texto.

Recuperar la perspectiva de la persona consultada puede hacer visibles ciertas categorías puestas en escena por los actores mismos, esto lo saben quienes han realizado estudios etnográficos y bibliométricos, entre otros. El uso generalizado de palabras clave en los recursos bibliográficos y administrativos



de la investigación ha permitido dar cuenta sencilla y algorítmicamente de la organización del conocimiento institucionalizado (Tichit, 1999; Mogoutov, 1998; Callon y Courtial, 1995), mientras que los antropólogos han dado cuenta de la perspectiva del entrevistado desde hace mucho tiempo.

En los tres estudios analizados no aparecen las categorías que institucionalizan la práctica de los académicos en el mundo, tales como campo de conocimiento, disciplina, objeto de estudio, método de estudio y otras con las que los contactos se identifican profesional e institucionalmente. Además entendemos que escoger una vía de investigación en la que se tenga que analizar la diversidad de categorías empleadas por los encuestados se compromete con la propia tecnicidad disponible para el análisis; de manera que si las técnicas analíticas disponibles no permiten tratar con datos diversificados y heterogéneos, no es posible plantearse tratar objetos de estudio desde la perspectiva del investigador encuestado.

Las dificultades técnicas se vuelven desafíos epistemológicos que, cuando son aplicados en el estudio del conocimiento del cambio climático, obstaculizan esclarecer problemas como la determinación de si el cambio climático es un dominio de conocimiento o un problema de investigación. La organización temática del IPCC ha convertido el cambio climático en un dominio de conocimiento en el que la organización cognoscitiva convencional ha quedado supeitado a las categorías derivadas del panel; sin embargo, en el plano de la investigación concreta de los científicos ocurre que no necesariamente toman el cambio climático como objeto de estudio, sino como vehículo para el estudio de sus propios temas, o bien al contrario, que estudiando algún fenómeno particular sobre el que pueda afianzarse cierta empiricidad sirva para evidenciar o no el cambio climático.

En general, la ausencia de la perspectiva del investigador consultado impide reconocer que las empiricidades de sus investigaciones aluden a un sistema de evidencias que no necesariamente permiten empíricamente mostrar o no el cambio climático, sino la correlación de un sistema de variables diseñadas en términos de independencia y dependencia, que sólo pueden dar cuenta de relaciones entre ellas mismas pero no de las causas o efectos del cambio climático.

No obstante, recuperar la opinión de los encuestados tiene sus propios desafíos. Se requiere estar seguro de disponer de una tecnicidad analítica, en este caso

informática, que permita analizar grandes bases de datos heterogéneas y que la información pueda presentarse como evidencia gráfica para darle consistencia y veracidad al enfoque. También se requiere que el propio encuestado tome la palabra y se exprese en esos marcos menos restrictivos para que tome sentido la inversión metodológica. En nuestra encuesta tuvimos resuelto el problema técnico, pero no la capacidad de convocatoria que nos permitiese convocar a los investigadores de opinar. En todo caso, con los datos de las 120 encuestas recibidas hemos presentado la potencialidad de la investigación mexicana sobre el cambio climático. En las gráficas que presentamos pueden apreciarse las posibilidades analíticas e interpretativas derivadas del mapeo de los datos del formulario.

En el mapeo presentado, el lector y visualizador pueden encontrar relaciones que no necesariamente son analizadas por el autor de este trabajo en la descripción analítica ni son los de mayor visibilidad; por ejemplo, en la figura 23 la red semántico-social que gira en torno al término ciencias ambientales tiene un alto nivel de heterogeneidad institucional y conceptual, que puede ser un recurso potencial para los actores que se señalan en este tema, o bien apreciar que el INE, por su naturaleza, tiene un alto grado de vinculación con temas sociales y técnicos heterogéneos a diferencia de otros actores que tienen vínculos de contenido restringido.

Finalmente, deseamos que los nuevos estudios sobre la capacidad de investigación mexicana sobre el cambio climático puedan verse enriquecidos con el estudio del sustento material de las investigaciones específicas de los científicos, de su sincronización teórico-epistemológica de sus campos científicos, que pueda recuperarse la perspectiva del investigador encuestado para evitar ser presa de las categorías apriorísticas que preforman el conocimiento sobre el conocimiento del cambio climático, y que sea posible presentar cartográficamente la información para mejorar la interpretación e imaginar posibilidades de relaciones interdisciplinarias de los diversos aspectos sociales y simbólicos realizados por los investigadores del cambio climático en México.

Este tipo de estudios sobre la potencialidad de la investigación en cambio climático nos servirán para escoger comunidades e investigadores representativos de los dominios y disciplinas observadas para establecer observaciones a nivel etnográfico y avanzar en el estudio de la producción de conocimientos y técnicas sobre el cambio climático desde México.



### DESCENTRANDO LA DISCUSIÓN SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL CO<sub>2</sub> COMO UNA FORMA DE MEDIACIÓN HOMBRE-ENTORNO

Cuando los naturalistas descentran la causalidad natural del clima recurren a la capacidad de la opacidad del CO<sub>2</sub> para retener energía solar y transmitir esta energía al conjunto de la atmósfera repercutiendo en la escala climática. En esta descentración causal las miradas se dirigen a este gas de efecto invernadero (en realidad efecto atmósfera, véase capítulo IV) para tratar de intervenir sobre su concentración en el aire y conseguir controlar la supuesta relación causal CO<sub>2</sub>-incremento de la temperatura atmosférica.

De este primer armado causa-efecto surge la posibilidad de que el hombre pueda participar en la regulación del CO<sub>2</sub> mediante la disminución de su concentración reduciendo la emisión de este gas. Al final, una idea política se sintetiza en la frase “si queremos disminuir el calentamiento climático debemos reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>”. Para en seguida pasar a la discusión político-administrativa a fin de reducir la emisión de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Toda la argumentación se concreta al tema de la reducción del CO<sub>2</sub> para conservar la vida humana en el planeta, colocando al CO<sub>2</sub> en el centro de cualquier discusión climática y humana.

Este libro se ha tratado del cambio climático pero sin centrarse en el CO<sub>2</sub>. Ahora nos gustaría también hacerlo a partir del bagaje desarrollado en los diferentes capítulos que conforman este volumen y mostrar que la aparente dispersión de los capítulos toca indefectiblemente en esta descentración.

En el capítulo I hemos visto que la propuesta de un programa antropológico de los saberes definido como el análisis de la epistemología y tecnología social nos conducen al estudio y a la observación etnográfica de escenarios tecnocognitivos, las dimensiones heterogéneas sociales, materiales, naturales,

simbólicas e intersubjetivas en las que se desenvuelve la vida contemporánea entre los hombres y en relación con entidades no estrictamente humanas, justamente como el CO<sub>2</sub> y que integran la experiencia individual y colectiva en el mundo (Descola, 2005: 135).

La propuesta de una epistemología de sustento antropológico que surge de la crítica a la epistemología política esquematizada de modo binario en ciencias/política; del análisis del impacto de la epistemología posmoderna en la relativización de la naturaleza y la cultura; del examen epistemológico de la “guerra de ciencias”; de la indagación de los recientes trabajos en antropología de ciencias y de la epistemología para intentar suturar epistemológicamente las separaciones cognoscitivas orientadas hacia la naturaleza o la cultura, y de allí que nos podemos preguntar, ¿es el CO<sub>2</sub> una entidad estrictamente natural o estrictamente humana? La respuesta es que a partir de los debates sobre su conceptualización se comprende que el CO<sub>2</sub> no tiene otro origen más que la introducción al mundo occidental realizada por Joseph Black en 1754 mediante su conceptualización (Guerlac, 1970-1980). Su existencia previa no tiene significación humana y en cambio es a partir de esta introducción que puede desplazarse hasta tiempos prehumanos.

Por estas razones, en el capítulo I hemos aprendido que la vía para continuar el camino de eliminación de las fracturas modernistas y las relativizaciones desenfundadas posmodernistas, sería necesario instrumentalizar una matriz observacional y reflexiva sobre la hominización a partir de sus dimensiones heterogéneas. El CO<sub>2</sub> es una entidad heterogénea e introducida a mitad del siglo XVIII en el proceso de hominización.

Este programa de trabajo de una epistemología antropológica como conocimiento del hombre, considerando que la antropología como teoría del saber del hombre en el mundo, puede ilustrarse mediante el estudio de los colectivos que investigan y debaten sobre un tema de gran valor epistemológico político simbolizado en el tema del llamado cambio climático.

En el capítulo II hemos visto cómo el conocimiento es una mediación elaborada por el hombre que da cuenta de la epistemología de su elaboración humana, del conocimiento del hombre en sí mismo y de su inserción en el mundo. Por lo anterior, sin los trabajos seminales sobre el clima expresados en *Meteorológicas* y *Los meteoros* no habría sido posible crear las mediaciones sociales,

simbólicas, técnicas e intersubjetivas que hoy nos permiten interactuar con la atmósfera como lo hacemos hoy día. Entonces, nuestra inserción a la atmósfera sería de otra manera, con otras categorías, otros instrumentos e instituciones eruditas distintas a las que conocemos. Por ejemplo, hoy sabemos que las atmósferas de Marte y Venus contienen  $\text{CO}_2$  (Mendoza *et al.*, 2006), pero lo sabemos sólo gracias a la intervención humana científico-tecnológica, misma que produce mediaciones entre esos planetas y la actividad científica.

*Meteorológicas* y *Los meteoros* son una polémica durable entre filosofía natural e historia natural; entre un Aristóteles que parece espiritualista —pues considera que la materia es el resultado de la potencia— y un Descartes que parece un tipo de materialista (paradójicamente religioso) ya que considera que, ante todo, lo primero es la materia sutil y ella posee simultáneamente materia y movimiento. La obra epistemológico-meteorológica aristotélica es antimitológica, antiatomista y pro-vacío. La descripción y ubicación esférica de los fuegos, el aire, el agua, la tierra y la transmutación de sus cualidades a partir de elementos definitivamente meteorológicos. En cambio la obra epistemológico-meteorológica cartesiana es religiosa, antiatomista y antivacío.

Los movimientos de rotación y traslación de la apriorística materia sutil explicarían los cambios de las cualidades de los cuerpos. Aplicando los preceptos metodológicos de la evidencia, del análisis, del orden y de la recapitulación a las causas de la materia sutil, se despliega un estudio meteorológico vinculado estrechamente a la meteorología. La química de la atmósfera no se había desarrollado en tiempos aristotélico-cartesianos, por lo que la noción de  $\text{CO}_2$  y de la tipificación del efecto calórico de la atmósfera no se había introducido en el mundo. Cuando así sucedió, se modificaron notablemente las nociones atomistas, etéreas y antimitológicas de aquellos remotos tiempos. También una especie de transmutación aristotélica se ha vuelto hoy una tecnología que permite obtener los materiales más sofisticados, inéditos y artificializados por la acción humana, pero no por ello perdiendo su componente material.

A pesar de sus diferencias, una conclusión es fuerte: existe un vínculo epistemológico orgánico entre conceptos y epistemología, respecto al estudio de los meteoros, en la filosofía y meteorología aristotélica, así como la respuesta racionalista a la filosofía especulativa aristotélica de la parte de Descartes. En ambos casos, el estudio de la atmósfera expresado en la obra meteorológica fue un

tema casuístico de las epistemologías aristotélica y cartesiana. En aquellos momentos, los principios epistemológicos se aplicaron al estudio de los fenómenos atmosféricos con un alto rendimiento cognoscitivo y filosófico. Hoy en día, los estudios sobre la concentración del CO<sub>2</sub> en la atmósfera están mostrando las dificultades epistemológicas de sostenerlos exclusivamente como entidades naturalísticas o como productos de la sociedad industrial.

El conocimiento de esta historia aristotélica y cartesiana de vinculación entre la epistemología y el caso de la meteorología permite poner en escena la condición de este vínculo en nuestra época. *Grosso modo* observamos que en la actualidad la meteorología ha crecido en empiricidad y visibilidad política hasta volverse una disciplina ineludible en las discusiones de los grandes desafíos mundiales, portando implícitamente una epistemología sobre el mundo contemporáneo. Lo anterior queda expuesto en el reciente alcance global de la discusión y reflexión en torno al llamado calentamiento climático; situación asimétrica respecto a la minimización de la epistemología oficial, depotenciada de la reflexión de grandes problemas del mundo e incapaz de vincularse cognoscitivamente con la meteorología y la climatología como sendos estudios de caso capaces de ayudarlo a reformarla. Pero en el centro de esta discusión, el CO<sub>2</sub> se ha convertido en un tema de política (Giddens, 2009).

Sin embargo, hoy parecería que los campos analíticos y aparatos críticos generales heredados de la modernidad cartesiana se encuentran atrapados en una división científica esclerotizada y sustentada en una ontología que divide las causas en naturales y sociales, que impide volver a poner en relación la epistemología de las investigaciones sobre el estudio del caso atmosférico y la renovación de la reflexión de la epistemológica generalizada (Arellano, 2011). Dicho de otro modo, si en los momentos aristotélicos y cartesianos existía un vínculo solidario entre epistemología y contenido empírico meteorológico, la cual fue socavada por escolásticos y positivistas, respectivamente; actualmente existe una empiricidad meteorológica muy fuerte y también una discusión epistemológica muy intensa, pero dividida implícitamente en los dominios naturalísticos y sociológicos, como hemos esbozado en el capítulo I.

Desde luego, este atavismo epistemológico no está impidiendo que las investigaciones asociadas al cambio climático, y en particular la atribución del CO<sub>2</sub> con algún papel causal en este fenómeno, estén viviendo momentos de creatividad.

Éste es el caso de las nuevas formas de organización de los debates científicos en instancias internacionales como el IPCC<sup>110</sup> y la construcción experimental de mercados de carbono a nivel mundial y nacional, misma que ha abierto la puerta hacia nuevas políticas económicas (Stern, 2007; Callon, 2009; MacKenzie, 2009; Muniesa y Callon, 2007) que merecen ser analizadas con nuevos instrumentos epistemológicos, como el propuesto en este libro.

En los tiempos actuales existe una infraestructura científica y técnica nunca antes vista, que posibilita escudriñar todos los rincones del clima y los meteoros del planeta, pero esta parafernalia no corresponde con el interés en el estudio de la filosofía y la historia natural ni con la epistemología del mundo. El problema que actualmente padecemos es que con las preocupaciones sobre el cambio climático tenemos el estudio de caso, justamente como en los tiempos aristotélicos y cartesianos, pero asimétricamente no existe el suficiente interés filosófico ni epistemológico que acompañe críticamente la elaboración de los saberes y la empiricidad sobre los fenómenos atmosféricos y climáticos. Precisamente por esta insuficiencia en el acompañamiento crítico es posible el uso alarmista de la elevación en las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y el consecuente detenimiento de las controversias sustentadas en interlocuciones organizadas y orientadas hacia el entendimiento.

El capítulo sobre la importancia de los vínculos entre la filosofía y la metodología respecto a los estudios de caso *Meteorológicas* y *Los meteoros* nos conduce a que dos preguntas epistemológicas generales sean ineludibles: ¿será posible volver a tener las discusiones de gran envergadura sobre la epistemología como en tiempos aristotélico-cartesianos?, ¿podrán el clima, los meteoros y el CO<sub>2</sub> ser los estudios de caso de una discusión epistemológica generalizada como antaño ocurrió?, ¿podremos convertir las dificultades cognitivas científicas del estudio de la atmósfera y el CO<sub>2</sub> en la heurística epistemológica del mundo contemporáneo?

De nuestra generación dependen las respuestas a estas cuestiones, y no sólo demandarnos sí o no se calienta el clima, y si la causa del calentamiento es o

<sup>110</sup>Hay que destacar cómo este modelo del IPCC está sirviendo para organizar los debates en otros temas, particularmente en el de la biodiversidad, representada por la recientemente creada Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) (<http://www.ipbes.net/>), consultada el 19/01/2013.



no un principio antrópico. Esperamos que luego de haber expuesto estas antiguas investigaciones y controversias meteorológicas, sea más fácil percibir la interacción de los hombres occidentales con lo que ahora llamamos clima y atmósfera, y en la elaboración de toda una epistemología política occidental sobre el fenómeno humano en el mundo.

En el capítulo III abordamos el conocimiento de la física de la atmósfera desde Aristóteles, pasando por Descartes, desplegado con precisión instrumental en la Modernidad, que ha permitido comprender numerosos mecanismos que están en la base de los conocimientos climáticos y ahora en el termodinámico del CO<sub>2</sub>. Estos conocimientos constituyen una parte de la relación mediada de los humanos con su ambiente, creando una unidad indisoluble.

Numerosas etnografías de laboratorios científicos contemporáneos han mostrado la paradoja, según la cual las prácticas científico-tecnológicas ocurren como fenómenos heterogéneos, pero que al final sus resultados son expuestos en representaciones naturalísticas y sociológicas. Por lo tanto, estaría claro que la separación epistemológica de las entidades naturalísticas y humanas es contingente, provisional y negociada. Desde el establecimiento de los laboratorios y discursos científicos en el siglo XVI, esta epistemología que escindía las entidades naturales de las humanas había funcionado relativamente bien hasta hace algunas décadas. El problema epistemológico fue que cada uno de estos polos vivió un proceso incesante de separación cognoscitiva expresada en la hiperdisciplinarietà que ocurrió en las últimas décadas del siglo XX.

En el caso de la climatología, los científicos eran naturalistas de tiempo completo. Todas las variables causales del clima eran naturales hasta que en determinado momento se introdujo la variable antrópica, misma que fue recogida por las nuevas instituciones gubernamental-científicas encarnadas en el IPCC. El fenómeno del calentamiento climático fue interpretado como la adición de causas naturales y humanas, y a partir de este momento una serie de controversias se desataron entre científicos y colectivos de todo tipo. Este fenómeno no llega a conformar propiamente la situación conocida como la “guerra de ciencias” de fines del siglo pasado, aunque sí se presenta una guerra por el papel que juega el CO<sub>2</sub> en el mundo, y particularmente en el de la termodinámica, de la fotosíntesis, de su acumulación geológica del CO<sub>2</sub> a lo largo de miles de millones

de años, etcétera. En todo caso, estos debates reflejan una tensión epistemológica profunda en la organización de las ciencias y de las otras prácticas humanas.

En efecto, el tema del calentamiento climático ha introducido una tensión en la forma de producir los conocimientos que hemos denominado “recalcitrancia epistemológica modernista”, entendida como una situación de tensión epistémica esencial en la producción de conocimiento, en la que los investigadores describen fenómenos a los que atribuyen causas heterogéneas antropogénico-naturalísticas, pero que son explicadas mediante categorías que remiten a causas homogéneas antrópicas o naturales. Esta recalcitrancia epistemológica modernista que hemos seguido a lo largo del capítulo III, proviene de las dos secciones del conocimiento contemporáneo: ciertos naturalistas recalcitrantes introducen subrepticamente nuevos arreglos causales y ciertos sociólogos los aceptan disimuladamente.

Asimismo, otros naturalistas ortodoxos se mantienen en una situación de ciencia normal, pero paradójicamente como sociólogos ortodoxos se ven impactados por los argumentos antropogénicos; es decir, excepto los naturalistas ortodoxos, buena parte de los análisis sobre el cambio climático han sido impactados por una epistemología, que reconociendo causas heterogéneas, mantiene difícilmente explicaciones causales diferenciadas. La misma recalcitrancia ocurre en el manejo erudito del tema del CO<sub>2</sub> en la atmósfera, incluyendo el de la economía política y los mercados de carbono.

Sin embargo, de ningún modo es posible establecer qué puede ocurrir en el ambiente de tensión esencial que se vive actualmente y, por lo tanto, no puede afirmarse que la epistemología modernista pierda utilidad epistémica y política. De hecho, la economía del carbono estaría capitalizando el saber técnico de la producción industrial del CO<sub>2</sub>, cuantificable para lograr establecer un mercado de carbono, es decir, una política de intercambio de CO<sub>2</sub> entre sectores sociales, países y regiones económicas.

Para nosotros el tema del cambio climático brinda la oportunidad de realizar un programa de trabajo generalizado de antropología de epistemologías sociales, en el que deban estudiarse las prácticas humanas (incluidas las prácticas cognoscitivas) que han permitido a los grupos de investigadores o de actores eruditos acordar sus conocimientos, negociar sus métodos y evidenciar los aspectos empíricos sobre el denominado fenómeno del cambio climático y de la atmósfera en general.

Desde una perspectiva de la epistemología social, la cuestión que se plantea es la siguiente (capítulo V): ¿cómo acercarse al estudio de la investigación mexicana sobre el cambio climático? La respuesta, en general, es estudiando las prácticas de investigación de los colectivos que están generando conocimientos y técnicas al respecto. De modo que estos estudios deben preceder a la identificación del dominio del estudio del cambio climático en México, para lo cual hemos procedido a realizar un acercamiento a esos equipos y grupos de investigación, mediado por la generación de un mapa del dominio del tema.

Este mapeo de la investigación mexicana en cambio climático nos ha servido ya para escoger comunidades e investigadores representativos de los dominios y las disciplinas observadas para establecer observaciones a nivel etnográfico y avanzar en el estudio de la producción de conocimientos y técnicas sobre el cambio climático desde México.

Ahora bien, siguiendo el descentramiento del tema del cambio climático al del CO<sub>2</sub>, nuestra elección cognoscitivo-epistemológica sobre el contenido mezclado de materialidad, conocimiento, técnica y colectivos del cambio climático nos permite avanzar en la indagación epistemológica y abrir el tema a nuevas constelaciones cognoscitivas sobre la construcción colectiva del entramado denominado cambio climático y el papel que los actores asignan al CO<sub>2</sub> en este fenómeno.

Es de suponer que el cambio climático es un fenómeno natural-político enmarcado en uno mayor, que es el vínculo de los humanos con su entorno; que el conocimiento y la técnica son acciones sociales mediadoras del hombre con el fenómeno climático; que la construcción de dispositivos heterogéneos sustentados en una epistemología unitaria de los hombres y sus ambientes son la mejor respuesta a los desafíos del entorno, incluidos los atmosféricos y los que juega el CO<sub>2</sub>.

La epistemología social es activa y tiene consecuencias, como toda acción humana y una de ellas consistiría en que las llamadas ciencias sociales no necesariamente tienen que seguir el pulso que les marcan otras disciplinas, reiterando afirmaciones repletas de contenido social (recordemos que todas las ciencias son humanas), como es el caso de la circulación de conceptos realizada por los sociólogos neortodoxos. En cambio, las prácticas cognoscitivas tienen hoy la oportunidad no sólo reiterar que la idea de cambio climático es una

construcción social mediante la fabricación social de CO<sub>2</sub>, sino de estudiar todo el abanico social de constructores de la idea de cambio climático y dar cuenta de su controversial elaboración en el mundo de los científicos, de los políticos, del público en general, de los grupos de interés, de las organizaciones no gubernamentales, de los grupos étnicos, etcétera.

De estos estudios es posible entender no sólo el cambio climático, sino la ubicación y la acción del hombre en el mundo; es decir, en el fondo se trata de la construcción de una antropología del cambio climático y de la fabricación de CO<sub>2</sub> como objetos de estudio del fenómeno humano en el mundo.

En el capítulo IV expusimos cómo una característica de la socialidad del conocimiento consiste en que no existe elaboración del conocimiento sin controversias. Las controversias evidencian el abanico de soluciones teóricas y prácticas posibles, en tanto que su contraparte, las negociaciones, muestran los nudos de racionalidad comunicativa enraizados en los colectivos (Arellano, 1999: 48), y representa la construcción simultánea de objetos y de sujetos, de científicos y de público. El tema del cambio climático no tiene por qué ser la excepción a estos procesos controversiales, que pueden ser negociados colectivamente.

Los debates científico-técnicos no politizan la producción científica. Todos los debates científicos son intrínsecamente políticos, puesto que son organizados por los actores sociales, siempre portadores de intereses y valores. Esta característica valorativa e interesada en el conocimiento es otro aspecto que muestra lo que llamamos epistemología política.

El impacto de los debates entre creyentes de la causa antrópica del cambio climático y los negacionistas, en las academias de ciencias de Francia y el Reino Unido, ha llegado al centro de la argumentación del origen del CO<sub>2</sub> atmosférico. Se trata del punto crucial sobre el conocimiento de las relaciones entre concentración de CO<sub>2</sub> y el incremento de la temperatura, pues normalmente el planteamiento convencional reza que el incremento del CO<sub>2</sub> aumenta la temperatura; pero el asunto es que puede ser a la inversa, como reconocen algunos científicos y las academias de ciencias de Francia y el Reino Unido. La RS lo menciona en un párrafo cuando dicen: “En otras palabras, los cambios en el CO<sub>2</sub> pueden conducir al cambio climático y el cambio climático también puede alterar las concentraciones de CO<sub>2</sub>” (RS, 2010: 9). Desde luego, hay que agregar

a aquellos científicos que opinan que el CO<sub>2</sub> es la fertilización del proceso de fotosíntesis, sin el cual simplemente se vería ralentizada.

Si el fenómeno humano consiste en una interacción con las entidades ambientales y, por lo tanto, con el clima, el argumento de la causa antropogénica es una ganancia epistemológica importante, pues esa tensión esencial recalci-trante evidencia el agotamiento de la división moderna entre naturaleza y cultura (véase capítulo III), pero también muestra aún su parcialidad. Ahora faltaría que los defensores de esta idea antropogénica consideren que no es el hombre quien lo comanda en todas sus partes, y que existe la posibilidad de que no sea una adición de causas, sino una mezcla indisoluble de ellas.

En la mirada de conjunto que estamos haciendo, podemos reafirmar la frase: “Sí, irremediablemente el hombre modifica el clima, su fuerza de inter-acción en el mundo no puede ser evitada; aún más, el hombre altera el curso de todo ambiente que le rodea y que le penetra” (capítulo IV). Indudablemente la producción industrial de CO<sub>2</sub> es un fenómeno particularmente antrópico, pero incluso maximizando la fuerza antropogénica en la producción de los fe-nómenos, no puede considerarse que el hombre actúa sin ningún desenfreno ni marco material que le acote; dicho de otro modo, el hombre no puede pretender el idealismo radical según el cual todo sale de la cabeza de los hombres, defini-tivamente, no todo lo que pasa en el mundo es causa de él.

El calentamiento climático y la presencia de CO<sub>2</sub> (desde la introducción por Black en el siglo XVII) son fenómenos causados de manera simultánea por el hombre como por su entorno, gracias a las mediaciones simbólicas, sociales, artefactuales e intersubjetivas que ocurren entre los hombres y entre ellos y su entorno; de modo que un análisis pertinente debería poner énfasis en las for-mas, los mecanismos, la escala y los ámbitos de las interacciones simultáneas de las entidades extrahumanas y humanas en el mundo.

Como hemos visto antes, una forma de observar esta interacción consiste en el análisis de las controversias tecnocognoscitivas que ocurren entre los actores involucrados a propósito del cambio climático; toda vez que ellas producen las diversas formas de representar la acción simultánea del hombre con la atmósfera. El problema de las controversias en torno al clima y a la climatología nos reenvía a otro de una epistemología como teoría de la socie-dad, en el que el monismo haeckeliano nos puede servir para aclarar un asunto

de ecología política expresado como el tipo de relación que mantienen los colectivos sociales con el CO<sub>2</sub>, pero extendida a la escala antropológica de la hominización.

El punto entonces es cómo abordar el cambio climático desviando la atención de la fabricación de CO<sub>2</sub> (los especialistas influidos por los discursos del IPCC emplean el término de naturalístico “liberación de CO<sub>2</sub>”). Aprovechando la discusión hasta aquí desarrollada, podemos remontar del caso del cambio climático al tema de la ecología política entendida como epistemología política. En efecto, el asunto de la “liberación de GEI”, y particularmente de CO<sub>2</sub>, es un asunto de ecología política y de contaminación de la actividad humana de su entorno. Las ciencias y las filosofías contemporáneas podrían tomar ese caso como uno más de la contaminación general del hombre sobre su entorno, y tomar las consecuencias que de ello se deriven en las escalas correspondientes.

Esta perspectiva permite releer el problema de los “gases de efecto invernadero” desviándolo de las perspectivas transmitidas por el IPCC y sus seguidores. El primer resultado del descentramiento significa que los GEI, entendidos como los causantes antrópicos del cambio climático, está en vías de demostrarse de forma adecuada en el curso de las investigaciones y los procedimientos controvertidos entre los científicos involucrados con este tema. Pero independientemente a la certeza y la precisión causal del cambio climático, los GEI, y principalmente del CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, confrontan a los colectivos contemporáneos a un problema de contaminación de gran envergadura proveniente de la generación de una masa impresionante de sustancias gaseosas (figura 14).

La producción y liberación a la atmósfera de contaminantes, algunos de los cuales son llamados gases de efecto invernadero, son un problema ineludible. Desde nuestra óptica, no se requiere ninguna asignación causal para actuar en pro de su control y estudio respecto a otras dimensiones de las causas y los efectos. Nuestro interés en este libro va dirigido a la reflexión y enfrentamiento de las acciones del hombre en el mundo, incluida la contaminación por CO<sub>2</sub>.

La contaminación con gases de efecto invernadero es sólo una parte de toda la generación de polución del mundo. Cada industria tiene su propia forma de contribuir a ésta, de modo que la industria del petróleo empleado como combustible produce la contaminación atmosférica (principalmente CO<sub>2</sub>, CO, HC, NO<sub>x</sub> y aerosoles), la industria química causa una gran cantidad

de sustancias tóxicas (CFC, PVC, etcétera) que corrompen aire, agua y tierra; la industria biológica provoca la contaminación de seres vivos; la industria nuclear lo hace por radiación; la industria genómica ocasiona daños genéticos y la nanotecnología genera la contaminación a nivel molecular. Todas ellas representan un desafío de comprensión socrónica y, por lo tanto, de posiciones epistemológicas, científica e industriales que posibiliten tomar conciencia y acciones performativas de la contaminación humana y sus consecuencias en el mundo.

La visualización del cambio climático como fenómeno híbrido compuesto de varias entidades que median la relación de los hombres y de éstos con su entorno, ayudaría a entender que el cambio climático es en parte un fenómeno resultante de la llamada contaminación planetaria que el hombre mantiene con su entorno, y que toma la forma de vínculos atómicos y genómicos, edáficos, fisiológicos, entre otros, que indicarían la necesidad de abordar estos últimos temas en el mismo haz epistemológico de ontología heterogénea generalizada. Hoy en día el desafío más acuciante se refiere al cambio climático, pero mañana será el genómico, el nuclear, el de la desertificación y otros tantos que se expresarán también como fenómenos heterogéneos.

La contaminación no es un subproducto de la práctica humana, pues forma parte del proceso de hominización y es un tema de gran envergadura epistemológica y ecológica, ella es una práctica humana. La contaminación forma parte del fenómeno de las mediaciones de los seres con su entorno; es tan artificial como el conocimiento y la tecnicidad, las cuales son completamente ajenas al mundo no humano. De modo que antes de juzgar a la contaminación como indeseable moralmente, habría que examinarla epistemológicamente y definir su encuadre comprensivo. En general, la contaminación es la cara oculta de la hominización, es una mediación del hombre con su entorno que supera el análisis de las externalidades o de los elementos indeseables del desarrollo. Es la basura que ya no puede reincorporarse al entorno sin nuevas formas de intervención humana, ella representa una de las improntas humanas en el mundo.

En el libro *Le mal propre*, Serres (2008) aborda el tema de la contaminación en términos generales como uno de los fundamentos de la apropiación de los seres del mundo. Parecería que una entidad “limpia” sugiere estar ausente de propiedad, indicación de no pertenecer a nadie y, por lo tanto, la disposición

a ser poseída. Así, la marca de cualquier tipo (sonora, impresa, habitual), la firma en el papel, el logo en los objetos, todos estos aspectos marcados reenvían a la idea de ser propiedad de alguien. Parecería que las ideas de Serres nos conducen al cinismo de entender que el hecho de habitar un lugar conlleva implícitamente a su contaminación, al señalarlo, marcarlo, ensuciarlo.

Luego entonces, la contaminación sería un símbolo de apropiación por algún ser de su medio, “un derecho natural precedente del derecho positivo y convencional” (Serres, 2008: 16). Las entidades que emiten contaminación se apropian del mundo, haciéndolo suyo, ensuciándolo, contaminándolo. En este sentido, no hay ninguna duda que la contaminación es, tautológicamente, un fenómeno antrópico, por lo que la liberación de CO<sub>2</sub> y otros GEI a la atmósfera, que no son provenientes de la actividad de los organismos y de otras fuentes no-humanas, son sencillamente un fenómeno antrópico.

Serres distingue ingenuamente la contaminación dura y la dulce. La primera comprende los residuos sólidos, líquidos o gaseosos que lanzan las grandes empresas. La dulce corresponde con la escritura, los signos y los logos (la publicidad que inunda el espacio rural, cívico, público y paisajista). De hecho, ambas están intrincadas pues buena parte de la publicidad promociona el consumo masivo de la “contaminación dura”.

La contaminación tiene una estructura y una espacialidad social y política, es una frontera entre sectores que teniendo recursos la alejan o se alejan de ella y de sectores que se acercan a la contaminación, haciendo incluso su propio modo de vida, o son empujados a vivir en ella. De acuerdo con Serres, hay una correlación entre nivel de propiedad y nivel de contaminación. Esta correlación puede rastrearse de las estructuras de los debates y de las negociaciones de los puntos de vista de las partes.

El pago por el derecho de contaminar es una postura cínica que tiene que ver con las externalidades, no con la argumentación del fenómeno. Dicho argumento del pago ambiental hace contracircuito con la racionalidad del fenómeno. Al monetizar el fenómeno se aprecia con claridad la contaminación de la contaminación. Es una contaminación de segundo orden. Aplicando la teoría del valor a los antibienes, gracias a una inversión de las externalidades.

La cuestión de la responsabilidad social vinculada al cambio climático, entendido en su versión antrópica, podría ser abordada desde la óptica del



“principio de responsabilidad” como el fundamento de una ética de la civilización tecnológica desarrollado por Jonas (1990). Él enuncia este principio moral según el cual el sujeto social es responsable de las cosas que reivindican su acción (Jonas, 1990), por lo que la responsabilidad debe ser un principio humanista caracterizado por la obligación del poder de proteger y salvar al débil, de la misma forma que el adulto poderoso y fuerte tiene el deber de proteger al recién nacido. El principio de responsabilidad jonasiano es típicamente modernista y compatible con la argumentación antrópica, de manera que se podría proponer a los actores sociales proteger el futuro climático del planeta disminuyendo unilateralmente las emisiones de CO<sub>2</sub>: pero aún en esta decisión modernista, quedará la duda si el planeta continúa el inexorable camino “natural” del calentamiento posglacial.

Tampoco se trata de un respeto aséptico al medio ambiente, de no tocarlo, de sólo mirarlo a la distancia; de cumplir la consigna de recoger la basura del lugar visitado, del rendir exótico el ambiente y rendir al hombre invisible. Pero esta situación significaría mantener la antigua epistemología modernista utópica de intentar separar la naturaleza de los humanos.

Para Serres, la solución al problema de la contaminación reside en la acción de reciclar, pero esta idea puede significar reusar hasta un límite que concentre aún más la contaminación en sitios más recónditos. Para nosotros la solución general sería el diseño de la reintegración epistemológica y la práctica del entorno y los humanos, y viceversa. Esta solución se expresaría respecto a los GEI al aplicar una degradación entendida como biodegradación y homodegradación, y practicar una integración heterogénea de todas las entidades del mundo. Desde luego, la implementación de estas acciones sólo pueden estar precedidas de la crítica a la comprensión epistemológica moderna del mundo y a la búsqueda de una epistemología política sustentada en el estudio matricial de las mediaciones heterogéneas del proceso de hominización.

La contaminación con CO<sub>2</sub>, producto de la industria del petróleo, es resultado de la acción humana y no requiere de alarmas para abordarse, enfrentarse y detenerse. El llamado a la prudencia es en realidad un llamado específico al referido cambio climático, pues el escenario de las contaminaciones en el mundo dibujan un panorama mucho peor que el del calentamiento climático cuando agregamos la del CO<sub>2</sub> al resto de las contaminaciones

que actualmente se están produciendo sin cesar (Rockström *et al.*, 2009). El tema de la contaminación con CO<sub>2</sub> es sólo un caso de la acción humana en el mundo, como fue la meteorología para la filosofía de Aristóteles y la metodología de Descartes.

Las prácticas científicas discursivas respecto al cambio climático y al papel que juega el CO<sub>2</sub> nos están confrontando al análisis de la acción humana en el mundo, particularmente los argumentos antropogénicos ponen en escena la intervención del hombre en el entorno, y en este sentido es un viento fresco a la epistemología que requiere abordarse abiertamente. Sin embargo, los argumentos debieran despojarse de su carácter alarmista de estilo jonasiense pues de otro modo las sociedades estarían confrontadas a respuestas inmediatistas, sin rumbo y colmadas de temores.

Sí, el hombre interviene en el mundo, pero ese hombre no es una entidad purificada como tampoco el entorno es naturaleza pura, ni el lenguaje es solamente una maraña de significados y significantes, ni la sociedad es estrictamente organización de colectivos de hombres etéreos. Todas estas entidades integran las formas de encuadramiento y de relación (Descola, 2005) de la experiencia humana en el mundo, de allí que los problemas cognitivo-climáticos debieran ser un estudio de caso y, en este sentido, darles la urgencia que merecen a partir de una lectura del conjunto de la acción humana en el mundo. Este contexto está dibujado una “nueva” invención de las ciencias (Stengers, 1993) y de las técnicas en la que se elabora una renovada inteligibilidad de los fenómenos y con ello inéditas interpretaciones conceptuales e instrumentalizaciones técnicas.

Finalmente, la otra parte visible de la heterogeneidad natural, simbólica y social del cambio climático se aprecia en las interacciones que ocurren entre las llamadas acciones de adaptación y mitigación, mismas que de conformidad con nuestro enfoque, se mezclan con las pulsiones naturales de la Tierra, los astros y la atmósfera. De modo más claro, podríamos decir que el cambio climático naturalístico y extrahumano se mezcla con la complicación de la sociedad contemporánea proyectando una desigualdad según la cual el fenómeno develará los recursos ahora inaccesibles de ciertas partes del globo, abriendo oportunidades de desarrollo de algunas naciones, países, grupos y sectores sociales; en tanto que en otras regiones los ahora escasos recursos productivos se agotarán agudizando los conflictos sociales.

Aquí vale la pena recitar lo que bien sabía Aristóteles del clima y del cambio climático y que dejó constancia en *Meteorológicas* del siguiente modo (capítulo II):

Esto que se produjo en Grecia para los Argenios y el de los Micenios. En efecto en la época de la guerra de Troya, la tierra de los Argenios, que estaba toda pantanosa, no podía nutrir más que a un pequeño número de habitantes: la Mycenia al contrario estaba entonces en excelente estado; y esto le aseguraba la gloria. Hoy es precisamente todo lo contrario, por la causa que venimos a decir. La Mycenia ha devenido completamente estéril y seca; y las partes de la Argolidea que una vez estaban esterilizados por la inundación devinieron extremadamente fértiles (Aristóteles, *Meteorología*, 1863, libro I, cap. XIV).

La evidencia histórica del cambio climático que nos es enviada por Aristóteles proviene de hace más de 3300 años. Ahora dado que el nivel global de interacciones alcanzado en nuestros días, el planeta mismo ha devenido un dispositivo heterogéneo altamente interconectado, de modo que el verdadero desafío del cambio climático pasa por la comprensión de sus causas heterogéneas y de las respuestas organizadas en dispositivos también heterogéneos que se puedan ofrecer como soluciones cognitivas e instrumentales para alcanzar nuevas fases de hominización y de experiencias del hombre en el mundo, conviviendo con el cambio climático.

Si la *Meteorología* de Aristóteles fue separada de su filosofía, si *Los Meteoros* de Descartes fueron separados de su *Metodología*, si los científicos contemporáneos no pueden sostener más la bifurcación de sus conocimientos climáticos; entonces hoy día pudiese ser que ha llegado el tiempo de no escindir los conocimientos empíricos y la reflexión filosófico-epistemológica y que la epistemología política heterogénea ha llegado para establecerse como epistemología social gracias al tema del cambio climático y otros de envergadura global.

## Fuentes consultadas

- AC11 (Academias científicas de 11 países del G11) (2010). *Déclaration commune des Académies des Sciences sur la réponse globale au changement climatique*, Academias Científicas de Alemania, Brasil, Canadá, China, Francia, India, Japón, UK, USA y Rusia. Disponible en (<http://www.academiesciences.fr/activite/rapport/avis0605a.pdf>), consulta: 11/02/2012.
- AS (Académie des Sciences) (2010). *Jean-Loup Puget, Délégué de la section des sciences de l'univers, Rapporteur, René Blanchet, Président du groupe «Climat» du Comité de l'environnement, Rapporteur, Jean Salençon, Président de l'Académie des sciences, Alain Carpentier, Vice-président de l'Académie des sciences*, París, Académie des Sciences.
- ÁDEM, Julián (1962). "On the Theory of the General Circulation of the Atmosphere", en *Tellus*, núm. 14, pp. 102-115.
- (1982). "Las ciencias atmosféricas: investigación, enseñanza y aplicaciones", en *Geos*, núm. 3, Época II, 2, pp. 8-10.
- ALLÈGRE, Claude (2010). *L'Imposture climatique*, París, Plon.
- ALLENDE, Teodoro y Antonio Arellano Hernández (2004). "Redes socio-técnicas: la visión de la cienciometría", V Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y Tecnología, Toluca, Universidad Autónoma del Estado de México.
- ALTHUSSER, Louis (1967). *Philosophie et Philosophie spontanée des savants*, París, François Maspero.
- ANDEREGG, William R. L., James W. Prall, Jacob Harold y Stephen H. Schneider (2009). "Expert Credibility in Climate Change", en *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 107, núm. 27, pp. 12107-12109.
- ARELLANO HERNÁNDEZ, Antonio (1996a). *L'hybridation du maïs et des agriculteurs dans les Hautes Vallées du Mexique (La production des objets techniques agricoles)*, tesis de doctorado, Québec, Université Laval.

- \_\_\_\_\_ (1996b). “La capacidad de innovación tecnológica en la Universidad Autónoma del Estado de México”, en *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, núm. 12/13, año 4, Toluca, UAEM, pp. 71-113.
- \_\_\_\_\_ (1999). *La producción social de objetos técnicos agrícolas: antropología de la hibridación del maíz y de los agricultores de los valles altos de México*, Toluca, Universidad Autónoma del Estado de México.
- \_\_\_\_\_ (2000a). “La guerra entre ciencias exactas y humanidades en el fin de siglo: el escándalo Sokal y una propuesta pacificadora”, en *Ciencia Ergo Sum*, vol. 7, núm. 1, marzo-junio, pp. 56-66.
- \_\_\_\_\_ (2000b). “La filosofía de Michel Serres: una moral de base objetiva”, en *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, año 7, núm. 23, septiembre-diciembre, pp. 31-47.
- \_\_\_\_\_ (2002). “¿Qué hacer de la ecología política? ¡Otorgar la democracia a las ciencias!”, en *Innovación CIECAS y Consultoría*. Revista del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, vol. IV, núm. 15, México, Instituto Politécnico Nacional, julio-septiembre, pp. 31-36.
- \_\_\_\_\_ (2007a). “El mejoramiento genético del maíz en México (1938-1961)”, en Susana Biro McNichol, *Miradas desde afuera: investigación sobre divulgación*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 100-125.
- \_\_\_\_\_ (2007b). “Capacidades epistemológicas foucaultianas: la posibilidad de los dispositivos tecnocientíficos”, en *Revista do Departamento de Psicología*, vol. 19, núm. 1, junio-julio.
- \_\_\_\_\_ (2011). “¿Es posible una epistemología política que solucione la asimetría entre naturaleza absolutizada y política relativizada?”, en Antonio Arellano Hernández y Pablo Kreimer (dirs.), *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*, Bogotá, Siglo del Hombre Editores, pp. 57-98.
- \_\_\_\_\_ (2013a). “Latencia de la bifurcación naturaleza y sociedad en los discursos sobre el cambio climático”, en José Antonio Hernanz (ed.), *Ciencia, tecnología y sociedad en México*, México, Universidad Veracruzana, pp. 136-147.
- \_\_\_\_\_ (2013b). “Mapeo de la capacidad de investigación mexicana sobre cambio climático: antecedentes y propuesta”, en *Investigación Ambiental. Ciencia y Política Pública*, vol. 5, núm. 1, enero-julio, pp. 62-75.
- \_\_\_\_\_ (inédito). *Epistemología de la antropología como conocimiento del hombre: Antropología, conocimiento, técnica y hominización*, México.
- ARELLANO HERNÁNDEZ, Antonio y Henning Jensen Pennington (2006). “Mapeando las redes de investigación en ciencias básicas en la Universidad de Costa Rica”,

- en *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, año 13, núm. 42, Toluca, México, UAEM, pp. 181-213.
- , Laura Maria Morales Navarro y Claudia Ortega Ponce (2013). “Experiencias académicas del Laboratorio Tecnociencia-Sociedad de la Universidad Autónoma del Estado de México”, en Antonio Arellano, Michelle Chauvet y Ronny Viales (coords.), *Redes y estilos de investigación. Ciencia, tecnología, innovación y sociedad en México y Costa Rica*, México, Miguel Ángel Porrúa, UAM, UAEM, pp. 207-234.
- ARISTÓTELES (1474). *Meteorológicas*, Padua, Laurentius Canozius für Johannes Philippus Aurelianus et fratres.
- (1492). *Meteorológica*, Leipzig, Martin Landsberg.
- (1512). *Meteorologue*, Núremberg, Lefèvre d’Etaples, Jacques, traductor.
- (1863). *Météorologie* (Meteorológicas), trad. J. B. Saint-Hilaire, París, Librairie Philosophique de Ladrange.
- (1866). *Traité de la production et de la destruction des choses*, trad. J. B. Saint-Hilaire, París, s.p.i.
- (1879). *Métaphysique*, trad. J. B. Saint-Hilaire, París, Librairie Germer-Baillère.
- (1918). *Meteorologicorum libri quattuor recensuit indicem verborum addidit*, trad. F. H. Fobes, Cantabrigiae Massachusettensium etypographe academiae Harvardiana, x|viii, 236 pp.
- APHRODISIENSIS, Alexandri (1809). *Aristotelis Meteorologicorum libros commentaria*, Edit. Michael Hayduck. Berolini, MDCCCIC. Lib. II, cap. I, p. 67.
- AUGER, Léon (1950). “La controverse entre Morin et Descartes sur la matière subtile”, en *Revue d’histoire des sciences et de leurs applications*, núm. 3, t. 3, pp. 255-262.
- BARRERO, Álvaro (2004). “El aporte de Aristóteles a la Meteorología”, en *Meteorología Colombiana*, núm. 8, Bogotá, D.C. Colombia, pp. 107-113.
- BARNES BARRY, David Bloor y John Henry (1996). *Scientific Knowledge*, Londres, Athlone.
- BLAIN, Stéphane (2010). “L’océan manque-t-il de fer?”, en *La Recherche*. Disponible en (<http://www.larecherche.fr/content/recherche/article?id=21981/>), consulta: 12/12/2011.
- BECK, Ulrich (1998). *La sociedad del riesgo. En camino hacia otra sociedad moderna*, Barcelona, Paidós.
- BLOOR, David (1982). *Socio-logie de la logique ou les limites de l’épistémologie*, París, Pandore.

- \_\_\_\_\_ (1999). "Anti-Latour", en *Studies of History and Philosophy of Science*, vol. 30, núm. 1, pp. 81-112.
- BOULENGER, Jean (1688). *Traité de la sphère du monde*, París, J. Jombert.
- BOURDIEU, Pierre (1976). "Le champ scientifique. Actes de la recherche", en *Sciences Sociales*, vols. 2-3, pp. 88-104.
- BRICMONT, Jean (1997). "Sciences Studies-What's wrong?", en *Physics World Magazine*, vol. 10, núm. 12, diciembre.
- BRONCANO, Fernando (2005). "Tres formas de reparar el olvido de Epimeteo. El buen gobierno de la ciencia en las sociedades democráticas", en *Coloquio del Instituto de Investigaciones Filosóficas*, México, UNAM.
- BUFFON, Georges-Louis Leclerc (1749-1789). *Histoire naturelle générale et particulière: avec la description du Cabinet du Roy* [par Buffon, puis avec Daubenton], París, Impr. royale, 3 vols.
- CALLON, Michel (1981). "Pour une sociologie des controverses technologiques", en *Fundamenta Scientiae*, vol. 2, núms. 3-4, París, pp. 381-399.
- \_\_\_\_\_ (1986). "Éléments pour une sociologie de la traduction, la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc", en *L'année sociologique*, núm. 36, pp. 169-208.
- \_\_\_\_\_ (1998). "The Laws of the Markets", en *The Editorial Board of the Sociological Review*, Londres.
- \_\_\_\_\_ (1999). "Whose Imposture? Physicists at War with the Third Person", en *Social Studies of Science*, vol. 29, núm. 2, abril, pp. 261-286.
- \_\_\_\_\_ (2001). "Les Méthodes D'analyse des Grands Nombres Peuvent-Elles Contribuer à L'enrichissement de la Sociologie du Travail?", en *Sociologie du Travail*, numéro spécial 40 años, París, Elsevier.
- \_\_\_\_\_ (2009). "Civilizing Markets: Carbon Trading between in Vitro and in Vivo Experiments", en *Accounting, Organizations and Society*, vol. 34, pp. 535-548.
- \_\_\_\_\_ y Jean-Pierre Courtial (1995). "La scientométrie au service de l'évaluation", en Michel Callon et al., *La gestion stratégique de la recherche et de la technologie: l'évaluation des programmes*, París, Economica, pp. 177-235.
- \_\_\_\_\_, Jean-Pierre Courtial y F. Laville (1991). "Co-word Analysis as a Tool for Describing the Network of Interactions Between Basic and Technological Research: The Case of Polymer Chemistry", en *Scientometrics*, vol. 22, pp. 155-205.
- CAMBROSIO, Alberto, Peter Keating y Pascale Bourret (2006). "Objetividad regulatoria y sistemas de pruebas en medicina: el caso de la cancerología", en

- Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, año 13, núm. 42, México, UAEM, pp. 135-152.
- CHATEAURAYNAUD, Francis (1991). “Forces et faiblesses de la nouvelle anthropologie des sciences”, en *Critique*, París, pp. 458-478 y 529-530.
- CHOSSODOVSKY, Michel (2007). “Weather Warfare: Beware the US Military’s Experiments with Climatic Warfare”, en *The Ecologist*, núm. 7, diciembre, pp. 14-15.
- CLARK, William C. Paul J. Crutzen y Hans J. Schellnhuber (2005). *Science for Global Sustainability: Toward a New Paradigm, CID Working Paper*, núm. 120, Massachusetts, MIT Press.
- COLLINS, Harry (1985). *Changing Order, Replication and Induction in Scientific Knowledge*, Londres, Sage.
- (1998). “What’s Wrong with Relativism?”, en *Physics World Magazine*, vol. 11, núm. 4, abril.
- COTTE, Louis (1774). *Traité de météorologie, contenant 1°. L’histoire des observations météorologiques*, París, s.p.i.
- COUSIN, Victor (1884). *Histoire générale de la philosophie, depuis les temps les plus anciens jusqu’au XIXe siècle*, par Victor Cousin, 11<sup>a</sup> ed., París, M. Barthélemy Saint-Hilaire avec une table des matières.
- CRUTZEN, Paul (2002). *Geology of Mankind, Bienvenue à l’Anthropocène*. Disponible en (<http://www.contretemps.eu/>), consulta: 29/02/2012.
- DEBRAY, Regis y Jean Bricmont (2003). *A l’ombre des lumieres, Débat entre un philosophe et un scientifique*, París, Odile Jacob.
- DE FELICE, Fortunato Bartolomeo, Denis Diderot y Jean le Rond d’Alembert (1779). *Encyclopédie ou Dictionnaire universel raisonné des connaissances humaines*, t. IX, Yverdon.
- DE GÉRANDO, Joseph Marie (1820). *Le visiteur du pauvre*, París, Louis Colas.
- DERRIDA, Jacques (1997). “Sokal et Bricmont ne sont pas sérieux”, en *Le monde*, París, p. 17.
- DESCARTES, René (1637). *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences, plus la dioptrique, les météores et la géométrie qui sont des essais de cette méthode*, París, A Leyde de l’imprimerie de Jean Maire.
- (1663). *Los meteoros*, <http://www.kennislinknl/publicaties/deerstemolecuultheori-atomen-en-moleculen-in-historisch-perspectief->, consulta: 23/07/2012.



- \_\_\_\_\_ (1667). *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences, plus la dioptrique, les météores, la mécanique et la musique qui sont des essais de cette méthode*, París, Charles Angot.
- \_\_\_\_\_ (1668). *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences, plus la dioptrique et les météores qui sont des essais de cette méthode*, París, Theodore Girard.
- \_\_\_\_\_ (1968). *Discurso del método*, Barcelona, Orbis.
- DESCOLA, Philippe (1986). *La nature domestique: Symbolisme et praxis dans l'écologie des Achuar*, París, Éds. de la maison de l'Homme.
- \_\_\_\_\_ (1987). *La selva culta*, París, Colección 500 años.
- \_\_\_\_\_ (2001). *Chaire d'anthropologie de la nature, leçon inaugurale*, París, College de France.
- \_\_\_\_\_ (2005). *Par-delà nature et culture*, París, Gallimard.
- \_\_\_\_\_ y Gisli Pálsson (1996). *Nature and Society. Anthropological Perspectives*, Nueva York, Routledge.
- DIDEROT, Denis y Jean le Rond d'Alembert (1751-1765). *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers* ([Reprod.] par une société de gens de lettres, ordenado y publicado por M. [Denis] Diderot, de l'Académie des Sciences & des Belles Lettres de Prusse, & quant à la partie mathématique, par M. [Jean Le Rond] d'Alembert, de l'Académie Royale des Sciences de París, de celle de Prusse, & de la Société Royale de Londres.
- DODIER, Nicolas y Jaime Barbot (2000). "Le temps des tensions épistémiques. Le développement des essais thérapeutiques dans le cadre du sida (1982-1996)", en *Revue Française de Sociologie*, vol. XLI, núm. 1.
- DORAN, Peter T. y Maggie Kendall Zimmerman (2009). "Examining the Scientific Consensus on Climate Change", en *Eos*, vol. 90, núm. 3, 20 de enero.
- DOUMENGE, François (1999). "L'oscillation australe El Niño (ENSO) anomalies de l'hydroclimat et conséquences", en *Biologie Marine Méditerranée*, vol. 6, núm. 1, pp. 1-51.
- DURANDIN, Guy (1970). *Les principes de la philosophie*. Librairie Philosophique, París, J. Vrin.
- EDWARDS, Paul N. (2010). *A Vast Machine, Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming*, Boston, MIT.
- EUCKEN, Rudolf Christoph (1872). *Die Methode der aristotelischen Forschung in ihrem Zusammenhang mit den philosophischen Grundprincipien des Aristoteles*, Berlín, Weidmann.

- FEYERABEND, Paul (1979). *Contra la méthode, Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*, París, Seuil.
- FRANCK, Adolphe (dir.) (1875). *Dictionnaire des sciences philosophiques par une société de professeurs et de savants sous la direction de M. Ad. Franck*, París, Librairie Hachette.
- FRISINGER, Howard H. (1971). "Meteorology before Aristotle", en *Bulletin American Meteorological Society*, vol. 52, núm. 11, noviembre, pp. 1078-1080.
- \_\_\_\_\_ (1972). "Aristotle and his 'Meteorologica'", en *Bulletin American Meteorological Society*, vol. 53, núm. 7, julio, pp. 634-638.
- FOUCAULT, Michel (1975). *Surveiller et punir*, París, Gallimard.
- \_\_\_\_\_ (1994). "Le jeu de Michel Foucault (entretien avec D. Colas, A. Grosrichard, G. le Gaufrey, J. Livi, G. Miller, J. Miller, J-A. Miller, C. Millot, G. Wajeman)", en *Bulletin périodique du champ freudien*, núm. 10, julio de 1977, pp. 62-93. [También en M. Foucault (1994). *Dits et écrits 1954-1988*, París, Gallimard, pp. 298-328].
- \_\_\_\_\_ (1999). *Historia de la sexualidad 1. La voluntad de saber*, México, Siglo XXI Editores.
- \_\_\_\_\_ (2009). *Introducción a la Antropología en sentido pragmático de Kant*, México, Siglo XXI Editores.
- FOWLER, W. S. (1962). *The Development of Scientific Method*, Londres, Pergamon Press.
- FUKUYAMA, Francis (1992). *El fin de la historia y el último hombre (The End of History and the Last Man)*, Nueva York, The Free Press.
- GARDUÑO, René (1994). *El veleidoso clima*, México, FCE.
- \_\_\_\_\_ y Julian Ádem (1992). "Calentamiento global calculado con el modelo termodinámico", en *Ciencias*, núm. 43 (Número especial), pp. 11-14.
- GARRIC, Audrey (2012). *Les glaciers de l'Himalaya résistent-ils au changement climatique?, vendredi 10 février*. Disponible en (<http://ecologie.blog.lemonde.fr/2012/02/10/les-glaciers-de-lhimalaya-resistant-ils-au-changement-climatique/>), consulta: 12/02/2012.
- GEERTZ, Clifford (1989). *El antropólogo como autor*, Barcelona, Paidós Ibérica.
- \_\_\_\_\_ (1992). *La interpretación de las culturas*, Barcelona, Gedisa.
- \_\_\_\_\_ y James Clifford (1998). *El surgimiento de la antropología posmoderna*, Barcelona, Gedisa.
- GIDDENS, Anthony (1999). *Un mundo desbocado. Los efectos de la globalización en nuestras vidas*, Madrid, Taurus.

- \_\_\_\_\_ (2009). *La política del cambio climático*, Madrid, Alianza.
- GODARD, Alain (2001). “Changement climatique et effet de serre additionnel d’origine anthropique: un débat parfois obscure /Climate change and greenhouse effect: the anthropogenic involvement in debate”, en *Annales de Géographie*, t. 110, núm. 617, pp. 79-89.
- GOODY, Jack (1993). *La raison graphique: la domestication de la pensée sauvage*, París, Les Éditions de Minuit.
- Greenpace (2010). *México ante el cambio climático: evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación*, México, Greenpace.
- GREGORY, Richard (1930). “Weather Recurrences and Weather Cycles”, en *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, núm. 4, pp. 103-120.
- GIEC (Groupe d’Experts Intergouvernemental sur l’Évolution du Climat) (2001). *Commente le GIEC est organisé*, Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat. Disponible en ([http://www.ipcc.ch/organization\\_giec\\_fr.htm](http://www.ipcc.ch/organization_giec_fr.htm)), consulta: 14/10/2008.
- GROSS, R. Paul y Norman Levitt (1994). *Higher Superstition: The Academic Left and Its Quarrels with Science*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- GUATTARI, Felix (1992). “Entrevista a Felix Guattari por Richard, A. Martel, R. Quebec”, *Inter/le lieu*, pp. 1-3.
- GUERLAC, Henry. (1970-1980). *Dictionary of Scientific Biography*, t. II, Nueva York.
- HABERMAS, Jürgen (1987). *Teoría de la acción comunicativa I. Racionalidad de la acción y racionalización social*, Madrid, Altea, Taurus.
- \_\_\_\_\_ (1998). “Nuestro breve siglo”, en *Nexos*, agosto, pp. 39-44.
- \_\_\_\_\_ (2002). *L’avenir de la nature humaine, vers un eugénisme libéral?*, París, Gallimard.
- HAECKEL, Ernst (1866). *Generelle Morphologie der Organismen: allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenz-Theorie*, Berlín, G. Reimer, 2 vols.
- \_\_\_\_\_ (1877a). *Histoire de la création des êtres organisés d’après les lois naturelles: conférences scientifiques sur la doctrine de l’évolution en général et celle de Darwin, Goethe et Lamarck en particulier*, París, s.p.i.
- \_\_\_\_\_ (1877b). *Anthropogénie o Histoire de L’évolution humanines, lecons familières sur les Principes de l’Embriologie et de la Phylogenie humaines*, traducción francesa de la segunda edición alemana, Reiwald y Compagnie, París, Libraires-éditeurs.

- HESS, David (2001). *Ethnography and the Development of science and Technology Studies, Handbook of Science and Technology Studies*, Beverly Hills, Sage, pp. 234-245.
- \_\_\_\_\_ y Linda Layne (1992). *Knowledge and Society: the Anthropology of Science and Technology*, Londres, JAI Press.
- HOFMANN, D. J., J. H. Butler, E. J. Dlugokencky, J. W. Elkins, K. Masarie, S. A. Montzka y P. Tans, (2006). "The Role of Carbon Dioxide in Climate Forcing from 1979-2004: Introduction of the Annual Greenhouse Gas Index", en *Tellus B*, vol. 58, pp. 614-619.
- HOUGHTON, John T. *et al.* (eds.) (1990). *Climate Change, The IPCC Scientific Assessment*, Cambridge, University Press Cambridge.
- HULME, Mike (1999). "Global Warming", en *Progress in Physical Geography*, vol. 23, junio, pp. 283-291.
- \_\_\_\_\_ (2009). *Why We Disagree About Climate Change?: Understanding Controversy, Inaction and Opportunity*, Nueva York, Cambridge University Press.
- IHDP (International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change). Strategic Plan 2007-2017, Framing Worldwide Research on the Human Dimensions of Global Environmental Change, Amsterdam, ICSU-ISS-ONU (Programa de las Dimensiones Internacionales sobre el Cambio Ambiental Global). Disponible en (<http://www.ihdp.unu.edu/article/read/human-dimensions>), consulta: 12/02/2010.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1990). *IPCC First Assessment Report*, Ginebra, IPCC.
- \_\_\_\_\_ (1995). *Segundo Informe de Evaluación del IPCC: Cambio Climático*, Ginebra, IPCC.
- \_\_\_\_\_ (2007a). Cambio Climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R. K. y Reisinger A. (directores de la publicación)], IPCC, Ginebra, Suiza.
- \_\_\_\_\_ (2007b). *Climate Change 2007-The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Ginebra, IPCC.
- \_\_\_\_\_ (2001a). *Climate Change 2001, IPCC Third Assessment Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change, ONU, OCM. Disponible en ([http://www.grida.no/publications/other/IPCC\\_tar/](http://www.grida.no/publications/other/IPCC_tar/)), consulta: 12/03/2009.

- \_\_\_\_\_ (2001b). *Cambio climático 2001. Informe de síntesis. Resumen para responsables de políticas*. Ginebra, Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.
- \_\_\_\_\_ (2012), [http://www.ipcc.ch/llorganization/organization\\_procedures.shtml#ULU3MoeR865/27nov2012](http://www.ipcc.ch/llorganization/organization_procedures.shtml#ULU3MoeR865/27nov2012) consulta: 23/07/2014.
- IPBES (Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) (2013). Acerca del IPBES. Disponible (<http://www.ipbes.net/>), consulta: 19/01/2013.
- JACOB, Thomas, John Wahr, W. Tad Pfeffer y Sean Swenson (2012). “Recent contributions of glaciers and ice caps to sea level rise”, en *Nature*. doi: 10.1038/nature10847.
- JASANOFF, Sheila (2009). “Civilizing Markets: Carbon Trading Between in Vitro and in Vivo Experiments”, en *Accounting, Organizations and Society*, vol. 34, pp. 535-548.
- \_\_\_\_\_ (2010). “A New Climate for Society”, en *Theory, Culture & Society*, Los Ángeles, Londres, Nueva Delhi y Singapur, vol. 27, núms. 2-3, SAGE, pp. 233-253.
- JÁUREGUI, Ernesto (1979). “Algunos aspectos de las fluctuaciones pluviométricas en México, en los últimos 100 años”, *Boletín del Instituto de Geografía*, núm. 9, pp. 39-64.
- JONAS, Hans (1990). *Le principe responsabilité*, París, Cerf.
- JOUZEL, J., G. Raisbeck, J. P. Benoit, F. Yuiou, C. Lorious, D. Raynaud, J. R. Petit, N. I. Barkov, Y. S. Korotkevitch y V. M. Kotlyakov (1989). “A comparison of Deep Antarctic Ice Cores and their Implications for Climate between 65000 and 15000 Years Ago”, en *Quaternary Research*, vol. 31, pp. 135-150.
- KANDEL, Robert (1998). *L'incertitude des climats*. París, Hachette (Pluriel).
- KENDALL ZIMMERMAN, Maggie (2008). *The Consensus on the Consensus: An Opinion Survey of Earth Scientists on Global Climate Change*, Chicago, University of Illinois at Chicago.
- KNORR-CETINA, Karin (1981). *Manufacture of Knowledge: An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*, Oxford, Pergamon Press.
- \_\_\_\_\_ (1995). “Laboratory Studies: The Cultural Approach to the Study of Science”, en Sheila Jasanoff, Gerald E. Markle, James C. Patersen y Trevor Pinch (eds.), *Handbook of Science and Technology Studies*, Londres, Sage, pp. 140-166.

- \_\_\_\_\_ (1998). “Les épistemes de la société: l’enclavement du savoir dans les structures sociales”, en *Sociologie et Sociétés*, vol. XXX, núm. 1, primavera, pp. 10-21.
- KUHN, Thomas (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*, México, FCE.
- \_\_\_\_\_ (1990). *La tension essentielle. Tradition et changement dans les sciences*, París. Éditions Gallimard (T. S. Kuhn, “The Essential Tension: Tradition and Innovation in Scientific Research”, en Calvin Taylor (ed.), *The Third*, 1959, University of Utah Research Conference on the Identification of Scientific Talent Salt Lake City, University of Utah Press, 1959, pp. 162-174).
- LAMARCK, Jean-Baptiste (1805). *Annuaire météorologique pour l’an XIV de la 1<sup>ere</sup> de la République française*, París, Maillard.
- LATOUR, Bruno (1991). *Nous n’avons jamais été modernes en Essai d’anthropologie symétrique*, París, La Découverte.
- \_\_\_\_\_ (1999a). *Politiques de la nature, comment faire entrer les sciences en démocratie*, París, La Découverte.
- \_\_\_\_\_ (1999b). “For David Bloor... and Beyond: A Reply to David Bloor’s Anti-Latour”, en *Studies of History and Philosophy of Science*, vol. 30, núm. 1, pp. 113-129.
- \_\_\_\_\_ (2004). “¿Por qué se ha quedado la crítica sin energía?, de los asuntos de hecho a las cuestiones de preocupación”, en *Convergencia*, año 11, núm. 35, mayo-agosto, pp. 17-49.
- \_\_\_\_\_ (2012). “Que la bataille se livre au moins à armes égales”, en Edwin Zaccai, François Gemenne, Jean-Michel Decroly (dirs.), *Controverses climatiques, sciences et politique*, París, Presses de Sciences Po.
- \_\_\_\_\_ y Steve Woolgar (1979). *Laboratory life. The Social Construction of Scientific Facts*, Londres, Sage and Beverly Hills.
- LAW, John (2004). *After Method mess in social science research*, Londres y Nueva York, Routledge-Taylor & Francis Group.
- \_\_\_\_\_ y John Hassard (1999). *Actor Network Theory and After*, Oxford, Blackwell and Sociological Review.
- LEFF, Enrique (2010). “Imaginario sociales y sustentabilidad”, en *Cultura y Representaciones Sociales*, año 5, núm. 9, septiembre, pp. 42-121.
- LEROUX Marcel (1996). *La dynamique du temps et du climat*, París, Masson.
- LÉVY LEBLOND, Jean-Marc y Alain Jaubert (1980). *(Auto) crítica de la ciencia*, México, Nueva Imagen.
- LÉVI-STRAUSS, Claude (1962). *La pensée sauvage*, París, Plon.

- LOCKWOOD, Mike y Claus Fröhlich (2008). "Recent Oppositely Directed Trends in Solar Climate Forcings and the Global Mean Surface air Temperature. II. Different Reconstructions of the Total Solar Irradiance Variation and Dependence on Response Time Scale", en *Proceedings Royal Society*, vol. 464, pp. 1367-1385.
- LYNCH, Michael (1985a). *Art and Artifact in Laboratory Science: A Study of Shop Work and Shop Talk in a Research Laboratory*, Londres, Routledge and Keagan Paul.
- \_\_\_\_\_ (1985b). "La rétine extériorisée, Sélection et mathématisation des documents visuels", en *Culture Technique*, núm. 14, pp. 108-123.
- MACKENZIE, Donald (2009). "Making Things the Same: Gases, Emission Rights and the Politics of Carbon Markets", en *Accounting, Organizations and Society*, vol. 34, pp. 440-445.
- MAGAÑA, Víctor (1999). *Los impactos de El Niño en México*, México, Segob.
- MALINOWSKI, Bronislaw (1968). *Une théorie scientifique de la culture, et autres essais*, París, François Maspero, Éditeur.
- \_\_\_\_\_ (2002). *Los argonautas del pacífico occidental: comercio y aventura entre los indígenas de la Nueva Guinea Melanésica*, Barcelona, Península.
- MARGOLIS, Joseph (2008). "Wittgenstein's Question and the Ubiquity of Cultural Space", en *Contemporary Pragmatism*, vol. 5, núm. 1, junio.
- MARX, Karl y Frederich Engels (1974). *Manifiesto del Partido Comunista*, Buenos Aires, Pluma.
- MENDOZA, Blanca (2005). "Total solar irradiance and climate", *Advances in Space Research*, 35, pp. 882-890.
- MENDOZA CASTRO, Víctor, René Garduño López y Julián Ádem (2006). "Estudio preliminar sobre la modelación de las temperaturas de la atmósfera y de la superficie de Marte", en *Geos*, vol. 26, núm. 1, p. 7.
- MILLER, Clark (2008). "Civic Epistemologies: Constituting Knowledge and Order in Political Communities", en *Sociology Compass*, vol. 2, núm. 61, pp. 1896-1919.
- MOGOUTOV, Andrei (1998). *Données Relationnelles en sciences sociales: essai de minimalisme méthodologique, Pratiques de formation*, París, Université de París VIII, pp. 141-148.
- \_\_\_\_\_ (1999). "Réseau-Lu 6.13, Sistema di esplorazione di dati relazionali", en Antonio M. Chiesi (a cura di), *L'analisi dei reticoli*, Milán, Franco Angeli.

- \_\_\_\_\_ y Tania Vichnevskaia (1995). “Ego-Centered network in migration”, International Social Network Conference, University of Greenwich, London. 6th-10th July Proc.
- \_\_\_\_\_ y N. Dodier (1997). *Données Relationnelles en sciences sociales*, París. INSERM.
- MÚGICA ÁLVAREZ, Violeta (2008). *Actualización del padrón de expertos e instituciones científicas y técnicas en materia de variabilidad y cambio climático en México*, México, UAM-Azcapotzalco-INE.
- MUNIESA, Fabian y Michel Callon (2007). “Economics Experiments and the Construction of Markets”, en Donald MacKenzie, Fabian Muniesa y Lucia Siu, *Do Economist Make Markets? On the Performativity of Economics*, Princenton, Princenton University Press, pp. 163-189.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration) (2012). *Earth Observatory*. Disponible en (<http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=79369>), consulta: 9/11/2012.
- NELSON, Daniel B., Mark B. Abbott, Byron Steinman, Pratigya J. Polissar, Nathan D. Stansell, Joseph D. Ortiz, Michael F. Rosenmeier, Bruce P. Finney y Jon Riedel (2011). “Drought Variability in the Pacific Northwest from a 6,000-yr Lake Sediment Record”, en *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 108, núm. 10, marzo, pp. 3870-3875.
- NIGEL, D. Marsh y Henrik Svensmark (2000). “Low Cloud Properties Influenced by Cosmic Rays”, *Physical Review Letter*, vol. 85, pp. 5004-5009.
- Olympiodore (1901). “Aristotelis Meteora Commentaria”, en *Commentaria in Aristotelem Graeca*, vol. XII, 2ª ed., Berlín, W. Stüve.
- OMM (Organización Meteorológica Mundial) (s.f.). *Organización Meteorológica Mundial*. Disponible en ([http://www.wmo.int/pages/themes/weather/index\\_es.html](http://www.wmo.int/pages/themes/weather/index_es.html)), consulta: 9/05/2012.
- \_\_\_\_\_ (2011). “Estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera según las observaciones mundiales realizadas en 2010”, en *Boletín sobre los gases de efecto invernadero*, vol. 7, 21 de noviembre.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas) (1992). *Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*, Nueva York, Organización de las Naciones Unidas.
- ORESQUES, Naomi (2004). “The Scientific Consensus on Climate Change”, en *Science*, vol. 306, p. 1686.
- \_\_\_\_\_ (2007). “The Scientific Consensus on Climate Change: How Do we Know We’re not Wrong?”, en Joseph F.C. DiMento y Pamela Doughman (eds.),



- Climate Change: What it Means for us, our Children, and our Grandchildren*, Boston, MIT Press, pp. 65-99.
- PEISER, Benny J. (2005). "The Dangers of Consensus Science", en *Canadian National Post*, 17 de mayo.
- PETIT Michel *et al.* (1999). "L'effet de serre, certitudes et incertitudes", en *Actes de la conférence*, débat du 2 février 1998 à l'Académie des Sciences, Contributions de Jozuel et Lorius, Le Treut, Cariolle, André et Royer, Petit-Maire, Delecluse. C. R. Acad. Sciences Paris, Sciences de la Terre et des planètes, t. 328, série II núm. 4, Paris, pp. 221-293.
- Philoponus (Ioannis Philoponi) (1897). *Aristotelis de anima libros commentaria*, Berlín, M. Hayduck.
- PIAGET, Jean (1970). "L'épistémologie des relations interdisciplinaires", en *Séminaire de l'OCDE*, Niza, septiembre.
- PIELKE, Roger A. (2005). "Consensus about Climate Change?", en *Science*, vol. 308, pp. 952-953.
- PLASS, Gilbert N. (1956). "The Carbon Dioxide Theory of Climatic Change", en *Tellus*, vol. 8, núm. 2, pp. 140-154.
- POPPER, Karl (1978). "La Lógica de las Ciencias Sociales", en Karl Popper, Theodor W. Adorno, Ralf Dahrendorf y Jürgen Habermas, *La lógica de las ciencias sociales*, México, Grijalbo.
- POUILLET, Claude (1838). *Mémoire sur la chaleur solaire, sur les pouvoirs rayonnants et absorbants de l'air atmosphérique*, Paris, Bachelier Imprimeur-Librairie.
- RAMONET, Ignacio (1995). "La pensée unique", en *Le Monde Diplomatique*, janvier, pp. 1-2.
- RAYNAUD, Dominique (2003). *Sociologie des controverses scientifiques*, Paris, PUF.
- RIP, Arie (1992). *Knowledge and Society: The Anthropology of Science and Technology*, Greenwich, Connecticut, JAI Press, pp. 9-61 y 85-89.
- RIVERA, Andrés, Gino Casassa, César Acuña y Helner Lange (2000). "Variaciones recientes de glaciares en Chile", en *Investigación Geográfica*, vol. 34, Chile, pp. 29-60.
- ROCKSTRÖM, Joan, Will Steffen, Kevin Noone, Asa Persson, F. Stuart III Chapin, Eric Lambin, Timothy M. Lenton, Marten Scheffer, Carl Folke, Hans Schellnhuber, Björn Nykvist, Cynthia A. de Wit, Terry Hughes, Sander van der Leeuw, Henning Rodhe, Suerker Sörlin, Peter K. Snyder, Robert Costanza, Uno Svedin, Malin Falkenmark, Louise Karlberg, Robert W. Corell, Victoria J. Fabry, James Hansen, Brian Walker, Diana Liverman, Katherine Richardson, Paul Crutzen y Jonathan

- Foley (2009). “Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity”, en *Ecology and Society*, vol. 14, núm. 2, p. 32. Disponible en (<http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>), consulta: 15/12/2010.
- ROMERO HERNÁNDEZ, Omar y Sergio Romero Hernández (2006). *Inventario de la investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático en México*, México, PNUD-Semarnat-INE.
- RS (Royal Society) (2010). *Climate Change: a Summary of the Science*, Londres, Royal Society, septiembre de 2010.
- SALLEH, Ariel (1984) “Contribution to the Critique of Political Epistemology”, en *Thesis Eleven*, vol. 8, pp. 23-43.
- SAINT-HILAIRE, J. Barthélemy (1863). “*Météorologie (Météorologiques)*”, préface, Dissertation sur la composition de la météorologie et du petit traité du monde”, en *Aristote, Météorologie*, trad. J. B. Saint-Hilaire, París, Librairie Philosophique de Ladrangé.
- SÁNCHEZ-SESMA, Jorge (2010). “Multi-centennial Scale Analysis and Synthesis of an Ensemble Mean Response of ENSO to Solar and Volcanic Forcings”, en *Climate of the Past*, núm. 5, pp. 2055-2069.
- SÁNCHEZ VÁZQUEZ, Adolfo (1978). *Ciencias y revolución (El marxismo de Althusser)*, Madrid, Alianza.
- SCAFETTA, Nicola y Richard C. Willson (2009). “ACRIM-gap and TSI Trend Issue Resolved Using a Surface Magnetic Flux TSI Proxy Model”, en *Geophysical Research Letters*, vol. 36, núm. 5, marzo. Disponible en (<http://dx.doi.org/10.1029/2008GL036307>).
- SEPÚLVEDA GARZA, Manola y Antonio Arellano Hernández (1997). “Hacia una antropología de la naturaleza”, en (Entrevista con Philippe Descola), *Ciencia Ergo Sum Revista Científica Multidisciplinaria*. vol. 4, núm. 1, México, Universidad Autónoma del Estado de México.
- SERRES, Michel (1974). *Hermes III, la traduction*, París, Éd. de Minuit.
- (1994). *Eclaircissements, entretiens avec Bruno Latour*, París, François Bourin.
- (2008). *Le mal propre: pollver pour's approprier?*, París, Le Pommier.
- SID-UNAM (Secretaría de Investigación y Desarrollo de la UNAM) (2002). “Potencial de la investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático en México”, en *Gaceta ecológica*, núm. 65, México. INE-Semarnat. Disponible en (<http://www.ine.gob.mx/publicaciones/gacetas/367/potencial.html>), consulta: 10/10/2008.

- SHACKLEY, Simon y Brian Wynne (1996). "Representing Uncertainty in Global Climate Change Science and Policy: Boundary Ordering Devices and Authority", en *Science Technology and Human Values*, vol. 21, núm. 3, pp. 275-302.
- SHAPIRO, Alexander; Werner Schmutz,; Eugene Rozanov, Micha Schoell, Margit Haberreiter, Anna Shapiro y Stephan Nyeki (2010). "A New Approach to Long-Term Reconstruction of the Solar Irradiance", en *Annual Report 2010*, World Radiation Center, Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos, Suiza.
- SCHRIJVER, C. J., Livingston, W. C., Woods, T. N. y R. A. Mewaldt (2011), *Geophysical Research Letter*, p. 380.
- SHOMALI, Alireza (2010). *Politics and the Criteria of Truth*, Palgrave, Palgrave MacMillan.
- SIMONDON, Gilbert (1989). *Du monde d'existence des objets techniques*, París, Éditions Aubier.
- SOKAL, Alan (1996a). "Transgressing the Boundaries: Toward a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity", en *Social Text*, núms. 46-47, pp. 217-252.
- \_\_\_\_\_ (1996b). "A Physics Experiments With Cultural Studies", en *Lingua Franca*, mayo-junio, pp. 62-64.
- \_\_\_\_\_ (1996c). "Transgressing the Boundaries: An Afterword", en *Dissent*, vol. 43, núm. 4, pp. 93-99.
- \_\_\_\_\_ y Alain Bricmont (1997). *Impostures Intellectuelles*, París, Éditions Odile Jacob.
- SOURY, Jules (1881). *Bréviaire de l'Historie du matérialism*, París, G. Charpetier.
- SOUTHWELL, Thomas (1877). "Variations duclimat étudiés pendant cent quarante ans: les indices du printemps", en *La nature Revue des Sciences et de leurs applications aux arts et a l'industrie*, Tissandier, Gastón (Rédacteur en Chef), París, G. Masson.
- SPERBER, Dan (1982). *Le savoir des anthropologies*, París, Hermann.
- STENGERS, Isabelle (1993). *L'invention des sciences modernes*, París, La Découverte.
- STERN, Nicholas (2007). *The Economics of Climate Change. The Stern Review*, Cambridge, Cambridge University Press.
- STRABON (Tardieu Amédée, trad.) (1867). *Geographie de Strabon*, París, Librairie de J. Hachette et Co., t. I.
- SUNDBERG, Mikaela (2006). "Credulous Modellers and Suspicious Experimentalists? ComParíson of Model Output and Data in Meteorological Simulation Modelling", en *Science Studies*, vol. 19, núm. 1, pp. 52-68.

- SVENSMARK, Henrik (1988). "Influence of Cosmic Rays on Earth's Climate", en *Physical Review Letter*, vol. 81, núm. 5027.
- , Jens Olaf P. Pedersen, Nigel D. Marsh, Martin B. Enghoff y Ulrik I. Uggerhøj (2007). "Experimental Evidence for the Role of Ions in Particle Nucleation Under Atmospheric Conditions", en *Proceedings of the Royal Society*, s.l.
- TALMAN, Charles F. (1919). "A New Recension of Aristotle's Meteorology", en *Monthly Weather Review*, junio.
- TERÁN CUEVAS, Ángel, María Eugenia Gutiérrez, Adrián Vázquez Gálvez y Juan Carlos Ramos (2010). "Rainfall Scenarios in Mexico and its Trends", en *International Preparatory Meeting Towards COP16 on Adaptation to Climate Change: Scientific Perspective*, México, Conagua-AMC-INE.
- THOMSON, D'Arcy Wentworth (1918). "The Greeks Winds", en *The Classical Review*, vol. 32, núm. 3, pp. 49-55.
- TICHT, Christine (1999). "Pour une autre approche des biographies: de la collecte a l'analyse 'configurationnelle'", en *Rapport de recherche du CEPED*, núm. 23, París.
- VALENCIA, R. Luis (2003). *Introducción a la física*, Santiago de Chile, Universidad de Santiago de Chile.
- VÁZQUEZ AGUIRRE, Jorge Luis (2006). "Datos climáticos de la República Mexicana. Panorama actual y requerimientos inéditos", en *Primer Foro de Medio Ambiente Atmosférico en el Estado de Jalapa*, Veracruz, 9 y 10 de febrero.
- VELASCO HERRERA, Víctor Manuel, Blanca Mendoza y Graciela Velasco Herrera (2011). *Estimating Total Solar Irradiance During the 21st Century*, *Astrophysics*. Disponible en (<http://arxiv.org/pdf/1111.2857v1.pdf>).
- VIVEIROS DE CASTRO, Eduardo (2002). *A inconstancia da alma selvagem e outros ensaios de antropología*, Sao Paulo, Cosac & Naif.
- VUILLE, M. y R. Bradley (2000). "Mean Temperature Trends and Their Vertical Structure in the Tropical Andes", *Geophysical Research Letters*, 27, pp. 3885-3888.
- WEBER, Max (1965). *Essais sur la théorie de la science*, París, Plo.
- (1976). *La ética protestante y el espíritu del Capitalismo*, México, Diez.
- WEINBERG, Steve (1996). "Sokal's Hoax", en *The New York Review of Books*, Nueva York, 3 de octubre.
- (1997). *Le Réve d'une theorie ultime*, París, Odile Jacob.
- WELZER, Harald (2011). *Guerras climáticas. Por qué mataremos (y nos matarán) en el siglo XXI*, Buenos Aires, Katz editores.

- WINNE, Brian (2010). "Strange Weather, Again: Climate Science as Political Art", en *Theory Culture Society*, vol. 27, pp. 289-305.
- WOOLGAR, Steve (1991). "The Turn to Technology in Social Studies of Science", en *Science, Technology & Human Values*, vol. 16, núm. 1, Brunel University Technology, & Human Values, Kingston Lane.
- World Bank (WB) (2010). *World Development report 2010. Development and Climate Change*, Washington, World Bank.
- ZINSZER, Harvey A. (1944). "Meteorological mileposts", en *The Scientific Monthly*, núm. 58, p. 261.

### *Comunicaciones personales*

- GARDUÑO, René (2012). Comunicación personal el día 5/04/2012.
- MENDOZA, Blanca (2011). Comunicación personal el día 19/09/2011.

# Índice

INTRODUCCIÓN . . . . .	7
Capítulo I	
TRADUCIENDO LA ASIMETRÍA ENTRE NATURALEZA ÚNICA Y CULTURA RELATIVA: HACIA UNA EPISTEMOLOGÍA POLÍTICA DE SUSTENTO ANTROPOLÓGICO . . . . .	17
Introducción . . . . .	17
La noción asimétrica naturaleza y política en la epistemología política modernista . . . . .	19
El papel del relativismo epistémico posmoderno en la destrucción de la noción moderna de naturaleza y de cultura. . . . .	22
La guerra de ciencias y los estudios sociales de ciencias confrontados con el relativismo científico. . . . .	30
¿Cambios en la relación hombre-naturaleza o en los conocimientos modernos? . . . . .	38
¿Es posible una epistemología científica que solucione la asimetría entre naturaleza única y cultura relativa? . . . . .	41
¿Es posible escapar de la epistemología política modernista? . . . . .	44
Capítulo II	
METEOROLOGÍA Y EPISTEMOLOGÍA: DE <i>METEOROLÓGICAS</i> ARISTOTÉLICA A <i>LOS METEOROS</i> DESCARTESIANOS. . . . .	51
Introducción . . . . .	51
Meteorológicas aristotélica: los principios y las causas de los meteoros . . . . .	52
Descartes y la meteorología racionalista. La búsqueda de las verdades meteorológicas . . . . .	69
Discusión y conclusiones . . . . .	84

### Capítulo III

#### RECALCITRANCIA EPISTEMOLÓGICA DE LA BIFURCACIÓN

##### NATURALEZA Y HUMANIDAD EN LOS ESTUDIOS CONTEMPORÁNEOS

SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO . . . . .	89
Introducción . . . . .	89
El encuadre del problema epistemológico	
de las causas y los efectos relativos al cambio climático . . . . .	91
El cambio climático como fenómeno natural o humano . . . . .	95
Argumentos recalcitrantes “naturalistas”	
de las relaciones hombre-naturaleza sobre el cambio climático . . . . .	96
La ortodoxia naturalística. . . . .	102
Argumentos recalcitrantes “sociológicos”	
de las relaciones hombre-naturaleza sobre el cambio climático . . . . .	104
La nueva ortodoxia sociológica ambiental . . . . .	107
Reflexionando la recalcitrancia de la bifurcación naturaleza y hombre en el conocimiento sobre el cambio climático y las ciencias sociales . . . . .	112

### Capítulo IV

#### CAMBIO CLIMÁTICO: CONTROVERSIAS

##### SOBRE EL CALENTAMIENTO ATMOSFÉRICO

Y LA ACCIÓN HUMANA . . . . .	119
Introducción . . . . .	119
La epistemología y la relación de los organismos	
con su entorno y la climatología . . . . .	123
“Guerra de ciencias” y debates climatológicos. . . . .	128
Debates en torno al cambio y evolución climáticos . . . . .	138
Dimensionamiento de las controversias	
sobre el cambio climático y aceptación de incertidumbre en los “niveles del conocimiento científico” . . . . .	166
Reflexiones finales: debates climáticos, relación hombre entorno y la imposible inacción humana . . . . .	171

## Capítulo V

### MAPEO DE LA INVESTIGACIÓN MEXICANA SOBRE

CAMBIO CLIMÁTICO: ANTECEDENTES Y PROPUESTA . . . . .	179
Introducción . . . . .	179
Los estudios del potencial de investigación mexicano sobre el cambio climático . . . . .	182
Mapeo de los datos del estudio de expertos e instituciones en materia de variabilidad climática en 2008. . . . .	198
Mapeo de la investigación en cambio climático desde la perspectiva del investigador . . . . .	205
Conclusiones y propuesta . . . . .	214
EPÍLOGO . . . . .	219
FUENTES CONSULTADAS . . . . .	235





*Cambio climático y sociedad* se terminó en la Ciudad de México durante el mes de diciembre del año 2014. La edición impresa sobre papel de fabricación ecológica con *bulk* a 80 gramos, estuvo al cuidado de la oficina litotipográfica de la casa editora.



CAMBIO CLIMÁTICO Y SOCIEDAD



9 786074 018646



MEDIO AMBIENTE

Cuando se abordan temas como el del *calentamiento climático*, encontramos un conocimiento relativizado en múltiples explicaciones e interpretaciones pero organizadas de acuerdo con una ruptura epistemológica entre ciencias naturales y sociales. En el bando de las explicaciones sociales, particularmente los autores se refieren al incremento de la liberación de óxido de carbono en la sociedad industrial como causante del cambio climático; en este caso, esos mismos autores ignoran los argumentos de ciertos científicos referidos a las razones y evidencias que sustentarían las explicaciones naturales del calentamiento climático. En el bando naturalista, los científicos consideran los ciclos largos de calentamiento-enfriamiento del planeta como causa climática; en este caso, se niega el hecho que la sociedad industrial está emitiendo una serie de gases con efecto invernadero provocando, en parte, el calentamiento del planeta.

La organización epistemológica anterior ya no puede proporcionarnos las certezas que disfrutábamos hasta hace unas décadas y tampoco disponemos de una epistemología para referirnos a causas en las que intervienen más entidades que las naturales y sociales. Frente a este diagnóstico, en este libro desplegamos nuestra elección cognoscitivo-epistemológica consistente en entender el cambio climático como un fenómeno híbrido de materialidad, conocimiento, técnica y colectivos; misma que puede ser de utilidad para comprender otros desafíos de dimensión global.