



**LA CONFORMACIÓN DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA DE POSGUERRA.
INFLUENCIA MILITAR EN LAS CIENCIAS AMBIENTALES DE LOS
EE.UU. DESPUÉS DE 1945**

Ronald E. Doel

*Department of History
Florida State University*

Versión original

Constituting the Postwar Earth Sciences: The Military's Influence on the
Environmental Sciences in the USA after 1945
Social Studies of Science, Vol. 33, No. 5, Earth Sciences in the Cold War, pp. 635-666

(October, 2003)

Las ciencias ambientales en los modernos Estados Unidos nacieron de dos padres distintos. El primero es más conocido: la percepción pública emergente en medio de un entorno en crisis a principios de la década de 1960, a lo que se añadió el creciente debate sobre las consecuencias de la lluvia radiactiva y la acusación de uso excesivo de pesticidas que fue planteada en la obra *Silent Spring* (1962) de Rachel Carson. Los esfuerzos por investigar y abordar estos problemas otorgaron cierto orden y coherencia a un grupo heterogéneo de disciplinas, principalmente adscritas a las ciencias biológicas, incluidas la ecología, la genética, la historia natural y la teoría evolutiva. Para la década de 1970, las ciencias ambientales tenían ya una identidad propia dentro del panorama científico de los Estados Unidos¹.

¹ Véase por ejemplo Mitman (1992). Para una introducción a los estudios históricos sobre el surgimiento de las ciencias ambientales, véase Bowler (1992) y Shortland (1993).

Estos desarrollos se encuentran entre las transformaciones más significativas de la ciencia estadounidense del siglo XX y merecen una atención especial. No obstante, el interés prioritario sobre las ramas biológicas de las ciencias ambientales ha tenido como consecuencia el ocultamiento de otra transformación igualmente profunda, centrada principalmente en las ciencias de la Tierra. En los años inmediatamente posteriores a la Segunda Guerra Mundial, las ciencias de la Tierra se expandieron drásticamente. El patrocinio militar -y la aceptación de la ciencia en los más altos niveles de seguridad nacional y planificación de la política exterior- moldearon la naturaleza y el contenido de estos campos, que pueden ser denominados como ciencias físicas del medio ambiente. De hecho, los científicos de la Tierra que trabajaban en el seno de las propias organizaciones militares durante la década de 1950 emplearon el término ‘ciencias ambientales’ para denominar el campo de su investigación². A finales de la década de 1960, las ciencias de la Tierra estaban en el cenit de la preocupación del gobierno federal, un nivel de interés que no había sido alcanzado desde que John Wesley Powell aprovechó el recién creado Servicio Geológico de los Estados Unidos y sus estudios federales de tierras áridas para hacer de las ciencias de la Tierra la reina de la ciencia federal en la década de 1870. Al comienzo de la Guerra Fría, el gobierno federal se estaba expandiendo, en clara respuesta a las amenazas que se asomaban allende sus fronteras. En ambos periodos, las tecnologías emergentes (ya sea el ferrocarril durante la década de 1870, o el misil balístico y los submarinos avanzados durante las décadas de 1950 y 1960) ayudaron a llevar a las ciencias de la Tierra a la vanguardia de la planificación de la seguridad nacional³.

Pero las ciencias de la Tierra también adquirieron durante la Guerra Fría un

2 Como detallo más adelante, la etiqueta de ‘ciencias ambientales’ acompañó a los programas de investigación y entidades institucionales dentro del ejército de los EE.UU., antes incluso del uso más conocido dado en el ámbito civil durante la década de 1960. Los confines del campo y las preguntas centrales de investigación no eran, por supuesto, las mismas para comunidades institucionalmente distintas. Si bien el presente artículo se limita a los desarrollos en los Estados Unidos, estoy convencido de que se produjeron transformaciones similares en otras naciones industriales importantes. Para una descripción del gasto militar soviético en las ciencias ambientales, véase Daniel Alexandrov, Julia Lajus y Valentin Smirnov, ‘La Segunda Guerra Mundial y la Oceanografía Soviética’. Borrador del documento para la reunión de Maury II sobre la historia de la oceanografía. Institución Oceanográfica Woods Hole (junio de 1999).

3 La transición entre la era de Powell y el posterior énfasis en la ciencia de laboratorio, especialmente en el caso de la física, ha sido revisada en el nuevo prefacio de Kevles (1995), pero también resulta importante consultar a Dupree (1986). En lo que respecta a la influencia y a la práctica científica de Powell, véase Stegner (1992), Worster (2001), Bowler (1992) y un comentario sobre la importancia del mecenazgo militar para las ciencias de la Tierra en la Guerra Fría. Sin embargo, ninguno explora en detalle cómo el patrocinio militar influyó en la naturaleza y en la práctica de las ciencias ambientales.

papel sin precedentes, ya que se transformaron en herramientas útiles para la política exterior de Estados Unidos. La oceanografía y la ciencia espacial se convirtieron, de este modo, en verdaderos estandartes, en símbolos del logro tecnológico occidental y, específicamente, estadounidense. Al mismo tiempo, los científicos de la Tierra en los Estados Unidos también hicieron sus propias contribuciones en los espacios de negociación de importantes acuerdos multilaterales (incluido el Tratado Antártico de 1960 y el Tratado de Prohibición Parcial de Pruebas Nucleares de 1963). Y también propusieron ideas para controlar estratégicamente la naturaleza con el objeto de beneficiar a los EE.UU., desde la desalinización de los posibles suministros de agua en el Medio Oriente hasta el control del clima concebido como una herramienta militar y diplomática⁴.

¿Por qué son importantes estas transformaciones? Es evidente que el rápido aumento de la financiación militar destinada a las ciencias de la Tierra en los EE.UU. después de 1945 propició el desarrollo de campos científicos tales como la oceanografía, la ciencia atmosférica, el magnetismo terrestre, la física de la tierra sólida y los estudios ionosféricos, circunstancia que posicionó a estas disciplinas únicamente tras la física en cuanto a los niveles de apoyo financiero. Su estatus también se vio fortalecido. Por ejemplo, el panel de geofísica creado por la influyente Junta de Investigación y Desarrollo del Estado Mayor Conjunto fue el primero en abrir una línea de negocios⁵. Pero el efecto más significativo del patrocinio militar fue el de crear un nuevo mapa intelectual para esas disciplinas, es decir, un nuevo conjunto de desafíos, guiados por las necesidades militares y de seguridad nacional, que abrieron un creciente horizonte de posibilidades para ciertos campos de las ciencias físicas ambientales mientras que, al mismo tiempo, disminuyeron las oportunidades de otros campos científicos. Cuando el Pentágono anunció en 1961 que “el Departamento de Defensa tiene un interés vital en las ciencias ambientales, ya que los servicios militares deben poseer un conocimiento y una capacidad para predecir e incluso controlar el entorno en el que se requiere operar”, dejó establecida una definición utilitaria y operativa de la investigación ambiental que fue característica de gran parte de los estudios en el campo de las ciencias de la Tierra de posguerra. Desde esta perspectiva, los aspectos biológicos de las ciencias ambientales estaban, en el mejor de los casos, representados mar-

4 Pocas obras existentes abordan la relación de las ciencias de la Tierra y la diplomacia internacional, aunque aparece una breve introducción en Barth (1998), Doel (1997) y Needell (2000).

5 La prioridad asignada a la geofísica como un rasgo característico de la preparación militar es señalada en DeVorkin (1996) y en Doel & Needell (1997).

ginalmente⁶.

En su importante estudio de 1987 sobre la electrónica cuántica de mediados del siglo XX, Paul Forman (1987, p. 150) argumentó que la financiación militar para la física después de 1945 causó “un cambio cualitativo en su propósito y carácter [que condujo a] un alistamiento e integración del grueso de sus practicantes y de su práctica en la búsqueda de la seguridad de la nación a través de tecnologías militares cada vez más avanzadas”. Dejemos de lado aquí un punto que los críticos de Forman han planteado, esto es, que no existen fuentes inherentemente neutrales de financiamiento para la ciencia y, por tanto, que es arriesgado invocar un camino normativo para el desarrollo de cualquier campo⁷. La pregunta más significativa de Forman, es decir, ¿cuál fue la *dirección* en el avance de la ciencia, y por lo tanto, qué *tipo* de ciencia resultó del patrocinio militar? revela un problema vital y vale la pena extrapolar dicha pregunta a las ciencias de la Tierra. Tampoco es esta la única forma de abordar el delicado asunto del mecenazgo. El estudio ejemplar de Robert E. Kohler (1991) sobre el patrocinio de las fundaciones Rockefeller y Carnegie para la ciencia en los años de entreguerras, enfatizando la influencia de los gerentes de programas y el crecimiento de las instituciones de élite, ofrece otras prometedoras vías para comprender la influencia de los patrocinadores en el período posterior de la Guerra Fría. ¿Qué intentaron lograr los gerentes de programa? ¿Intentaron “elevar aún más las cotas altas” o alentar la investigación en campos nuevos y sub-capitalizados? ¿Qué tipo de instituciones de investigación buscaron crear y, de hecho, fueron creadas? ¿Influyó el patrocinio en los objetivos de los científicos, y qué tipo de descubrimientos y nuevos conocimientos fueron los más apreciados? ¿Quién fue incitado a participar y quién se quedó al margen? ¿Qué supuestos sobre los objetivos de la ciencia y la tecnología fueron compartidos por los patrocinadores y sus clientes? ¿Adoptaron los mecenastas una visión diferente sobre la ecología del conocimiento de las ciencias de la tierra que sus beneficiarios?

En el presente documento, abordaré las consecuencias derivadas del mece-

6 Documento borrador elaborado por el Departamento de Defensa. ‘Actividades científicas internacionales’, noviembre de 1961, Caja 27, Frank Press papers (MIT). Sin embargo, las influencias militares dieron forma a ciertas áreas de las ciencias biológicas ambientales, como el nuevo campo de la ecología de la radiación, nacido de la convergencia durante la posguerra entre las pruebas de bombas atómicas y la búsqueda de aplicaciones positivas derivadas de los trabajos para rastrear la dispersión de radionucleidos en los Estados Unidos y en todo el mundo, tal y como lo explico más adelante. Pero el efecto principal del mecenazgo militar de la Guerra Fría fue elevar la posición profesional y aumentar los recursos institucionales en torno a la parte física de las ciencias ambientales.

7 Véase, por ejemplo, Kevles (1989).

nazgo de la posguerra examinando algunas áreas en las que las preocupaciones militares y de seguridad nacional influyeron en la constitución de las ciencias físicas del medio ambiente. Al sondear estas esferas superpuestas de poder estatal, pretendo aclarar cómo la Guerra Fría moldeó el conocimiento del entorno de la Tierra⁸.

El mecenazgo y las ciencias de la tierra en los Estados Unidos del siglo XX

¿En qué sentido fue diferente el mecenazgo de las ciencias de la Tierra en los años anteriores a la Segunda Guerra Mundial? En la Primera Guerra Mundial, los EE.UU. ya poseían un conjunto de centros de investigación dedicados a diversas ramas de las ciencias de la Tierra. Una fue la Carnegie Institution de Washington, de capital privado y fundada en 1902, que promovió la investigación en geofísica (Good, 1994). Pero la geofísica recibió relativamente poco patrocinio por parte de las agencias militares en los años previos a la Segunda Guerra Mundial. La Marina, del mismo modo, patrocinó escasas investigaciones en oceanografía física (Weir, 2001). Los fondos federales se canalizaron, más bien, hacia las agencias más antiguas establecidas desde hace mucho tiempo, como el Servicio Geológico y el Servicio Geodésico y de Costas, así como a otras entidades un poco más recientes, como la Oficina Meteorológica de EE.UU. que fue creada en 1890. No obstante, la mayor parte de la investigación en geofísica hasta fines de los años treinta fue patrocinada por empresas petroleras o por las universidades, incluido también el ambicioso Comité de Geofísica Experimental de Harvard, dirigido, entre otros, por Percy Bridgman y Reginald Daly⁹.

El patrocinio militar para la geofísica se incrementó durante la Segunda Guerra Mundial. Su objetivo era solventar las deficiencias más urgentes en tiempos de guerra. Ya a finales de la década de 1930, los científicos civiles de la Institución Oceanográfica Woods Hole (Woods Hole, MA, EE.UU.), y en particular el director de la institución, Columbus Iselin, comenzaron a trabajar con investigadores de la Marina para resolver problemas asociados a la detección de sonar por submarino que incluían pruebas realizadas por un nuevo instrumento significativo, el batitermógrafo (Rainger, 2000b). En la Institución Scripps de Oceanografía (San Diego, CA, EE.UU.), el oceanógrafo Harald Sverdrup, con la colaboración de Walter Munk, trabajó por establecer mejoras en las previsiones de navegación y oleaje,

8 Abordo este desarrollo desde una perspectiva multinacional en Doel (1997a).

9 Véase Bowker (1994) y Doel (1997). Los fondos para la investigación meteorológica eran extremadamente limitados antes de 1945 (Harper, 2003a).

aspecto éste fundamental para los planes aliados en la invasión de Normandía de 1943 (Oreskes & Rainger, 2000). Del mismo modo, se produjeron substanciales mejoras en el campo de la meteorología. La necesidad de pronósticos precisos y de poseer un conocimiento sobre las condiciones meteorológicas dieron como resultado nuevos y amplios programas de capacitación para meteorólogos graduados. Bajo la coordinación de Carl-Gustaf Rossby, decano de meteorología de EE.UU., estos programas reforzaron los distintos departamentos de meteorología en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), en el Instituto de Tecnología de California (Caltech), en la Universidad de California en Los Ángeles, en la Universidad de Chicago y en la Universidad de Nueva York, lo que contribuyó en general al desarrollo de la meteorología como disciplina científica¹⁰.

Con todo, el mayor incremento de los fondos militares para geofísica se produjo durante los primeros años de la Guerra Fría. Esto ocurrió por varias razones. Una de ellas fue la demanda de nuevos sistemas de armas que solo empezaron a cobrar importancia al principio de la Guerra Fría, cuando la Unión Soviética se convirtió en el adversario de los Estados Unidos. Las demandas de la guerra antisubmarina hicieron que todos los aspectos de la oceanografía física fueran objeto de preocupación para los planificadores militares. Los estudios detallados batimétricos, magnéticos y gravitacionales de los fondos oceánicos eran esenciales para ocultar submarinos, y la información sobre las características térmicas y de salinidad era fundamental para la acústica submarina¹¹. Las comunicaciones de radio avanzadas fueron posibles gracias a nuevas investigaciones en física de la atmósfera superior y física ionosférica, así como al estudio de las relaciones solar-terrestres (DeVorkin, 1992). Las nuevas exigencias de conocimiento se centraron en el misil guiado, a medida que las autoridades estadounidenses comenzaron a explorar las capacidades de este arma de venganza desarrollada por la Alemania nazi en Peenemunde durante la Segunda Guerra Mundial (Neufeld, 1995; Cloud, 2000; Warner, 2002). El misil guiado implicaba recabar nueva información sobre la atmósfera inferior y superior, el comportamiento ionosférico, la geodesia y el geomagnetismo. Este sistema tecnológico particularmente importante ayudó a constituir las ciencias físicas del medio ambiente en los Estados Unidos después de 1945. El estado, así, demanda nuevos conocimientos geográficos que han ido estimulando el desarrollo científico desde la era de la exploración, como Francis Bacon observó astutamente hace más de 300 años (Harris, 1998). Pero a pesar de

10 La explicación convencional sobre estos desarrollos se encuentra en Bates & Fuller (1986), pero aparecen importantes reinterpretaciones en Harper, en este número y en los próximos.

11 Rainger (2000b), Craven (2001) y Sontag & Drew (1998); véase también Hamblin (2002).

que el proceso no es nuevo, la sed de datos a gran escala durante el periodo de posguerra transformó dramáticamente las ciencias de la Tierra y su lugar dentro de las ciencias físicas.

Una segunda razón por la cual las autoridades militares financiaron la geofísica a principios del período de la Guerra Fría fueron los desarrollos geopolíticos. Las ciencias de la Tierra se basan principalmente en un trabajo de campo, no se desarrollan en el laboratorio, y el conocimiento de las características físicas de los lugares estratégicos de todo el mundo fue un requisito y un estímulo para nuevas investigaciones en el campo de las ciencias de la Tierra. Las tensiones de la Guerra Fría repercutieron en que las regiones polares de la Tierra fueran nuevos y valiosos objetivos de investigación. Dos ejemplos en este punto reflejarán adecuadamente este asunto. En 1947, el Pentágono expresó su interés por estudiar el espesor del hielo y el calentamiento polar en la región del Ártico, convencido de que ese conocimiento era necesario en caso de un conflicto con la Unión Soviética, estratégicamente situada en la pequeña extensión del hielo del Ártico. La comprensión del “medio ambiente” del Ártico se convirtió, así, en una influencia importante en las ciencias ambientales físicas, proporcionando una justificación utilitaria para la unidad de sus campos constituyentes (Doel, 2000)¹². En 1949, todos los servicios militares financiaban estudios sobre el ambiente ártico, incluyendo el hielo marino, el permafrost y las propiedades físicas de la nieve. Preocupaciones similares impulsaron las expediciones militares estadounidenses a la Antártida, incluida la Operación *Highjump* de 1946-47. Esta operación fue la más grande que se haya emprendido en este continente, ya que contó con la participación de 4.700 individuos y 13 barcos. Asimismo, la Operación *Highjump* también movilizó a un número significativo de científicos de la Tierra para estudiar este entorno desconocido (Fogg, 1992)¹³.

Finalmente, el vivo interés militar por las ciencias de la Tierra (y especialmente por la geofísica) fue suscitado gracias a los avances logrados en otros desarrollos científicos y tecnológicos afines, así como por los nuevos desafíos que aparecen con los progresos científicos de los poderes del Eje durante la Segunda Guerra Mundial, de los que los científicos estadounidenses y aliados obtuvieron un conocimiento de primera mano en 1945. Algunos de estos logros incluían variantes de guerra biológica, química y radiológica. La posibilidad de incorporar la ra-

12 Véase también Bates *et al.* (1954). Agradezco a Charles Bates por las conversaciones sobre este tema).

13 La resolución de las tensiones geopolíticas en la Antártida (en la que los científicos de la tierra jugaron un papel importante) se ha abordado en Elzinga (1993).

diactividad en las explosiones nucleares atmosféricas como un arma de campo avanzada -dando lugar, así, a la guerra radiológica-, provocó el apoyo militar para los estudios meteorológicos del transporte y distribución de partículas (Hacker, 1994). Preocupaciones similares relacionadas con cuestiones logísticas y tácticas estimularon la investigación meteorológica en apoyo de la guerra biológica, ya que la dispersión de agentes bacteriológicos se convirtió en un desafío después de que los científicos de EE.UU. obtuvieran información sobre los trabajos de los japoneses relacionados con la guerra biológica¹⁴. A finales de la década de 1940 también se convocó a determinados geofísicos para ayudar a detectar pruebas atómicas soviéticas, mejorando los programas de investigación en el terreno de la acústica atmosférica¹⁵. Dado que los científicos estadounidenses creían que los avances soviéticos en las ciencias de la tierra (a diferencia de los de la genética) probablemente estaban al mismo nivel que los del oeste, los estudios geofísicos obtuvieron una prioridad aún mayor una vez que comenzó la Guerra Fría¹⁶.

Lo que es particularmente sorprendente sobre el desarrollo de las ciencias de la Tierra y ambientales en los Estados Unidos es la cantidad de campos que fueron impulsados por los militares durante las primeras décadas de la Guerra Fría. El afán militar por la inteligencia geofísica fue intenso. Si bien la financiación militar para física y química era grande, ambas eran ciencias de laboratorio que no requerían que los científicos adquirieran datos de campo de áreas geográficas remotas para desarrollar nuevas teorías y predicciones. Muchos otros campos de la ciencia, incluida la astronomía y la mayoría de las ciencias biológicas (a excepción de la toxicología, la fisiología y la ecología de la radiación), se vieron mucho menos afectados por el patrocinio militar en la Guerra Fría¹⁷.

No es suficiente afirmar que una gran cantidad de dinero proveniente del ámbito militar se canalizó hacia la geofísica. Tampoco es adecuado sugerir que todas las formas de patrocinio militar eran iguales. Los científicos que recibieron fondos de la Oficina de Investigación Naval (ONR) se enfrentaban a expectativas y experiencias diferentes que las de los colegas financiados por la Oficina de Buques o por los contratos del Centro de Investigación de la Fuerza Aérea de Cambridge. Al escribir un nuevo libro sobre el auge de las ciencias físicas ambientales en los

14 Véase Sheldon Harris (1998), Endicott & Hagerman (1998) y Fitzgerald (2003).

15 Véase Ziegler & Jacobson (1995) y Doel & Needell (1997).

16 Junta de Investigación y Desarrollo. 'Guía para I + D en Geofísica y Geografía para el año fiscal 1951', 29 de enero de 1949, 9, Caja 164, (archivos RDB, Entrada 341, RG 330). Archivos Nacionales II, College Park, MD; véase también Graham (1993a).

17 Para el caso de la astronomía, véase DeVorkin (2000). En Appel (2000) se encuentra el mejor análisis de la biología de la Guerra Fría hasta la fecha.

Estados Unidos del siglo XX, he estado lidiando sobre cómo evaluar mejor la influencia militar. ¿De qué manera el financiamiento militar para las ciencias de la Tierra condicionó en los Estados Unidos el carácter y la búsqueda de investigación en estos campos durante la Guerra Fría? ¿Dónde podrían los historiadores indagar para descubrir pruebas de esta influencia? Me gustaría ofrecer algunas reflexiones sobre estas preguntas.

Patrocinio militar y desarrollo institucional

Cualquier investigación sobre el desarrollo de los campos científicos debe tener en cuenta la influencia del mecenazgo en las instituciones científicas. La nueva financiación no solo crea nuevas instalaciones, sino que también prioriza ciertos tipos de investigaciones sobre otros. En particular, el patrocinio puede conformar escuelas de investigación y, por lo tanto, influir en la conformación de investigadores, guiar las preguntas que éstos hacen, ubicar a los contratados recientemente capacitados en otras instituciones de investigación de vanguardia y condicionar las fronteras y las áreas centrales de las grandes comunidades de investigación¹⁸. John Servos está ciertamente en lo correcto al destacar que las disciplinas científicas establecidas “prestan estructura y significado a las vidas [y] dan orden y significado al conocimiento”, pero a menudo son los patrocinadores influyentes los que brindan coherencia a los campos difusos y multidisciplinarios (Servos, 1990; Doel, 1996).

Hay dos tipos de instituciones de interés para nosotros: transitorias y permanentes¹⁹. En lo que respecta al desarrollo de las ciencias de la Tierra, el Comité de Ciencias Geofísicas de la Junta Conjunta de Investigación y Desarrollo de los militares (JRDB; más tarde simplemente denominado como Junta de Investigación y Desarrollo, RDB) es un ejemplo ilustrativo de una institución transitoria (es decir, aquella que carece de un entorno físico distintivo y una sede física permanente, pero está conectada con entidades influyentes). Creado en 1946 como el organismo sucesor en el periodo de posguerra del influyente Comité Conjunto de Nuevas Armas y Equipos, el JRDB fue considerado por los científicos como una especie de Fiscal de Distrito para la comunidad de ciencias físicas, ya que tenía la función de vigilar los límites entre la ciencia académica y el ejército y alentar una estrecha

18 Los historiadores de la ciencia han prestado considerable atención a este tema. Para una introducción a esta literatura, véase el volumen editado por Geison & Holmes (1993).

19 Utilizo el concepto de instituciones transitorias en el sentido en que lo hacen Warnow, Genuth & Weart (2001); véase también Doel (1996, 1997 y 1998).

cooperación entre ellos (Dennis, 1990; véase también Dennis, 1994). Convencidos de la importancia de las ciencias de la Tierra para la investigación de armas, los líderes de la JRDB se movieron rápidamente para situar las ciencias de la Tierra dentro de su punto de mira, creando una dirección global para la geografía y paneles específicos para campos como la oceanografía, meteorología, electricidad terrestre y magnetismo, sismología, movimientos terrestres y vulcanología. Cada uno de estos paneles estaba compuesto por un número aproximadamente idéntico de oficiales militares y científicos civiles (la mayoría de ellos líderes en sus respectivas disciplinas, incluido el meteorólogo Carl-Gustaf Rossby, el oceanógrafo Richard H. Fleming y el sismólogo Beno Gutenberg). Los paneles se celebraron, al menos, dos veces al año, en sesiones de varios días, con el objeto de acordar recomendaciones para líderes militares y designar programas para su financiamiento. Estos paneles también elaboraron listados de “problemas no resueltos” en cada uno de sus campos, y buscaron compilar inventarios de proyectos de investigación en curso en dichos campos dentro de los EE.UU. y en el extranjero²⁰.

El JRDB no distribuyó fondos directamente a investigadores o a instituciones, y su anquilosada estructura institucional persuadió a los funcionarios del Pentágono para reemplazar, a principios del primer mandato del presidente Dwight Eisenhower, este organismo independiente por una nueva estructura de asesoramiento, concretamente una subsecretaría de Defensa para Investigación y Desarrollo. Sin embargo, estoy convencido de que la JRDB moldeó profundamente la geofísica y las ciencias de la Tierra en los Estados Unidos de la posguerra. Los paneles de JRDB brindaron a los geofísicos la oportunidad de hablar extensamente sobre los desafíos a los que se enfrentaban sus campos respectivos. Los miembros del panel debían llegar a un consenso sobre los problemas de investigación que consideraban más fundamentales. Los miembros del panel académico tuvieron, además, acceso a datos clasificados (incluidos los informes de trabajo en curso en centros rivales asociados a sus campos), y se les animó a pensar en grande en torno a las formas de abordar los problemas principales de investigación que habían identificado. También eran muy conscientes de los problemas aplicados que debían abordar sus clientes militares, y pasaban un espacio considerable de su tiempo

20 Memorándum, ‘Formación del Comité de Ciencias Geofísicas’, 10 de octubre de 1946, Caja 226; RH Fleming, ‘Principales problemas en Oceanografía preparado por R. H. Fleming’, 22 de mayo de 1947, Caja 461, Carpeta 3, y memorándum, ‘Lista de miembros del comité de sismología’, 15 de septiembre de 1948, Caja 237, registros de la Junta de Investigación y Desarrollo, RG 330, Archivos Nacionales II (College Park, MD). El JRDB, que se convirtió en el RDB después de la aprobación de la Ley de Seguridad Nacional de 1947, también absorbió las oficinas restantes de la más famosa Oficina de Investigación y Desarrollo Científico; ver DeVorkin (1992, p. 162).

de consulta anual pensando en cómo resolverlos. Todavía no se dispone de evaluaciones exhaustivas sobre la influencia de estos paneles, pero está claro que ejercieron una presión exitosa para obtener fondos, fortalecer los esfuerzos de investigación y de capacitación de graduados en muchos campos de las ciencias de la Tierra²¹. La presión de Rossby forzó al Pentágono a investigar el calentamiento polar, los geodésicos obtuvieron recursos suficientes para abordar el enorme problema consistente en vincular las redes geodésicas mundiales y los geógrafos físicos comenzaron a diseñar un Sistema de Información Geográfica adecuado para las necesidades militares²². Debido a que el liderazgo de la comunidad geofísica de los EE.UU. trascendió significativamente el mero papel de asesoramiento al RDB en los paneles, las agendas de investigación concebidas en Washington D. C., se llevaron a cabo en los principales centros de geofísica de los Estados Unidos²³.

La influencia del mecenazgo militar se advierte más fácilmente en las instituciones científicas permanentes. Las principales instituciones de geofísica (incluyendo Woods Hole y Scripps) fueron fortalecidas y ampliadas espectacularmente debido al patrocinio militar a principios del período de la Guerra Fría²⁴. Un caso particularmente revelador es el Observatorio Geológico Lamont de la Universidad de Columbia. Establecido por el geofísico W. Maurice Ewing en 1947, el Observatorio Geológico de Lamont destacó rápidamente como un centro de investigación reconocido internacionalmente²⁵. Sus líderes veían con razón a Lamont como una entidad altamente competitiva, no solo en relación con las instituciones marinas y oceanográficas ubicadas en Scripps y Woods Hole, sino también en lo que tenía que ver con los programas de geofísica del MIT y Princeton. Lamont también sirvió como una escuela modelo de investigación durante el siglo XX, utilizando criterios que el difunto Gerald L. Geison empleó en su revisión clásica de las escuelas de investigación: estaba gobernado por un director carismático y autocrático, ideó nuevos instrumentos, fomentó nuevas interpretaciones sobre

21 Este análisis está fundamentado por el meticuloso estudio de David H. DeVorkin sobre el Panel de la JRDB dedicado a la atmósfera superior (DeVorkin, 1992).

22 Doel (2000), Cloud (2000), y Warner (2002); véase también DeVorkin (1992).

23 Los sucesores institucionales de la JRDB probablemente continuaron desempeñando este tipo de papel después de 1953, pero la clasificación constante de los registros ha sido poco investigada.

24 Véase también Rainger (2000b). Las instituciones transitorias y permanentes activas en las ciencias de la Tierra que se resistieron al mecenazgo militar después de 1945 (como la Carnegie Institution de Washington y el Comité de Geofísica Experimental de la Universidad de Harvard) perdieron, en general, su prestigio previo a la guerra como centros de influencia.

25 Ahora conocido como el Observatorio de la Tierra Lamont-Doherty del Columbia Earth Institute. Un laboratorio de ciencias de la Tierra más propiamente dicho, también fundado en 1947, fue el Laboratorio de Cartografía, Gráficos e Investigación de la Universidad Estatal de Ohio; véase Cloud (2000).

diversos fenómenos, se controlaron planes de estudio, se elaboraron programas interdisciplinarios y se colocaron a los estudiantes en posiciones de influencia en las que replicar interpretaciones y prácticas instrumentales (Geison, 1981)²⁶.

Lamont también fue un instituto de investigación que, durante los primeros 25 años de su existencia, recibió más del 90% de sus ingresos de contratos provenientes de investigación militar. Por lo tanto, es muy revelador comprobar cómo estos fondos influyeron en los programas de investigación y en las relaciones entre disciplinas. Desde el principio, Ewing se sintió incómodo al depender tanto de estos fondos contractuales, puesto que percibía que a su instituto le habían suprimido cierta flexibilidad y estabilidad. De tal manera que buscó (aunque sin éxito) fondos privados y corporativos para apoyar a Lamont²⁷. Los contratos militares (algunos de la ONR, aunque muchos más provenientes de agencias individuales de la Armada y de la Fuerza Aérea, así como de la Comisión de Energía Atómica (AEC), que se encontraba bajo el control de los militares) demostraron ser generosos para desarrollar programas de investigación competitivos a nivel internacional en el campo de las ciencias físicas de la Tierra. El laboratorio de geoquímica de Lamont, el primer edificio nuevo construido en este centro de investigación en 1954, fue financiado a través de la AEC. Los laboratorios geoquímicos de Lamont estaban bien equipados, en parte porque Lamont se convirtió en un actor institucional clave en el Proyecto *Sunshine*, una iniciativa liderada por AEC para evaluar en secreto la propagación de la radioactividad en todo el mundo a partir de las pruebas atómicas realizadas por EE.UU. en el Pacífico²⁸. Dado que existían pocas fuentes alternativas de financiación para tales programas de encuestas a gran escala antes de la década de 1960, los fondos militares hicieron posible en gran medida esta investigación. También supusieron un estímulo para que los científicos de Lamont centrasen su interés en el cambio climático a largo plazo, la circulación oceánica y la geoquímica del agua marina. Estos se convirtieron en importantes campos de investigación en esta institución. Sin embargo, muchos científicos de Lamont en aquel momento no sabían que sus colegas estaban involucrados en el Proyecto *Sunshine*, lo que sugiere un grado de compartimentación significativo en los programas de investigación militar²⁹. No obstante, aquellos

26 Este tema se explora brevemente en Levin & Doel (2000).

27 Véase Ewing a E. DeGolyer, 30 de diciembre de 1953, Caja 147. W. Maurice Ewing papers; Centro para Historia Americana, Archivos Universitarios (Universidad de Texas en Austin [en adelante Texas]).

28 Para una introducción en el asunto, véase el Comité Asesor de Estados Unidos sobre Experimentos de Radiación Humana (1996).

29 Véase Wallace R. Broecker OHI, 6 de junio de 1997 y J. Lamar Worzel OHI, 3 de enero y 14 de mayo de 1996. Ronald E. Doel como entrevistador de ambos para el "Proyecto de Historia Oral del

que participaron activamente en proyectos financiados por militares en Lamont se mantuvieron leales a ellos. A finales de la década de 1960, cuando la Universidad de Columbia se enfrentó a una mayor presión para abandonar los programas de investigación clasificados después de las protestas acaecidas en el campus por la Guerra de Vietnam (y más tarde a través de la Enmienda Mansfield de 1971), los científicos de Lamont crearon varias empresas derivadas (spin-off) y centros de investigación para mantener su participación en estas actividades. Por ejemplo, varios miembros fundadores de Lamont crearon el Instituto Geofísico de Palisades, que analizó las pruebas de misiles balísticos de corto alcance de los Estados Unidos realizadas cerca de las Bermudas³⁰.

Cierto es que una descripción cuidadosa de los fondos militares destinados en Lamont puede no decirnos mucho sobre su influencia particular, ya que esto no responde a la pregunta de qué podría haber ocurrido si se hubiera encontrado un patrocinio alternativo. Lo que puede ser más importante es descubrir qué tipo de desarrollos no fueron permitidos a través de los fondos militares, ya que este tema se relaciona directamente con el problema fundamental de cómo el mecenazgo moldeó la ecología del conocimiento de las ciencias ambientales en los Estados Unidos durante el siglo XX. Muchos de los colegas de Ewing creían que estaba obsesivamente enfocado en comprender la estructura del fondo del océano (Wertebaker, 1974). Pero Ewing, de hecho, quería que Lamont se convirtiera en una institución oceanográfica equilibrada, con divisiones de biología, algo no muy diferente de las de Woods Hole y Scripps, y que lograra, además, capitalizar su capacidad de navegación oceánica, su extensa biblioteca dedicada a aguas profundas y los programas de muestreo de agua financiados por fondos de la AEC. En 1954, después de que Lamont adquiriera su primer barco oceánico, llamado *Vema*, Ewing se comunicó con funcionarios de la Fundación Rockefeller con el objeto de solicitar la construcción de un asentamiento para biólogos marinos desde el que cabría aprovechar las escasas oportunidades de investigación en biológica oceánica³¹. “Los océanos son uno de los últimos recursos naturales no utilizados e inexplorados que tenemos”, declaró Ewing, ya que “no se han explorado en el sentido de que se sabe muy poco acerca de lo que los océanos

Observatorio de la Tierra Lamont-Doherty”. Oficina de Investigación de Historia Oral (Universidad de Columbia [en adelante LDEO]).

30 Véase Gordon Hamilton OHI, 15 de Marzo de 1996. Entrevistador: Ronald E. Doel, LDEO.

31 E. R. Piore a Warren Weaver, 25 de Agosto de 1953, Carpeta 1654, Caja 179, Record Group 1.2, Series 200D, Rockefeller Foundation records, Rockefeller Archive Center, (Sleepy Hollow, NY [en adelante RAC]) y Gifford B. Pinchot a W. Maurice Ewing, 6 de Enero de 1954, Caja 142, documentos de Ewing (Texas).

podrían producir para el beneficio de la humanidad”³². Ewing propuso construir un programa de biología marina para investigar los factores que influyen en la foto-síntesis y en la producción de plancton. Su misión principal sería “un estudio general de las biocenosis [ecosistemas] de los océanos y de los factores que los determinan”. Inicialmente, buscó implementar dicha iniciativa a partir del trabajo del microbiólogo de Yale, Gifford B. Pinchot Jr. Al igual que su padre (el famoso conservador e prestigioso “Chief Forester” bajo el mandato de Theodore Roosevelt), Pinchot sostenía una perspectiva utilitaria, creyendo que las áreas silvestres (incluidos los océanos) se gestionarían mejor para producir recursos materiales asequibles³³. El gerente de la Fundación Rockefeller, Warren Weaver, entrevió una gran potencialidad en estos planes, proporcionando a Ewing una subvención inicial de 90.000 dólares y una subvención de 200.000 dólares en 1957. Pero el esfuerzo finalmente fracasó. A los biólogos marinos les resultó difícil integrarse en la cultura y en la comunidad de Lamont, a pesar de la tentadora oportunidad de obtener una plataforma en el mar para la investigación. Aunque se dieron repetidos intentos de resucitar la iniciativa, Lamont no logró construir un programa de componente biológico durante el liderazgo de Ewing³⁴.

El sesgo generalizado de los fondos militares hacia la investigación en ciencias del medio ambiente físico también puede constatarse en el Laboratorio Marino de la Universidad de Miami. Fundado en 1943 por el biólogo marino F. G. Walton Smith, el laboratorio inicialmente trató de capitalizar su posición como la única estación tropical existente en los Estados Unidos continentales. Durante toda la década en la que mantuvo su actividad, el Laboratorio Marino se concentró en problemas biológicos y pesqueros, estudiando organismos asociados con el ensuciamiento de los barcos, con el apoyo de patrones privados y de contratos de la

32 W. Maurice Ewing, sin fecha [ca. Abril de 1955] proyecto de recaudación de fondos, documento de archivo del proyecto LDEO OHI; su plan de investigación detallado aparece en M. Ewing y D. B. Ericson, ‘Investigación coordinada biológica y micropaleontológica de los océanos’, [Propuesta de investigación para la Fundación Rockefeller], Carpeta 1654, Caja 179, RG 1.2, Serie 200D (Fundación Rockefeller, RAC).

33 La carrera y el poder de influencia de Gifford B. Pinchot Sr. es analizado en Fox (1981) y Miller (2001).

34 Memorándum, ‘Columbia University, Marine Biology’, 22 de mayo de 1955, Carpeta 1654, Caja 179, RF RG 1.2, Serie 200D, RAC. Dos investigadores de Lamont bajo la dirección de Ewing, David B. Ericson y Goesta Wollin, analizaron los paleofósiles encontrados dentro de las muestras centrales, pero la biología marina no estaba representada en Lamont. Las entrevistas de historia oral en Lamont sugieren que varios factores impidieron el éxito de su incipiente programa de biología, sin olvidar tampoco las relaciones tensas contraídas con los biólogos de Columbia. No obstante, en los testimonios los científicos también recordaron enfrentamientos culturales entre estas comunidades de investigación; véase, por ejemplo, Charles L. Drake OHI, 20 de mayo de 1997. Entrevistador: Ronald E. Doel, LDEO.

Armada. A fines de la década de 1940 y principios de la década de 1950, Smith buscó con entusiasmo expandir los programas de biología marina de la Universidad de Miami. Para sus colegas, Smith manifestaba así su determinación de conservar un equilibrio entre los enfoques biológicos, químicos y físicos relacionados con la investigación marina tropical³⁵.

Con todo, Smith encontró que los fondos militares para la oceanografía física eran una tentación creciente. Para 1953, el Laboratorio Marino había aceptado un importante contrato de la Oficina de Buques de la USN para investigar la acústica submarina. Cinco años después, citando información confidencial del Jefe de Investigación Naval, Smith advirtió al rector de la Universidad de Miami, J. F. W. Pearson, de que la Armada estaba “seriamente preocupada por el rápido crecimiento del potencial destructivo asociado a un ataque submarino” y, por lo tanto, que ésta apoyaría una rápida expansión de los estudios en oceanografía física. La participación de la Universidad de Miami incluiría el acceso a una nueva embarcación oceanográfica, un avión moderno equipado con radar “para investigar la oceanografía física, la investigación de huracanes y los estudios de física de nubes”, así como fondos para capacitación avanzada de posgrado en oceanografía física. Mientras Smith continuaba ensalzando las contribuciones de la Universidad de Miami a la biología marina ante posibles clientes (y, en este sentido, el laboratorio siguió siendo un centro preeminente en estos campos), no tardó mucho en reconocer que sus programas de ciencias físicas de la Tierra se estaban expandiendo más rápidamente que los de biología marina³⁶. El Laboratorio Marino de la Universidad de Miami -otra institución nacida en la Segunda Guerra Mundial y desarrollada en los años de crecimiento acelerado de las ciencias de la Tierra a fines de la década de 1940 y 1950- encontró que sus tendencias de financiamiento e investigación reproducían de alguna manera la experiencia en Lamont de Columbia.

Cabe mencionar otros muchos ejemplos al respecto. El financiamiento de la Marina fue particularmente significativo en el proceso de configuración de la rama física de las ciencias ambientales, pero la Marina no fue el único jugador militar. El intenso interés de la Fuerza Aérea en la radio física, estimulado por la

35 F. G. Walton Smith a Mr. W. J. Hester, 7 de enero de 1943, Caja 124; Smith, Resumen financiero, Laboratorio marino de Miami, 6 de febrero de 1943, Caja 124; Colección de artículos del presidente (Universidad de Miami [en adelante Miami]). Véanse también las entrevistas realizadas en la Universidad de Miami para el Centro Heinz / Oficina de Investigación Naval de Historia del Proyecto de Videohistoria de Oceanografía Americana (Catalogación en progreso).

36 F. G. Walton Smith al Dr. Paul Pearson, Director del Programa, Fundación Ford, 11 de marzo de 1960, Caja 125 (Miami).

construcción de la línea de Alerta Temprana de Defensa en Alaska y el norte de Canadá en la década de 1950 (para detectar los bombarderos soviéticos entrantes), contribuyó a dar forma a los programas de investigación básica en la sede de la Fuerza Aérea, esto es, el Centro de Investigación Cambridge de la Fuerza Aérea. Cuando el ejército de los EE.UU. creó la base semi-secreta de *Camp Century* debajo de la capa de hielo de Groenlandia a finales de la década de 1950 -conformando una ciudad nuclear de más de 100 residentes a más de 100 millas (161 km) al este de Thule y encaramada a 6.200 pies (1.890 metros) de elevación-, se promovió también el establecimiento por parte del ejército de líneas de investigación en lo relativo a la nieve, el hielo y el permafrost. Reconstituido en 1961 bajo la denominación de Laboratorio de Investigación e Ingeniería de las Regiones Frías del Ejército, esta instalación se convirtió en el laboratorio más grande de los Estados Unidos centrado en los problemas asociados con las regiones polares³⁷.

En la segunda mitad de la Guerra Fría, los militares continuaron influyendo en los programas de investigación en ciencias de la Tierra. La sismología marina se expandió rápidamente después de que comenzaran las negociaciones de control de armas nucleares entre los EE.UU. y la Unión Soviética, y debido también a la naturaleza cambiante e inestable de la guerra antisubmarina a finales de la década de 1950. La nueva red mundial de sismógrafos estándar era lo suficientemente sensible como para proporcionar un mapa de alta resolución notablemente detallado de las ubicaciones de los terremotos a mediados de la década de 1960. Esta información permitió a Bryan Isacks, Jack Oliver y Lynn R. Sykes (Isacks *et al.*, 1968) definir los contornos de lo que se denominó como placas tectónicas. Sus pruebas, por tanto, ayudaron a convencer a los geofísicos estadounidenses para que aceptasen la teoría de la tectónica de placas, uno de los mayores logros intelectuales de la ciencia de la Tierra del siglo XX³⁸. Los fondos militares también impulsaron la investigación ionosférica, solar-terrestre, oceanográfica, meteorológica, geodésica y geográfica (Clarke & Cloud, 2000; Doel, 1997a).

Sin subestimar la creciente influencia de la National Science Foundation y las continuas contribuciones de las corporaciones petroleras a la investigación en exploración geofísica, el ejército de los EE.UU. siguió siendo un patrocinador central de las ciencias de la Tierra durante gran parte de la Guerra Fría. Los logros significativos en las ciencias físicas del medio ambiente en la segunda mi-

37 Véase Norton (2001). Las demandas de investigación en el Ártico provocaron un enorme aumento de los fondos para el Instituto Geofísico de la Universidad de Alaska Fairbanks a principios de la década de 1950; véase Davis (1992).

38 Esta extensa historia es relatada por Barth (2000).

tad del siglo XX fueron resultados derivados de la investigación militar sobre los problemas que afectaban a la guerra antisubmarina, los misiles guiados y las comunicaciones militares. También proporcionaron datos esenciales a largo plazo que fueron empleados en tratados ambientales como el Acuerdo de Río sobre el Calentamiento Global, además de continuar apoyando instalaciones permanentes de investigación en ciencias de la Tierra (LeGrand, 1988; Bowler, 1992; Doel, 1997). Por citar solo un ejemplo, los proyectos de extracción de núcleos de la capa de hielo de Groenlandia de los años ochenta y noventa (cuyos datos revelaron fluctuaciones climáticas inesperadamente rápidas durante los últimos 100.000 años) fueron herederos directos del primer núcleo de hielo perforado en la roca madre desde *Camp Century* en 1960 (Kolbert, 2002).

En este sentido, el mecenazgo militar desempeñó un papel fundamental en el retorno de las ciencias de la Tierra a un lugar dominante, junto a las ciencias físicas, en los Estados Unidos. Tal y como Daniel J. Kevles argumentó recientemente, fueron las disciplinas que contribuyeron a la exploración, el asentamiento y el desarrollo económico del oeste de los EE.UU. después de la Guerra Civil sufrida en la década de 1890, cuando los reformadores conservadores redujeron drásticamente el apoyo federal a la ciencia. Con la frontera geográfica cerrada, “el país priorizaba la agenda de su principal sistema industrial [basado en la física] mientras que las agencias de ciencias de la Tierra dejaron de estar en la cima” (Kevles, 1995: xii). Unos 60 años después, las ciencias de la tierra hicieron un resurgimiento contundente. Estaban en la parte superior de la lista una vez más.

Los geofísicos y la política exterior de los Estados Unidos

Los científicos de la Tierra también se beneficiaron del estrecho contacto establecido con sus patrocinadores militares al participar en los intentos de incorporar a la ciencia dentro de la política exterior de los Estados Unidos. De hecho, en los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial, los científicos llegaron a involucrarse más que nunca en la evaluación y en la toma de decisiones de la política exterior de EE.UU. La integración de la ciencia y la tecnología en la política exterior transformó, a su vez, la ciencia y la política durante la segunda mitad del siglo XX, creando un nuevo papel para la ciencia en el marco de las relaciones globales contemporáneas (Skolnikoff, 1993). El rol destacado desempeñado por los físicos, como arquitectos de las defensas nucleares de la Guerra Fría, ha oscurecido en gran medida la actividad llevada a cabo después de 1945 por los científicos en otros campos de la ciencia internacional. No debería sorprendernos,

por ejemplo, que los químicos ocuparan roles clave dentro de la Oficina de Inteligencia Científica de la Agencia Central de Inteligencia (CIA), quizás porque los químicos industriales poseían una experiencia considerable en guardar secretos, o porque los matemáticos tenían ya reservado un espacio prominente dentro de la Agencia de Seguridad Nacional (los biólogos, por el contrario, estuvieron con mucha menos frecuencia representados [Doel & Needell, 1997; Richelson, 2001].) Como muchos historiadores han subrayado, los geofísicos también fueron líderes influyentes en los esfuerzos por unir la ciencia con la política exterior de los Estados Unidos.

¿Por qué los relatos históricos previos no han reconocido las extraordinarias contribuciones que los científicos de la Tierra hicieron a la política exterior de los Estados Unidos? Una razón es que sus trabajos a menudo se encontraban encubiertos o se mantenían en secreto. Después de la Segunda Guerra Mundial, la ciencia internacional adoptó expresiones distintas. Los patrones tradicionales ligados al internacionalismo científico persistieron, como bien lo demuestra la creación de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y las reuniones de Pugwash sobre desarme nuclear. Pero, al mismo tiempo, otros científicos comenzaron a trabajar con funcionarios del gobierno en Washington D. C., a veces de manera clandestina, para investigar los modos en que los científicos podrían ayudar a la seguridad nacional de los Estados Unidos mediante el abordaje de cuestiones importantes para su política exterior. En estas estrategias participaron el Comité Asesor Científico del Presidente (fundado en 1957), el programa de agregados científicos dentro del Departamento de Estado y las nacientes agencias internacionales de ayuda. También es necesario mencionar a la Agencia de Seguridad Nacional y a la Oficina de Investigación Especial, dos de las numerosas agencias de inteligencia que buscaron información sobre programas científicos extranjeros a través de una variedad de disciplinas, incluidas (y a veces particularmente) las ciencias de la Tierra (véase Doel & Wang, 2001).

Los geofísicos demostraron ser críticos respecto a estos desarrollos debido a varias razones. Una es que éstos requerían redes globales para su investigación, y tenían una larga experiencia en el establecimiento de redes internacionales (incluidos el primer y el segundo programa del Año Polar Internacional de 1882-83 y 1932-33) (Millbrooke, 1998). Además, los geofísicos fueron jugadores importantes en la evaluación del entorno físico de las regiones geográficas estratégicas, sin excluir el propio Ártico y la Antártida. Finalmente, debido a que los funcionarios del Pentágono vieron a los geofísicos, de manera similar a los físicos, como con-

tribuidores destacados para la investigación y el desarrollo de armas de la Guerra Fría, -y porque también buscaron información sobre actividades extranjeras en dichas áreas-, éstos se incorporaron rápidamente en las discusiones de más alto nivel sobre la relación de ciencia y política exterior. Ya como practicantes de una ciencia global, los geofísicos terminaron por convertirse en actores esenciales en las pugnas por determinar la política global.

Dos casos pueden ayudar a ilustrar las estrechas relaciones entre geofísicos y el estado, en tanto que éste creó numerosas oportunidades para que los geofísicos continuasen su investigación a escala global, eliminando las restricciones políticas para mantener contactos internacionales, circunstancia a la que sus colegas, en otras disciplinas, se tenían que enfrentar habitualmente. Uno fue la creación de la primera Oficina de Ciencias dentro del Departamento de Estado. El individuo que dirigió este proceso después de la Segunda Guerra Mundial fue Lloyd Berkner. El historiador Allan A. Needell ha denominado a Berkner un “visionario tecnocrático” que se convirtió en “un parachoques entre el mundo y los ideales de la ciencia y los valores y requisitos del estado expansivo de la Guerra Fría estadounidense”. Berkner también fue el representante más visible de la generación de científicos expertos de Washington de posguerra (Needell, 2000, pp. 3, 7). De ser un joven experto en ciencia polar que había acompañado al Almirante Richard E. Byrd en la Expedición Antártica *Byrd* de 1928-1930, Berkner acabó convirtiéndose en un prometedor joven geofísico en la Carnegie Institution de Washington a principios de la década de 1940, y se ganó la reputación de constructor de puentes entre la comunidad científica y los encargados de la formulación de políticas de Washington, gestionando la adquisición de un radar y suministros electrónicos y de comunicaciones para la Oficina de Aeronáutica de la Marina (Needell, 2000, p. 4) En parte debido a esta experiencia, Vannevar Bush nombró a Berkner primer gerente de la Junta de Investigación y Desarrollo de la posguerra, que operaba en coordinación con los departamentos de Guerra y Marina. A finales de la década de 1940, Berkner se involucró aún más directamente en la ciencia internacional al asumir una asignación del subsecretario de Estado James E. Webb para crear la Oficina del Asesor Científico dentro del Departamento de Estado. También ideó un sistema de agregados científicos que trabajarían en capitales foráneas y transmitirían información sobre desarrollos científicos extranjeros. Asistido por científicos y funcionarios de políticas de la CIA y otros servicios de inteligencia, Berkner también sopesó el modo en que la recopilación de información podría ayudar a los objetivos de la ciencia y a la seguridad nacional de los EE.UU. (Doel

& Needell, 1997)³⁹. En el “suplemento secreto”, tal y como llegó a ser conocido en 1950 el Informe Berkner sobre Ciencia, y en el Departamento de Estado se constataba que Foggy Bottom⁴⁰ no había reconocido “la enorme importancia presente y futura de la inteligencia científica” y se dejaba claro que los científicos de la Tierra estaban preparados para ayudar a los EE.UU. en la realización de tales evaluaciones⁴¹. Berkner forjó nuevos vínculos con los responsables de la política exterior, en gran parte, debido a su experiencia en geofísica y a su convicción de que los objetivos de investigación de los geofísicos y los objetivos de seguridad nacional se superponían de manera significativa.

No es sorprendente que Berkner haya jugado un papel esencial en el desarrollo de la iniciativa que ilustra de modo más sobresaliente el vínculo entre la geofísica y el poder del estado: el lanzamiento del Año Geofísico Internacional (IGY). La historia de la fundación del IGY, en una reunión privada nocturna en la que participan Berkner y otros geofísicos, incluidos James Van Allen y Sydney Chapman, ha sido ampliamente relatada⁴². Organizado a principios de la década de 1950 y puesto en marcha entre junio de 1957 y diciembre de 1958, el IGY fue el proyecto científico internacional más grande del siglo XX, en la medida en que supuso la participación de 60.000 científicos provenientes de 66 naciones. Si bien el IGY fue un hito científico significativo y contribuyó en gran medida a cada uno de los campos que componen la geofísica, el IGY no fue simplemente, a diferencia de lo que muchos comentaristas creían en aquel momento, una notable excepción en las frecuentes hostilidades de la Guerra Fría. Más bien estaba íntimamente relacionado con los objetivos de seguridad nacional de las principales naciones involucradas en esta iniciativa. Esto fue particularmente así en los Estados Unidos. Los miembros del Comité Nacional de los Estados Unidos de la IGY supieron captar muy bien los vínculos entre sus disciplinas y las ambiciones de política exterior de su país. De hecho, el presidente Dwight D. Eisenhower impulsó el lanzamiento planeado del satélite, creyendo que proveía de una justificación legal para los vuelos de vigilancia a gran altitud sobre territorio enemigo. Los funcio-

³⁹ A mediados de los años cincuenta, Berkner también se hizo conocido en Washington D. C. por su papel en la dirección de Associated Universities Inc. y su extenso servicio en paneles de revisión de ciencia y tecnología de alto nivel, incluido el tema de defensa continental; véase Needell (2000).

⁴⁰ Nota del traductor: este término se utiliza coloquialmente para identificar la sede del Departamento de Estado de los Estados Unidos.

⁴¹ Nota de Lloyd Berkner a R. Gordon Arneson, 18 de abril de 1950 [Informe Berkner ‘Suplemento secreto’], Caja 64, pestaña 5, desclasificado por el Departamento de Estado en 1998 (cortesía de Allan A. Needell).

⁴² El análisis más profundo al respecto pertenece a Needell (2000), pp. 297-354. Resulta todavía de utilidad el estudio de Sullivan (1961).

narios de la administración, por su parte, comprendieron que los programas del IGY podían proporcionar, durante la Guerra Fría, datos relacionados con las ciencias de la Tierra de regiones en gran parte inaccesibles (McDougall, 1985). El IGY también ayudó a la resolución del espinoso tema geopolítico de las reclamaciones de soberanía en la Antártida, de tal manera que los miembros del Comité Nacional del IGY correspondiente a los EE.UU. estuvieron integrados en juntas directivas relacionadas entre sí que acercaban la comunidad científica a los centros de autoridad de Washington durante la Guerra Fría. Nathan C. Gerson, el ambicioso y joven secretario del Comité Nacional de los EE.UU. del IGY, trabajó para la recién formada Agencia de Seguridad Nacional con el objeto de desarrollar estaciones de interceptación de mensajes de inteligencia en el extremo norte de Canadá, y simultáneamente ideó planes para capturar señales soviéticas reflejadas desde la Luna (Elzinga, 1993; Bulkeley, 2000)⁴³. De esta forma, la geofísica, el secretismo, la obtención de datos, la recopilación de información y las agendas de investigación estaban estrechamente relacionadas entre sí debido al lugar estratégico que ocupaban las ciencias de la Tierra en la política de seguridad nacional durante la Guerra Fría. No estoy seguro de que la conjetura de Michael Dennis (1999, p. 16) de que el IGY tal vez fuera “simplemente control de armas por otros medios” cuente la historia completa, pero creo que está haciendo exactamente el tipo correcto de pregunta⁴⁴.

La confianza con la que los geofísicos involucrados en el IGY podían discutir asuntos de importancia sobre relaciones internacionales con los miembros del Congreso y con los oficiales militares contrasta firmemente con el tipo de relación mantenida con aquellos científicos líderes de disciplinas que poseían un valor menos reconocido para la misión militar. En abril de 1954, un preocupado Otto Struve escribió una nota suplicante al Secretario de Estado, John Foster Dulles. Struve era en aquel entonces director del Observatorio Yerkes de la Universidad de Chicago, y uno de los astrónomos estadounidenses más influyentes de su generación. En dicha nota instó a Dulles a que relajase las políticas restrictivas de visados de EE.UU. con el propósito de no limitar la capacidad de sus colegas para contribuir a la solución de problemas básicos y prácticos “como los de la energía termonuclear, los misiles guiados y [la] navegación celeste”. De hecho, Struve estaba fundamentalmente preocupado por la necesidad de establecer estrechos

43 Sobre Gerson, véase Bamford (2001, pp. 139-40, pp. 361-62) y la entrevista de historia oral a Nathan C. Gerson (entrevistador: Fae Korsmo, 2001, Centro de Historia de la Física, Instituto Americano de Física, en progreso).

44 Estoy de acuerdo con la mayoría de los puntos que Dennis desarrolla en este análisis convincente y esclarecedor.

contactos con colegas europeos y por mantener la influencia estadounidense en la astronomía internacional. Pero estaba desprovisto de cartas de valor para jugar y Dulles no le prestó atención⁴⁵. Durante muchos años, los astrónomos estadounidenses se tuvieron que enfrentar a restricciones persistentes en lo que tiene que ver con los contactos internacionales. No lograron obtener visados para invitados que representaban a regímenes políticos no reconocidos (incluida la China comunista) para el encuentro de la Unión Astronómica Internacional celebrada en Berkeley en 1961. La astronomía era una disciplina cuyos asuntos de interés podían dejarse a un lado, teniendo en cuenta además que, apenas un año después, numerosos astrónomos protestaron contra el Proyecto *West Ford*, un plan de la Fuerza Aérea para lanzar una densa banda de agujas radio-reflectantes a las capas bajas de la órbita terrestre (Levin, 2000). Los geofísicos, por el contrario, se enfrentaron a muchas menos dificultades de este tipo.

Sin duda, no todos los geofísicos estadounidenses que participaron en programas internacionales después de 1945 estuvieron tan íntimamente involucrados con el estado como Berkner. La carrera del profesor asociado cercano a Berkner, Laurence M. Gould, ilustra bien a las claras esta afirmación. Se trataba de un geólogo y especialista en el Ártico que, junto con Berkner, había servido en la Antártida bajo el mando del Almirante Byrd en 1928. Gould encabezó el Programa Antártico IGY de EE.UU. y ayudó a coordinar proyectos de investigación multinacionales en este continente. Sin embargo, a diferencia de muchos de sus colegas, Gould no trabajó en una universidad o institución de investigación relevante. Por el contrario, Gould había dirigido el Departamento de Geología del Colegio Carleton antes de convertirse, en 1945, en el presidente de esta Escuela de élite de Minnesota. Gould, un maestro enérgico y comprometido, era un político moderado que se adhirió firmemente a una visión de la ciencia como una República de las Letras. Argumentó que los programas IGY en la Antártida demostraron “que la comunidad científica internacional es el más útil de todos los ejemplos de cooperación y organización mundial” (Gould, 1970, p. 10). Durante la Guerra Fría trató de fortalecer las redes de investigación tanto a nivel nacional como internacional. Pero a pesar de ser un maestro de la ciencia antártica y muy activo dentro de la Academia Nacional de Ciencias, Gould tuvo una escasa participación en otros organismos asesores de alto nivel, como el Comité Asesor de Ciencias del Presidente. Su influencia en la Washington oficial disminuyó después de 1962, cuando Gould se retiró como presidente de Carleton y aceptó un puesto de profesor en la

45 Otto Struve a John Foster Dulles, 15 de abril de 1954, Caja 3, documentos de Otto Struve, Biblioteca Bancroft (Universidad de California, Berkeley).

Universidad de Arizona⁴⁶. Es evidente, por tanto, que los arquitectos principales de los programas internacionales dentro de la comunidad de ciencias de la Tierra fueron aquellos cuyas carreras se parecían más a las de Berkner.

Los científicos de la Tierra se involucraron cada vez más íntimamente en la política exterior de EE.UU. después del final de la década de 1950, ya que proporcionaron datos críticos y modelos teóricos para los diplomáticos que negociaron en lo que iba a convertirse en el Tratado Antártico de 1960, el Tratado de Prohibición Limitada de Pruebas Nucleares de 1963 y en un creciente número de tratados multilaterales relacionados con el medio ambiente mundial en los años setenta y en años posteriores (Barth, 2000; Doel & Wang, 2001). También desempeñaron papeles cada vez más destacados a medida que la oceanografía se convirtió en una preocupación nacional esencial después de la primera conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar en 1958⁴⁷. En aquel momento, el patrocinio no militar para las ciencias de la tierra también estaba aumentando rápidamente, pero los geofísicos ya eran experimentados participantes en la toma de decisiones de política exterior. Las ciencias físicas del medio ambiente en los Estados Unidos fueron moldeadas por la geopolítica internacional a principios de la Guerra Fría, así como por sus contribuciones a la defensa nacional.

Patrocinio militar y constitución de las ciencias ambientales: la conformación de una comunidad intelectual y profesional en los Estados Unidos del siglo XX

El último tema que me gustaría plantear tiene que ver con la influencia del mecenazgo en el carácter de las instituciones que apoyó y en las expectativas de las personas que las dirigieron. Ésta es una tarea difícil. De hecho, puede resultar una imprudencia, ya que una mentalidad colectiva es una cualidad notoriamente difícil de establecer, y las excepciones siempre abundan. Sin embargo, es razonable suponer que los sistemas de mecenazgo reforzaron los valores, las prácticas comunitarias y los estilos nacionales de ciencia en los Estados Unidos modernos, de la misma manera que, en el siglo XIX, contribuyeron sin duda a dar forma a los caracteres particulares de la ciencia francesa, alemana y británica (Nye, 1993). “El énfasis científico, el estilo y las instituciones llevan el sello de la cultura y las

46 Headley & Jarchow (1966), y Gould (1970); véase también Wang (1994).

47 Véanse, por ejemplo, Van Keuren (2000) y Rainger (2000a). Fueron los avances de los submarinos soviéticos, más que las negociaciones de la Ley del Mar, los que aumentaron el interés militar en la oceanografía a fines de la década de 1950; véase Weir (2001, pp. 337-38). El trabajo reciente de Helen Rozwadowski y otros participantes en la Tercera Conferencia Maury sobre la historia de la oceanografía (Monterey, CA, junio de 2001) amplía aún más nuestra comprensión de estos desarrollos.

circunstancias de una nación”, tal y como nos lo recuerda Robert V. Bruce (1987, p. 7). Por lo tanto, me gustaría plantear la pregunta: ¿cómo afectó el mecenazgo militar en el modo de pensar de los geofísicos acerca del lugar de su disciplina dentro de la ecología del conocimiento y la propia investigación que emprendieron? ¿Cómo respondieron a las aplicaciones propuestas de sus ciencias, y hasta qué punto entendieron las preocupaciones de sus oponentes científicos y públicos?

Un ensayo publicado en 1997 por el eminente científico de la Tierra y oceanógrafo Raymond Siever ayuda a aclarar este hecho. Tras obtener un doctorado en la Universidad de Chicago en 1950 y especializarse en geología sedimentaria, Siever pasó gran parte de su carrera en la Universidad de Harvard y en la Institución Oceanográfica Woods Hole. Entre sus publicaciones se encontraba el libro de texto ampliamente utilizado *Understanding Earth (Comprendiendo la Tierra)*, coescrito con el geofísico del MIT y asesor científico del presidente Jimmy Carter, Frank Press (Press & Siever, 1998). En su ensayo, producido para el volumen editado de Noam Chomsky *The Cold War and the University (La Guerra Fría y la Universidad)*, Siever (1997) examinó las consecuencias intelectuales y profesionales del aumento del mecenazgo militar para las ciencias de la Tierra. En ese sentido, detectó dos acontecimientos de la posguerra particularmente preocupantes. Él y sus colegas fueron presionados para obtener autorizaciones de seguridad, incluso si no estaban involucrados en la investigación clasificada, para que pudieran ingresar a áreas seguras de los principales centros de investigación de ciencias de la Tierra dedicados a la investigación de guerra antisubmarina u otros programas secretos (a menudo también se requerían autorizaciones de seguridad para entrar en los buques oceanográficos). Siever también se sintió perturbado porque los paneles de revisión académica a fines de los años cincuenta y sesenta habían internalizado la clasificación de los temas de investigación de acuerdo a si respondían preguntas que ayudarían a las necesidades aplicadas de defensa. Concluyó, por tanto, que se habían favorecido subvenciones para ciertos campos de investigación y que existía un sesgo evidente que promovía la investigación en geofísica (mediante la utilización de herramientas precisas y técnicas costosas) frente a los métodos menos dispendiosos aunque más observacionales e inductivos propios de la geología de campo.

Siever estaba señalando, en realidad, un viejo problema. Uno de los desarrollos más importantes en las ciencias de la Tierra en el siglo XX fue la creciente dominación de los geofísicos y los métodos físicos deductivos, desplazando a la tradición geológica (Oreskes & Doel, 2003). Este desarrollo comenzó a principios del siglo XX, mucho antes de que el patrocinio militar se tornase significativo para la geofí-

sica. Los geofísicos generalmente creían que ellos, de igual manera que los físicos, podían reivindicar mejor las verdades fundamentales debido a sus habilidades en matemáticas, medición física e instrumentación. Creían que tenían proposiciones epistemológicas más sólidas que los geólogos debido a la primacía de la física y la química (incluso si, como señala Naomi Oreskes [1999] en su rechazo de la deriva continental, fue la tradición geológica, más que la geofísica, la que atinó en varios de los conflictos más famosos y amargos de la disciplina durante el siglo XX). Sin embargo, ya en la década de 1920, muchos científicos de vanguardia vieron en los enfoques experimentales y basados en el laboratorio de la Carnegie Institution de Washington herramientas más prometedoras, de tal modo que los gerentes más destacados de la Fundación Rockefeller, Warren Weaver y Max Mason (ambos científicos físicos), rechazaron las solicitudes de fondos de los geólogos de Princeton porque su disciplina no era ‘fundamental’, a diferencia de la física, la química y la biología. Durante la Segunda Guerra Mundial, los geólogos se esforzaron por demostrar su relevancia para la empresa de guerra, pero los geofísicos, trabajando como físicos aplicados, no poseían tales preocupaciones⁴⁸. Aquellos que construyeron nuevas instituciones dedicadas a las ciencias de la Tierra después de la Segunda Guerra Mundial ciertamente entendieron las necesidades de los militares. Pero es importante señalar que la Guerra Fría reforzó, con bastante intensidad, una jerarquía que ya era emergente.

Lo que me intriga es que parecía haber un debate poco polémico dentro de la comunidad geofísica de los EE.UU. sobre las aplicaciones de la ciencia o el control de la naturaleza en la primera mitad de la Guerra Fría. Esto contrasta con las intensas discusiones entre físicos sobre la bomba atómica y conflictos similares o sobre pesticidas y sus consecuencias entre biólogos, químicos y radiólogos. Ciertamente, el uso de armas atómicas contra Japón y la aplicación generalizada de pesticidas fueron eventos públicos sin precedentes, pero hay que dejar claro que los geofísicos no eran tampoco ajenos a controversias de este tipo. En 1955, Lloyd Berkner respaldó enérgicamente una propuesta del geofísico neozelandés Keith Bullen para explotar bombas atómicas como herramienta para las investigaciones sismológicas durante el IGY. Berkner informó a un colega que se sentía “muy angustiado” por el hecho de que otros geofísicos de todo el mundo se opusieran al plan “únicamente por motivos emocionales”, agregando que “después de todo, si el uso de explosiones atómicas a gran escala pudiera avanzar significativamente

48 Para un ejemplo de ello, véase Chester Longwell a K. C. Heald, 31 de diciembre de 1942, Caja 6, documentos de William Rubey, Biblioteca del Congreso (Washington, D. C.). La posición profesional y epistemológica de los geólogos estadounidenses a lo largo de este período es debatida en Oreskes & Doel (2003).

nuestro conocimiento del interior de la Tierra y de la historia de su origen, los beneficios para la humanidad podrían ser mil veces mayor a cualquier daño que pudiera generarse como consecuencia de tal explosión”⁴⁹. Los geofísicos en Gran Bretaña, la Unión Soviética y especialmente Japón (que había sufrido un ataque nuclear una década antes) discreparon vigorosamente. Diez años más tarde, durante la presidencia de Lyndon B. Johnson, los oficiales de inteligencia se unieron a los científicos de la Tierra vinculados con el Departamento de Estado de los EE.UU. para discutir los planes futuros dirigidos a controlar el clima como arma militar, señalando que ”la modificación del clima podría agregar una nueva dimensión a la guerra moderna pero no necesariamente reemplazaría a las armas nucleares”⁵⁰. Estos planes eran similares al controvertido llamamiento del físico Edward Teller a utilizar bombas atómicas para construir nuevos puertos y mover montañas no deseadas, lo que reflejaba en última instancia un creciente interés de los militares en el control de la naturaleza. Sin embargo, estas posturas fueron desafiadas por relativamente pocos geofísicos estadounidenses en la primera mitad de la Guerra Fría (Badash, 1995)⁵¹. El único acto de protesta que conozco antes de la Guerra de Vietnam llegó a mediados de la década de 1960, cuando el geofísico formado en Harvard, Gordon J. F. MacDonald, tomó una excedencia temporal de sus acreditaciones de seguridad para escribir sobre la ética de la modificación del clima como arma militar, y MacDonald, nacido en 1929, era considerablemente más joven que sus mentores. Esto sugiere que debemos prestar mucha atención a las actitudes generacionales⁵².

Ciertamente no estoy convencido de que la arrogancia imperante en la Guerra Fría acerca del poder ilimitado del hombre sobre la naturaleza fuera un fenó-

49 Lloyd Berkner a Douglas Cornell, 10 de noviembre de 1955, Carpeta AG 1953-55, archivos de la Junta Ejecutiva de NAS, archivo de la Academia Nacional de Ciencias (Washington, D. C.). La controversia pública sobre los peligros de la radiactividad de bajo nivel en el medio ambiente después de 1945 es analizada por Jolly (2003). Para más información sobre este experimento propuesto, véase Barth (2003).

50 Memorandum al Secretario [de Estado] de Howard Wiedemann, a través de Thomas L. Hughes, sobre “Implicaciones de la política exterior de la modificación del clima”, 14 de abril de 1966, Caja 21, Archivo Central de la Oficina de Asuntos Científicos y Tecnológicos Internacionales, 1964-66, entrada 3008D, Departamento de Estado, RG 59, Archivos Nacionales II, College Park, MD, citado en la pág. 20.

51 En el estudio de O’Neill (1994) encontramos una evaluación políticamente sesgada pero completa y útil sobre la participación de Teller en el espacio de intersección entre la geofísica y las armas atómicas.

52 Véase MacDonald (1966, 1968) y MacDonald OHI por Ronald E. Doel el 18 de marzo de 1994 y el 4 de septiembre de 1995, Biblioteca Niels Bohr, Centro de Historia de la Física, Instituto Americano de Física, College Park, MD. Sobre cuestiones generacionales, véase P. Thomas Carroll, “Eres lo que eres: estudios de cursos de vida, carreras en investigación y retraso tecnológico”, reunión de la Sociedad de Historia de la Ciencia, Madison, WI, 2 de noviembre de 1991, y Riley *et al.* (1988).

meno que únicamente procediese de la geofísica, de las ciencias físicas o de sus patrocinadores militares. Los biólogos (incluido el F. G. Walton Smith de Miami) vieron un gran potencial en la agricultura submarina, en la extracción de minerales estratégicos del agua de mar, en la explotación de las poblaciones de peces y en la implementación de lo que él denominó una ‘operación de arado gigantesco’ que suponía llevar aguas frías y ricas en nutrientes hacia la superficie⁵³. Muchos de sus colegas ensalzaron estas posibilidades con entusiasmo infinito hasta que las limitaciones inherentes al concepto de “rendimiento máximo sostenible” se hicieron evidentes cuando las pesquerías de Grand Banks colapsaron en los años setenta⁵⁴. En cierta medida, este entusiasmo puede ser más cultural que inherente a cualquier disciplina científica, y puede ser particularmente aplicable a aquella generación resiliente de científicos formados en los vertiginosos años de la Segunda Guerra Mundial. Tal y como Thomas P. Hughes (1990) ha argumentado, el entusiasmo por los sistemas tecnológicos siguió siendo una característica definitoria del pensamiento estadounidense durante gran parte del siglo XX. La fe casi religiosa en los frutos de la ciencia persistió en los principales medios de comunicación y en las encuestas de opinión pública durante el periodo inicial de la Guerra Fría, a pesar de las preocupaciones existentes sobre las armas atómicas y las amenazas ambientales derivadas de los químicos⁵⁵. Tampoco se trataba únicamente de un problema estadounidense. El optimismo tecnocrático en la Unión Soviética llevó a la construcción de programas de ingeniería ambiental a gran escala, incluido el inmenso y, en última instancia, desafortunado proyecto de riego del Mar de Aral⁵⁶.

Pero la pregunta sigue siendo: ¿hasta qué punto esas actitudes entre los científicos estadounidenses fueron moldeadas o alentadas por la identificación con los objetivos de los mecenas militares y sus abundantes arcas? Dicho de otra manera, ¿en qué medida existía un sentido compartido de misión, supuestos y valores comunes dentro de las instituciones que dependían principalmente del mecenazgo militar? ¿Hubo tradiciones de investigación dentro de las ciencias de la Tierra que entraron en competencia durante el período de la Guerra Fría?⁵⁷ Yo diría

53 F. G. Walton Smith, “Alimento del mar”, borrador de la Conferencia de Recursos Energéticos, Denver, CO, 15 de octubre de 1958, Caja 125 (Miami, FL).

54 Smith (1994) y Finley (2000) abordan las afirmaciones durante la posguerra sobre el potencial biológico ilimitado de los océanos del mundo, sostenidas, por ejemplo, en Idyll (1978). Estoy agradecido por las discusiones con Finley sobre este tema.

55 Véase también Noble (1999) y Weart (1988).

56 Cabe encontrar introducciones útiles al respecto en Graham (1993b) y Weiner (1999).

57 Este es un tema complejo y merece un análisis en profundidad, en concreto sobre los factores en

que sí, porque en aquel momento surgió una percepción diferente de los límites intelectuales en torno a la tierra y las ciencias ambientales que se fue desarrollando también en las universidades e instituciones donde los fondos militares para estas disciplinas eran mucho más escasos. En la Universidad de Stanford, donde la geofísica del petróleo había dominado durante mucho tiempo, la tradición geológica siguió siendo más pronunciada que en Scripps, Woods Hole o MIT en la década de 1950. “¡Hay más en geofísica que esto!” garabateó un frustrado Frederick E. Terman, ingeniero eléctrico e influyente decano de Stanford que había organizado y dirigido el Laboratorio de Investigación de Radio de la Universidad de Harvard durante la Segunda Guerra Mundial⁵⁸. Terman es quizás mejor recordado por vincular con decisión numerosos departamentos de ciencias académicas en Stanford con patrocinadores gubernamentales y militares, creando así la universidad de investigación de la Guerra Fría (Leslie, 1993; Lowen, 1997). Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de Terman, el programa de geología en Stanford no recibió grandes inyecciones de fondos militares. De hecho, bajo la orientación del geofísico M. King Hubbert, uno de los pocos geofísicos estadounidenses eminentes de mediados del siglo XX cuya carrera no se superpuso con las agencias de defensa, los científicos de la Tierra en Stanford a principios de la década de 1960 ayudaron a crear un programa de ciencias ambientales. El programa de Hubbert enfatizó “la integración de los aspectos tradicionales e históricos de la tierra sólida y sus habitantes biológicos, con los aspectos físicos y químicos de la tierra”⁵⁹. Los gerentes de la Fundación Rockefeller también promovieron una definición de las ciencias ambientales más inclusiva que sus contrapartes militares, al afirmar que la oceanografía está “preocupada por la estructura de las cuencas oceánicas, la naturaleza y el movimiento de las aguas dentro de ellas, y los hábitos e historia de los seres vivos que han hecho de estas aguas su hogar”⁶⁰. En 1968, los ecologistas

liza, como el que ha sido desarrollado en Oreskes y Rainger (2000) para el periodo de la Segunda Guerra Mundial.

58 El comentario de Terman apareció en su copia de revisión del ‘Informe provisional, Comité Técnico de Geofísica, D. P. Carlton, presidente’, Caja 14, 14 de junio de 1957, documentos de Terman (Universidad de Stanford).

59 Esta cita de principios de la década de 1960 fue incluida en “Hubbert a miembros del Departamento de Geología”, Stanford, 20 de marzo de 1967, Carpeta 5, documentos de C. Hulett Dix, archivos del Instituto de Tecnología de California (Pasadena, CA). Hubbert se afilió formalmente a Stanford de 1963 a 1968. Cabe encontrar una breve descripción de la carrera de Hubbert en *The Handbook of Texas Online* (Marion King Hubbert): <<http://www.tsha.utexas.edu/handbook/online/articles/view/IH/Hlfhu85.html>> (consultado el 28 de enero de 2002).

60 “Universidad de Columbia, Biología Marina”, 22 de mayo de 1959, Carpeta 1654, Caja 179, RG 1.2, Serie 200D (Registros de la Fundación Rockefeller, RAC).

criticaron las incorporaciones a la Junta de Estudios Ambientales de la Academia Nacional de Ciencias, advirtiendo que se escoraba injustamente hacia los científicos de la Tierra que ignoraban cuestiones clave en ecología (Carter, 1968, p. 287). Estas percepciones sobre las ciencias ambientales son importantes, ya que se encuadraron en un panorama intelectual diferente al de las concepciones operativas y utilitarias promovidas por científicos y líderes militares dentro de la JRDB y sus instituciones sucesoras. Los mecenas militares pusieron poco énfasis en los estudios integrales de ecología u oceanografía biológica porque se los consideraba irrelevantes para dichos objetivos utilitarios y operativos. Además de ello, ciertos científicos de la Tierra asociados desde hace mucho tiempo con la Armada abrigan profundas sospechas sobre los ecólogos profesionales⁶¹.

Hay que señalar que los fondos respaldados por militares no pasaron del todo por alto las ramas biológicas de las ciencias ambientales a principios de la Guerra Fría. Los funcionarios de AEC, preocupados por la propagación de radionucleidos producidos por bombas a través de la cadena alimentaria y del medio ambiente, ayudaron a crear el sub-campo de la ecología de la radiación. Siendo una rama aplicada de los estudios del ecosistema, la ecología de la radiación creció rápidamente en los EE.UU., llegando a superar en gran medida a los estudios de similar naturaleza que se desarrollaban en Europa occidental. La financiación para la ecología de la radiación finalmente condujo a nuevos institutos de investigación como el Instituto de Ecología de la Universidad de Georgia, fundado en 1966 por el eminente ecólogo Eugene Odum. También contribuyó a desarrollar el Programa Biológico Internacional (IBP) de 1964-74, con 57 países miembros, que tenía como objeto evaluar los sistemas ecológicos en todo el mundo y determinar “la explotación óptima, a nivel mundial, de los recursos biológicos de los que la humanidad depende para su alimentación y para muchos otros productos”. Siguiendo el modelo del IGY, el IBP incluyó el proyecto *Grasslands Biome* con sede en la Universidad del Estado de Colorado, una empresa inmensa y complicada de varios años que pronto se consideró un ejemplo de ‘Big Biology’. A principios de la década de 1970, la ecología se convirtió en el componente más importante de la división de biología de la National Science Foundation (NSF)⁶².

Sin embargo, incluso esta avalancha de fondos destinados a la ecología de la

61 Una alusión del desdén que, al menos, ciertos geofísicos mostraban hacia ecologistas y especialistas en campos relacionados aparece en la introducción de Bates *et al.* (1982). Bates fue Coordinador de Sistemas Ambientales en la Oficina del Jefe Adjunto de Operaciones Navales (Desarrollo) entre 1957 y 1960 y permaneció en proyectos militares de ciencias de la Tierra hasta 1968.

62 Véase Golley (1993, pp. 105-11), Craige (2001), y Worthington (1975). Véase también Kwa (1993a, 1993b), y Appel (2000, p. 227).

radiación durante las décadas de 1950 y 1960 proporcionó solo un impulso limitado para las ciencias ambientales biológicas. Como ha señalado el historiador Toby Appel, los biólogos sintieron la desazón de no ser parte del “gran esfuerzo nacional” durante la Segunda Guerra Mundial, y la omisión de la biología realizada por Vannevar Bush en *Science: The Endless Frontier* (1945) -el plan para lo que finalmente se convirtió en el NSF- limitó aún más los recursos de esta disciplina. En 1968, las ciencias biológicas recibieron poco más del 10% del presupuesto total de la NSF, y los presupuestos anuales de la ONR para biología y medicina ‘representaron una relativa desatención’ (Appel, 2000, pp. 17, 20, 233, citado el 26). Es cierto que algunos campos de la biología prosperaron con un nuevo apoyo estatal y fundacional a principios de la Guerra Fría, incluida la biofísica y la biología molecular. Pero estos campos representaron excepciones más que la regla. En comparación con la ecología, la biología molecular estaba alejada de las disciplinas que se encontraban situadas en el corazón de las ciencias biológicas ambientales. El rápido ascenso de la biología molecular después de 1945, como observó recientemente Soroya de Chadarevian (2002), tuvo mucho que ver con las habilidades técnicas, las redes de alto nivel y el estatus que lograron los físicos convertidos en biólogos durante la Segunda Guerra Mundial, lo que les permitió asegurar equipos críticos de excedentes de guerra, así como el apoyo del gobierno⁶³. Dicho de otra manera, los biólogos moleculares se beneficiaron de circunstancias similares a las que impulsaron las ciencias físicas del medio ambiente. Además, muchos biólogos se sentían incómodos con los enfoques de las grandes ciencias, al menos antes del lanzamiento del Proyecto del Genoma Humano en 1990, y muchos ecologistas estadounidenses parecían indiferentes, incluso hostiles, ante empresas internacionales como el IBP (Golley, 1993, p. 115). En parte, el alcance global pero limitado de la investigación sobre ecosistemas tenía que ver con el desafío desalentador de crear una agenda de investigación común que pudiera vincular lo que muchos científicos percibían como problemas ecológicos genuinamente locales. Pero también tenía que ver con la falta de demandas estatales de soluciones a problemas particulares, y con el acceso limitado que sus practicantes tenían de los recursos que los servicios militares, en cambio, proporcionaban a los líderes de las ciencias ambientales físicas para resolver los desafíos en sus campos.

Todo esto sugiere que, en la década de 1960, habían surgido dos “ciencias ambientales” distintas: una centrada en la biología, en problemas relacionados con la ecología y estudios de población, y financiada en parte por agencias y gerentes preocupados por las amenazas humanas al medio ambiente; la otra centrada en la

63 Véase también Abir-Am (2002).

geofísica, en el entorno físico y receptiva a las necesidades operativas de los servicios militares que la respaldaron. Los estudios de biólogos ambientales a menudo aparecieron en la literatura de circulación abierta, mientras que, por el contrario, los resultados significativos de las ciencias ambientales físicas frecuentemente eran “clasificados desde el principio”. Estas concepciones rivales de lo que constituían los horizontes intelectuales del campo de estudio fueron reforzadas a través de varias asociaciones profesionales. Destacados científicos de la Tierra involucrados en programas de investigación financiados por militares se familiarizaron con las preocupaciones del Pentágono relacionadas con la guerra antisubmarina y los misiles guiados, ya que los directorios entrelazados de científicos civiles y sus patrocinadores militares ayudaron a establecer prioridades de investigación. Por el contrario, muchos biólogos que se asociaron con el movimiento ambiental emergente en los Estados Unidos en los años sesenta y setenta hicieron críticas explícitas al complejo militar-industrial (ver Appel, 2000). Sospecho que estas visiones opuestas de la economía política asociada a las ciencias ambientales arrojan sombras profundas. Algunas de ellas pueden extenderse hasta nuestros días y observarse en disputas bien publicitadas entre oceanógrafos físicos y biológicos. Estoy tentado a preguntar, por ejemplo, si el famoso conflicto del oceanógrafo físico Walter Munk con los biólogos marinos a mediados de la década de 1990 sobre los experimentos de tomografía acústica propuestos en los océanos Pacífico e Índico (que fueron duramente criticados por las amenazas potenciales que representaban para la audición de mamíferos marinos) fue consecuencia, al menos en parte, del panorama fragmentado de las ciencias ambientales que el patrocinio de la Guerra Fría ayudó a esbozar⁶⁴.

Sabemos muy poco acerca de las opiniones políticas reales de los científicos en disciplinas distintas a la física durante la Guerra Fría, y por lo tanto nos vemos impedidos a cuestionar si el dominio del mecenazgo militar para las ciencias de la Tierra y, a su vez, las sospechas generalizadas sobre las simpatías con el comunismo fueron criterios para seleccionar de manera efectiva a posibles incorporaciones para los principales centros de geofísica académica⁶⁵. Pero hay pistas sugerentes. Muy pocos geofísicos aparecen en el estudio exhaustivo de Jessica Wang (1999) sobre la fricción política entre científicos y funcionarios del gobierno durante las campañas anticomunistas de principios de la Guerra Fría. Además, las investigaciones de fidelidad que la Oficina Federal de Investigaciones (FBI) lanzó contra los geofísicos del Instituto de Oceanografía Scripps, Walter Munk y Harald

64 Podemos encontrar una valiosa explicación en Potter (1994).

65 Un comienzo en esta dirección es apuntada por Schefke (2000).

Sverdrup, a principios de la década de 1940, finalmente presentaron a hombres cuyas simpatías políticas estaban lejos de la extrema izquierda⁶⁶. En las casi 50 entrevistas que mis colegas y yo realizamos para el Proyecto de Historia Oral del Observatorio de la Tierra Lamont-Doherty de la Universidad de Columbia, nos invadió un sentimiento común (e inicialmente sorprendente para nosotros) de que durante las primeras décadas de Lamont, incluida gran parte de la Guerra de Vietnam, la política “no fue un problema”. Esto confirma el punto de vista de Siever, o lo que sospecho que es el punto principal sostenido por Siever, de que los científicos de la Tierra que no pudieron someterse (o que se percibía como no sometidos) a las políticas de secreto del estado de seguridad nacional a menudo no recibieron oportunidades de investigación ni tiempo de navegación. Tal y como la perspicaz Deborah Day, archivera de Scripps, señaló hace mucho tiempo, el espectro político encuadrado en los centros de investigación oceanográfica como Scripps a principios de la Guerra Fría no parece accidental⁶⁷.

Conclusiones

¿Qué significó, entonces, la transformación de las ciencias de la Tierra durante la posguerra? El surgimiento de las ciencias físicas del medio ambiente trajo consigo un enfoque renovado en los estudios de campo en los EE.UU., un nuevo y significativo cambio, a tenor de la gran importancia que, durante la primera parte del siglo XX, se había otorgado a las ciencias de laboratorio en la física y química. Al mismo tiempo, la priorización en los problemas de seguridad nacional significaba que los grandes ámbitos de la investigación en ciencias de la Tierra, desde la cartografía del fondo del océano hasta el estudio del comportamiento de la atmósfera, eran, al menos parcialmente, inaccesibles para las comunidades científicas que no disfrutaban del acceso a datos clasificados. El Proyecto *Corona*, ideado a finales de la década de 1950, ofrece un ejemplo final adecuado de lo que estamos afirmando. Concebidos como una contraparte más segura y confiable para los entonces vulnerables aviones U-2 que volaban sobre la Unión Soviética, los satélites del Proyecto *Corona* espionaron en regiones extranjeras desde órbitas polares terrestres bajas. Las latas que contenían las películas fueron lanzadas en paracaídas a la Tierra después de la fase de reingreso, y recogidas en vuelo cerca de Hawái por

66 Mientras que el astro-geofísico Walter Orr Roberts sufrió política y profesionalmente por su estrecha asociación con Harlow Shapley, el liberal y sin pelos en la lengua director del Observatorio del Colegio de Harvard, Roberts, no había sido un consultor activo en geofísica militar; véase Doel (1990) y Oreskes & Rainger (2000).

67 Deborah Day, comunicación personal (verano de 1995).

los enormes aviones C-119 de la Fuerza Aérea, para luego ser llevadas a centros de inteligencia fotográfica. El proyecto *Corona* fue un logro tecnológico audaz, que desembocó en las primeras fotografías satelitales de la Tierra. De hecho, el proyecto *Corona* fue parte de un gran esfuerzo de las agencias militares para evaluar los recursos materiales y la geografía de los oponentes de la Guerra Fría, con el propósito de reconocer visualmente territorios desconocidos y calibrar con precisión la cuadrícula geodésica necesaria para atacar instalaciones enemigas usando misiles guiados. Tal y como John Cloud ha observado con perspicacia, el proyecto *Corona* fue en última instancia una pequeña parte de una iniciativa mucho más grande, temporalmente exitosa, que se puso en marcha tras 1945 con el objeto reunir las disciplinas divergentes como la geodesia, cartografía y geografía y crear “una gran convergencia geoespacial de la Guerra Fría... diseñada para combatir la guerra nuclear pero también para impedirla” (Cloud, 2002, p. 262)⁶⁸. La reciente desclasificación de los datos del Proyecto *Corona*, después de 40 años, incluidas las abundantes fotografías de África, ha sido un regalo para la investigación que tiene que ver con tendencias ambientales de largo plazo. De acuerdo a lo afirmado por Cloud, las empresas de reducción de datos que primero procesaron estas imágenes eran entidades públicas, a pesar de que los datos que manejaban fluían a través de canales secretos desde detectores altamente clasificados (Cloud, 2002, pp. 268-69, 279; véase también Hall, 2001). Sin embargo, el ejemplo del proyecto *Corona* y el largo retraso en la publicación de sus resultados constituyen un claro recordatorio de que faltaba transparencia durante gran parte de la Guerra Fría, y que nuestros mapas con conocimientos clasificados relativos a las ciencias de la Tierra durante la Guerra Fría continúan siendo frustrantemente incompletos⁶⁹.

En cualquier caso, los militares generaron un enfoque distinto en relación con las ciencias ambientales a principios de la Guerra Fría en los Estados Unidos. Al igual que todos los patrocinadores influyentes, los fondos militares de EE.UU. ayudaron a crear un panorama de programas de investigación, una ecología del conocimiento que reflejaba los intereses y necesidades particulares de este patrocinador concreto. Los científicos civiles de la Tierra que presentaron listas de “problemas no resueltos” en oceanografía, sismología, ciencias atmosféricas y geografía en los salones de conferencias del Pentágono a finales de la década de 1940 y principios de la década de 1950 entendieron que su evaluación de los problemas más importantes, en última instancia, proyectaba las necesidades utilitarias de su patrocinador. Cuando los miembros del Panel de Medio Ambiente

68 Véase también Cloud (2000, 2001a, 2001b), y Warner (2002).

69 Véase Dennis (1999, 2003).

del Ártico en 1950 declararon que el conocimiento sobre la “oceanografía e hidrografía de las áreas del Mar Ártico” seguía siendo inadecuado, justificaron esta afirmación señalando que la eliminación de estas deficiencias “debe continuar a un ritmo rápido para que los departamentos militares puedan cumplir con los requisitos y el rendimiento de sus equipos de manera eficiente y efectiva en caso de que la guerra requiera operaciones activas en regiones con tiempos estacionales extremadamente fríos”⁷⁰. Los científicos experimentados del JRDB comprendieron, al mismo tiempo, que sus patrocinadores militares tenían poco interés en las ciencias biológicas ambientales. En una reunión de diciembre de 1948 del Comité de Geofísica y Geografía de la JRDB celebrada una sala de seminarios del Pentágono del quinto piso, el destacado investigador polar y miembro del Estado Mayor del Ejército, Paul A. Siple, trasladó a sus colegas una pregunta simple pero emotiva. “Con respecto a nuestro campo de interés”, preguntó, “¿consideramos los factores biológicos de la tierra como un elemento de interés para este Comité?”. Helmut Landsberg, Director Ejecutivo de la JRDB, ofreció una respuesta sincera: “Las fases de la botánica y la biología en general no están cubiertas por ningún comité de la Junta en este momento”⁷¹. Esto no quiere decir que Landsberg no estuviera interesado en este asunto. De hecho, como otros miembros de la JRDB, reconoció la importancia de la pregunta de Siple. Pero también entendió que abordar las ciencias biológicas ambientales estaba más allá de su alcance.

Resulta demasiado simplista argumentar que el patrocinio militar (o cualquier forma particular de patrocinio) determina los programas de investigación. Tal y como Barth argumenta en este número especial, los sismólogos estadounidenses en la década de 1960 siguieron programas de investigación que parecían tener poco que ver con agendas militares específicas para la detección de pruebas nucleares, mientras que Oreskes (2003) extrae una conclusión diferente, mostrando la manera palmaria en que los programas de investigación civil fueron adaptados fundamentalmente por las necesidades operativas de los militares. Macfarlane (2003) concluye que la política, más que la ciencia, determinó en última instancia la selección de Yucca Mountain como depósito de desechos nucleares de los Estados Unidos. Harper (2003) plantea que los objetivos de los mecenas militares que respaldaban la predicción numérica del clima (control del clima) eran diferentes de los fines de los meteorólogos (quienes creían que solo era posible la predicción

70 Junta de Investigación y Desarrollo, Comité de Geofísica y Geografía, Programa orientativo del año fiscal 1953 en el campo de interés del Comité de Geofísica y Geografía, 13 de noviembre de 1950, 15, E341, Caja 167, 4, RG 330 (Archivos Nacionales y Administración de Registros).

71 Junta de Investigación y Desarrollo, Comité de Geofísica y Geografía, 3 de diciembre de 1948, 6-7, E342, Caja 21, RG 330 (Archivos Nacionales y Administración de Registros).

del clima). Pero incluso si los trazos de este retrato emergente permanecen borrosos, la imagen más grande, como si de una pintura impresionista se tratase, ha comenzado a aclararse. Esto es exactamente lo que sugirió Paul Forman (1987, p. 50) cuando pregunta “¿qué tipo de ciencia resultó del patrocinio militar?” (véase también Dennis, 2003). No debería sorprendernos que, a principios del siglo XXI, tengamos mapas exquisitamente detallados de las cordilleras oceánicas medias, pero evaluaciones muy inadecuadas de la salud de los ecosistemas marinos (no fue sino hasta 2003 que un importante estudio de investigación concluiría que el 90% de las poblaciones de peces oceánicos más grandes del mundo se han agotado [Revkin, 2003]). Lo que ahora sabemos sobre las ciencias ambientales, en gran medida, deriva de preocupaciones operativas sobre el entorno físico que los planificadores militares estaban ansiosos por resolver durante la Guerra Fría. Al igual que con otros campos destacados de la ciencia que respaldaron objetivos de seguridad nacional como, por ejemplo, la exploración espacial, las percepciones públicas de lo que los científicos de la Tierra lograron y trataron de lograr en los años que van de 1940 a 1960 palidecen en comparación con las historias más detalladas que ahora podemos contar a partir de documentos recientemente desclasificados. De hecho, ahora solo estamos comenzando a comprender hasta qué punto los mecenas militares trataron de reclutar a científicos de la Tierra en sus esfuerzos por controlar la naturaleza para alcanzar objetivos de seguridad nacional.

Comprender lo que los líderes civiles y militares concibieron como los desafíos fundamentales de la Guerra Fría, incluida la operación de misiles balísticos, la búsqueda de una guerra antisubmarina y la negociación de tratados multilaterales de defensa, supone obtener una visión crítica del desarrollo del Ciencias de la Tierra. Cuando el Pentágono declaró en 1961 que “el entorno en el que van a operar el Ejército, la Armada, la Fuerza Aérea y el Cuerpo de Marines cubre todo el globo y se extiende desde las profundidades del océano hasta los confines del espacio interplanetario”, sus responsables reiteraron un concepto expresado por primera vez por Francis Bacon 300 años antes, esto es, que los viajes de larga distancia y el crecimiento del conocimiento geográfico fueron clave para el poder estatal y el control de la naturaleza⁷². La política de seguridad nacional, en definitiva, moldeó significativamente las ciencias de la Tierra en los Estados Unidos del periodo de la Guerra Fría, y a su vez contribuyó a constituir el paisaje intelectual de las ciencias ambientales modernas.

72 Borrador del documento del Departamento de Defensa, ‘Actividades científicas internacionales’, noviembre de 1961, recuadro 27, Frank Press papers, MIT. Véase también Steven Harris (1998, p. 270).

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a John Cloud, Michael A. Dennis, Carmel Finley, Kristine C. Harper, Michael Lynch, Naomi Oreskes, Ronald Rainger, Judith Reppy y dos revisores anónimos por sus comentarios críticos sobre este documento y, asimismo, por los comentarios útiles adicionales de Charles C Bates. Se escribió un borrador muy temprano para la segunda conferencia de Maury sobre la historia de la oceanografía, celebrada en Woods Hole, MA, en junio de 1999. Agradezco el apoyo de NSF SBR-9511867 y NSF DIR-9112304, así como del Programa Peace Studies de la Universidad de Cornell y del Centro de Historia de la Física del Instituto Americano de Física.

BIBLIOGRAFÍA

- ABIR-AM, PNINA G. (2002). 'The Rockefeller Foundation and the Rise of Molecular Biology'. *Nature Reviews*, 2, pp. 65-70.
- APPEL, T. A. (2000). *Shaping Biology: The National Science Foundation and American Biological Research, 1945-1975*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- BADASH, L. (1995). *Scientists and the Development of Nuclear Weapons: From Fission to the Limited Test Ban Treaty, 1939-1963*. Atlantic Highlands, NJ: Humanities Press.
- BAMFORD, J. (2001). *Body of Secrets: Anatomy of the Ultra-secret National Security Agency: From the Cold War through the Dawn of a New Century*. New York: Doubleday.
- BARTH, K.-H. (1998). 'Science and Politics in Early Nuclear Test Ban Treaty Negotiations'. *Physics Today*, 51(3), pp. 34-39.
- BARTH, K.-H. (2000). *Detecting the Cold War: Seismology and Nuclear Weapons Testing, 1945-1970* (PhD thesis). University of Minnesota, Minnesota.
- BARTH, K.-H. (2003). 'The Politics of Seismology: Nuclear Testing, Arms Control, and the Transformation of a Discipline'. *Social Studies of Science*, 33(5), pp. 743-781.
- BATES, C. C. & FULLER, J. F. (1986). *America's Weather Warriors, 1814-1985*. College Station, TX: A&M University Press.
- BATES, C. C., GASKELL, T. F. & RICE, R. B. (1982). *Geophysics in the Affairs of Man: A Personalized History of Exploration Geophysics and Its Allied Sciences of Seismology and Oceanography*. Oxford: Pergamon.
- BATES, C. C., KAMINSKI, H. & MOONEY, A. R. (1954). 'Development of the U.S. Navy's Ice Forecasting Service, 1947-1953, and its Geological Implications'. *Transac-*

- tions of the New York Academy of Sciences Series II, 16 (February), pp. 162-74.
- BOWKER, G. C. (1994). *Science on the Run: Information Management and Industrial Geophysics at Schlumberger, 1920-1940*. Cambridge, MA: MIT Press.
- BOWLER, P. J. (1992). *The Norton History of the Environmental Sciences*. New York: Norton.
- BRUCE, R. V. (1987). *The Launching of Modern American Science, 1846-1876*. New York: Knopf.
- BULKELEY, R. (2000). 'The Sputniks and the IGY'. In Roger D. Launius, John Logsdon and Robert W. Smith (Eds.). *Reconsidering Sputnik: Forty Years Since the Soviet Satellite* (pp. 125-60). Amsterdam: Harwood Academic Press.
- BUSH, V. (1945). *Science: The Endless Frontier*. Washington, D. C.: US Government Printing Office.
- CARSON, R. (1962). *Silent Spring*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- CARTER, L. J. (1968). 'National Academy of Sciences: Unrest among Ecologists'. *Science*, 159(3812), pp. 287-89.
- CLARKE, K. C. & CLOUD, J. G. (2000). 'On the Origins of Analytical Cartography'. *Cartography and Geographic Information Science*, 27(3), pp. 195-204.
- CLOUD, J. (2000). 'Crossing the Olentangy River: The Figure of the Earth and the Military-Industrial-Academic Complex, 1947-1972'. *Studies in the History and Philosophy of Modern Physics*, 31(3), pp. 371-404.
- CLOUD, J. (2001a). 'Imaging the World in a Barrel: CORONA and the Clandestine Convergence of the Earth Sciences'. *Social Studies of Science*, 31(2), pp. 231-51.
- CLOUD, J. (2001b). 'Hidden in Plain Sight: The CORONA Reconnaissance Satellite Programme and Clandestine Cold War Science'. *Annals of Science*, 58(2), pp. 203-09.
- CLOUD, J. (2002). 'American Cartographic Transformations during the Cold War'. *Cartography and Information Science*, 29(3), pp. 262-82.
- CRAIG, B. J. (2001). *Eugene Odum: Ecosystem Ecologist and Environmentalist*. Athens, GA: University of Georgia Press.
- CRAVEN, J. P. (2001). *The Silent War: The Cold War Battle Beneath the Sea*. New York: Simon & Schuster.
- DAVIS, N. (1992). *The College Hill Chronicles: How the University of Alaska Came of Age*. Fairbanks: University of Alaska Foundation.
- DE CHADAREVIAN, S. (2002). *Designs for Life: Molecular Biology after World War II*. New York: Cambridge University Press.
- DENNIS, M. A. (1990). *A Change of State: The Political Cultures of Technical Practice at the MIT Instrumentation Laboratory and the Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory* (PhD thesis). Johns Hopkins University, Maryland.

- DENNIS, M. A. (1994). “‘Our First Line of Defense’”: Two University Laboratories in the Postwar American State’. *Isis*, 85(3), pp. 427-55.
- DENNIS, M. A. (1999). ‘Secrecy and Science Revisited: From Politics to Historical Practice and Back’. In Judith Reppy (Ed.). *Secrecy and Knowledge Production* (pp. 1-16). Ithaca, NY: Peace Studies Program, Cornell University.
- DENNIS, M. A. (2003). ‘Earthly Matters: On the Cold War and the Earth Sciences’. *Social Studies of Science*, 33(5), pp. 809-819.
- DEVORKIN, D. H. (1992). *Science With a Vengeance: How the Military Created the US Space Sciences after World War II*. New York: Springer-Verlag.
- DEVORKIN, D. H. (1996). ‘The Military Origins of the Space Sciences in the American V- 2 Era’. In P. Forman and J. M. Sánchez-Ron (Eds.). *National Military Establishments and the Advancement of Science and Technology* (pp. 233-60). Dordrecht: Kluwer.
- DEVORKIN, D. H. (2000). ‘Who Speaks for Astronomy? How Astronomers Respond to Government Funding After World War II’. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 31(1), pp. 55-92.
- DOEL, R. E. (1990). ‘Redefining a Mission: The Smithsonian Astrophysical Observatory on the Move’. *Journal for History of Astronomy*, 21, pp. 139-52.
- DOEL, R. E. (1996). *Solar System Astronomy in America: Communities, Patronage, and Interdisciplinary Research, 1920-1960*. New York: Cambridge University Press.
- DOEL, R. E. (1997). ‘The Earth Sciences and Geophysics’. In John Krige & Dominique Pestre (Eds.) *Science in the Twentieth Century* (pp. 361-88). London: Harwood Academic Publishers.
- DOEL, R. E. (October 3, 2000). Polar Melting When Cold War was Hot. *San Francisco Examiner*, p. A15.
- DOEL, R. E. & NEEDELL, A. (1997). ‘Science, Scientists, and the CIA: Balancing International Ideals, National Needs, and Professional Opportunities’. In Rhodri Jeffreys-Jones and Christopher Andrew (Eds.). *Eternal Vigilance?: Fifty Years of the CIA* (pp. 59-81). London: Frank Cass Publishers.
- DOEL, R.E. & WANG, Z. (2001). ‘Science and Technology’. In Alexander DeConde, Richard Dean Burns & Fredrik Logevall (Eds.). *Encyclopedia of American Foreign Policy* (pp. 443-59). New York: Scribners.
- DUPREE, A. H. (1986). *Science in the Federal Government: A History of Policies and Activities to 1940*. New York: Harper & Row.
- ELZINGA, A. (1993). *Changing Trends in Antarctic Research, Environment & Assessment*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- ENDICOTT, S. L. & HAGERMAN, E. (1998). *The United States and Biological Warfare:*

- Secrets from the Early Cold War and Korea*. Bloomington, IN: Indiana University Press.
- FINLEY, C. (2000). *Fish Tales: Salmon Stories, 1945-1980* (MA thesis). Oregon State University, Oregon.
- FITZGERALD, G. (2003). *Biology within the Citadel: Biological Weapons Research in the United States, 1940-1960* (PhD thesis). Carnegie Mellon University, Pensilvania.
- FOGG, G.E. (1992). *A History of Antarctic Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- FORMAN, P. (1987). 'Behind Quantum Electronics: National Security as Basis for Physical Research in the United States, 1940-1960'. *Historical Studies in the Physical Sciences*, 18(1), pp. 149-229.
- FOX, S. R. (1981). *John Muir and His Legacy: The American Conservation Movement*. Boston, MA: Little Brown.
- GEISON, G. L. (1981). 'Scientific Change, Emerging Specialties, and Research Schools'. *History of Science*, 19, pp. 20-40.
- GEISON, G. L. & Frederic L. Holmes (Eds.) (1993). 'Research Schools: Historical Reappraisals'. *Osiris* (second series), 8.
- GOLLEY, F. B. (1993). *A History of the Ecosystem Concept in Ecology: More than the Sum of the Parts*. New Haven, CT: Yale University Press.
- GOOD, G. (ed.) (1994). 'The Earth, the Heavens, and the Carnegie Institution of Washington'. In *History of Geophysics* (vol. 5). Washington, DC: American Geophysical Union.
- GOULD, L. M. (1970). 'Emergence of Antarctica: The Mythical Land'. *Bulletin of the Atomic Scientists*, XXVI (10 December), pp. 5-10.
- GRAHAM, L. R. (1993a). *Science in Russia and the Soviet Union: A Short History*. New York: Cambridge University Press.
- GRAHAM, L. R. (1993b). *The Ghost of the Executed Engineer: Technology and the Fall of the Soviet Union*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- HACKER, B. C. (1994). *Elements of Controversy: The Atomic Energy Commission and Radiation Safety in Nuclear Weapons Testing, 1947-1974*. Berkeley, CA: University of California Press.
- HALL, R. C. (2001). *SAMOS to the Moon: The Clandestine Transfer of Reconnaissance Technology between Federal Agencies*. Washington, DC: National Reconnaissance Office, Office of the Historian.
- HAMBLIN, J. D. (2002). 'The Navy's "Sophisticated" Pursuit of Science: Undersea Warfare, the Limits of Internationalism, and the Utility of Basic Research, 1945-1956'. *Isis*, 93(1): 1-27.
- HARPER, K. C. (2003a). *Boundaries of Research: Civilian Leadership, Military Funding*,

- and the International Network Surrounding the Development of Numerical Weather Prediction in the United States* (PhD thesis). Oregon State University, Oregon.
- HARPER, K. C. (2003b). 'Research from the Boundary Layer: Civilian Leadership, Military Funding, and the Development of Numerical Weather Prediction (1946-55)'. *Social Studies of Science*, 33(5), pp. 667-696.
- HARPER, K. C. (2003c). 'The Scandinavian Tag-Team: Providers of Atmospheric Reality to Numerical Weather Prediction Efforts in the United States (1948-1955)'. In Juan Jose Saldaña (Ed.). *Proceedings of the XXI International Congress of History of Science*. Mexico City: Universidad Nacional Autónoma de Mexico.
- HARRIS, S. H. (1998). *Factories of Death: Japanese Biological Warfare, 1932-45, and the American Cover-up*. London & New York: Routledge.
- HARRIS, S. J. (1998). 'Long-Distance Corporations, Big Sciences, and the Geography of Knowledge'. *Configurations*, 6, pp. 269-304.
- HEADLEY, L. A. & MERRILL E. J. (1966). *Carleton: The First Century*. Northfield, MN: Carleton College.
- HUGHES, T. P. (1990). *American Genesis: A Century of Invention and Technological Enthusiasm, 1870-1970*. New York: Penguin Books.
- IDYLL, C.P. (1978). *The Sea against Hunger: Harvesting the Oceans to Feed a Hungry World*. New York: Thomas Y. Crowell Company.
- ISACKS, B., OLIVER, J. & SYKES, L. R. (1968). 'Seismology and the New Global Tectonics'. *Journal of Geophysical Research*, 73, pp. 5855-99.
- JOLLY, J. C. (2003). *Thresholds of Uncertainty: Science and Responsibility in the Fallout Controversy* (PhD thesis). Oregon State University, Oregon.
- KEVLES, D. J. (1989). 'Cold War and Hot Physics: Reflections on Science, Security and the American State'. In Michelangelo De Maria, Mario Grilli & Fabio Sebastiani (Eds.). *Proceedings of the International Conference on the Restructuring of Physical Sciences in Europe and the United States, 1945-1960* (pp. 1-30). Singapore / Teaneck, NJ: World Scientific.
- KEVLES, D. J. (1995). *The Physicists: The History of a Scientific Community in Modern America*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- KOHLER, R. E. (1991). *Partners in Science: Foundations and Natural Scientists, 1900-1945*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- KOLBERT, E. (7 January, 2002). 'Ice Memory: Does a Glacier Hold the Secret of How Civilization Began - and How it May End?'. *New Yorker*, pp. 30-37.
- KWA, Ch. (1993a). 'Modeling the Grasslands'. *HSPS (Historical Studies in the Physical and Biological Sciences)*, 24(1), pp. 125-55.
- KWA, Ch. (1993b). 'Radiation Ecology, Systems Ecology and the Management of

- the Environment'. In Michael Shortland (Ed.). *Science and Nature: Essays in the History of the Environmental Sciences* (pp. 213-50). Oxford: Alden Press / British Society for the History of Science.
- LEGRAND, H. (1988). *Drifting Continents and Shifting Theories: The Modern Revolution in Geology and Scientific Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LESLIE, S. W. (1993). *The Cold War and American Science: The Military-Industrial-Academic Complex at MIT and Stanford*. New York: Columbia University Press.
- LEVIN, T. J. (2000). *Contaminating Space: Project West Ford and Scientific Communities, 1958-1965* (MA thesis). University of Alaska Fairbanks, Alaska.
- LEVIN, T. J. & Ronald E. Doel (2000). 'The Lamont-Doherty Earth Observatory Oral History Project: A Preliminary Report'. *Earth Sciences History*, 19(1), pp. 26-32.
- LOWEN, R. S. (1997). *Creating the Cold War University: The Transformation of Stanford*. Berkeley, CA: University of California Press.
- MACDONALD, G. F. (1966). 'Weather Modification: Prospects and Problems'. In A. Gelbart (Ed.). *Some Recent Advances in the Basic Sciences* (pp. 223-28). New York: Academic Press.
- MACDONALD, G. F. (1968). 'How to Wreck the Environment'. *New Scientist*, 38, pp. 180-82.
- MCDUGALL, W. A. (1985). *The Heavens and the Earth: A Political History of the Space Age*. New York: Basic Books.
- MACFARLANE, A. (2003). 'Underlying Yucca Mountain: The Interplay of Geology and Policy in Nuclear Waste Disposal'. *Social Studies of Science*, 33(5), pp. 783-807.
- MILLBROOKE, A. (1998). 'International Polar Years'. In Gregory A. Good (Ed.). *Sciences of the Earth: An Encyclopedia of Events, People, and Phenomena* (pp. 484-87). New York: Garland.
- MILLER, C. (2001). *Gifford Pinchot and the Making of Modern Environmentalism*. Washington, DC: Island Press/Shearwater Books.
- MITMAN, G. (1992). *The State of Nature: Ecology, Community, and American Social Thought, 1900-1950*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- NEEDELL, A. A. (2000). *Science, Cold War, and the American State: Lloyd V Berkner and the Balance of Professional Ideals. Studies in the History of Science, Technology and Medicine*. London: Harwood Academic Press.
- NEUFELD, M. J. (1995). *The Rocket and the Reich: Peenemunde and the Coming of the Ballistic Missile Era*. New York: Free Press.
- NOBLE, D. F. (1999). *The Religion of Technology: The Divinity of Man and the Spirit of Invention*. New York: Penguin.
- NORTON, D. W. (ed.) (2001). *Fifty Years below Zero: Tributes and Meditations for*

- the Naval Arctic Research Laboratory's First Half Century at Barrow, Alaska*. Fairbanks, AK: University of Alaska Press/Arctic Institute of North America.
- NYE, M. J. (1993). 'National Styles? French and English Chemistry in the Nineteenth and Early Twentieth Centuries'. *Osiris* (second series), 8, pp. 30-49.
- O'NEILL, D. (1994). *The Firecracker Boys*. New York: St Martin's Press.
- ORESQUES, N. (1999). *The Rejection of Continental Drift: Theory and Method in American Earth Science*. New York: Oxford University Press.
- ORESQUES, N. (2003). 'A Context of Motivation: US Navy Oceanographic Research and the Discovery of Sea-Floor Hydrothermal Vents'. *Social Studies of Science*, 33(5), pp. 697-742.
- ORESQUES, N. & DOEL, R. E. (2003). 'Geophysics and the Earth Sciences'. In Mary Jo Nye (Ed.). *The Cambridge History of Science. Vol. 5: Modern Physical and Mathematical Sciences*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ORESQUES, N. & RAINGER, R. (2000). 'Science and Security before the Atomic Bomb: The Loyalty Case of Harald U. Sverdrup'. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 31B (3), pp. 309-69.
- POTTER, J. R. (1994). 'ATOC: Sound Policy or Enviro-Vandalism? Aspects of a Modern Media-Fueled Policy Issue'. *Journal of Environment and Development*, 3(2), pp. 47-76.
- PRESS, F. & SIEVER, R. (1998). *Understanding Earth*. New York: W.H. Freeman.
- Rainger, Ronald (2000a). 'Patronage and Science: Roger Revelle, the U.S. Navy, and Oceanography at the Scripps Institution'. *Earth Sciences History*, 19(1), pp. 58-89.
- RAINGER, R. (2000b). 'Science at the Crossroads: The Navy, Bikini Atoll, and American Oceanography in the 1940s'. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 30(2), pp. 349-71.
- REVKIN, A. C. (May 14, 2003). 'Commercial Fishing is cited in Decline of Oceans' Big Fish'. *The New York Times*, p. 1.
- RICHELSON, J. T. (2001). *The Wizards of Langley: Inside the CIA's Directorate of Science and Technology*. Boulder, CO: Westview.
- RILEY, M. W., FONER, A. & WARING, J. (1988). 'Sociology of Age'. In Neil J. Smelser (Ed.). *Handbook of Sociology* (pp. 243-90). Newbury Park, CA: SAGE Publications.
- SCHEFKE, B. (2000). *Morality and Materialism: American Conservatives and Science, 1945-1964* (MA thesis). Oregon State University, Oregon.
- SERVOS, J. (1990). *Physical Chemistry from Ostwald to Pauling: The Making of a Science in America*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- SHORTLAND, M.(ed.) (1993) *Science and Nature: Essays in the History of the Environmental Sciences* (British Society for the History of Science monographs).

- SIEVER, R. (1997). 'Doing Earth Science Research during the Cold War'. In Noam Chomsky (Ed.). *The Cold War and the University: Toward an Intellectual History of the Postwar Years* (pp. 147-70). New York: The New Press.
- SKOLNIKOFF, E. B. (1993). *The Elusive Transformation: Science, Technology, and the Evolution of International Politics*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- SMITH, T. D. (1994). *Scaling Fisheries: The Science of Measuring the Effects of Fishing, 1855-1955*. New York: Cambridge University Press.
- SONTAG, S. & DREW, C. (1998). *Blind Man's Bluff: The Untold Story of American Submarine Espionage*. New York: Public Affairs.
- STEGNER, W. (1992). *Beyond the Hundredth Meridian: John Wesley Powell and the Second Opening of the West*. New York: Penguin Books.
- SULLIVAN, W. (1961). *Assault on the Unknown: The International Geophysical Year*. New York: McGraw-Hill.
- UNITED STATES ADVISORY COMMITTEE ON HUMAN RADIATION EXPERIMENTS (1996). *Final Report of the Advisory Committee on Human Radiation Experiments*. New York: Oxford University Press.
- VAN KEUREN, D. K. (2000). 'Building a New Foundation for the Ocean Sciences: The National Science Foundation and Oceanography, 1951-1965'. *Earth Sciences History*, 19(1), pp. 90-109.
- WANG, J. (1999). *Science in Age of Anxiety: Scientists, Anti-Communism, and the Cold War*. Chapel Hill, NC: University of North Carolina Press.
- WANG, Z. (1994). *American Science and the Cold War: The Rise of the United States President's Science Advisory Committee (Eisenhower Administration)* (PhD thesis). University of California, Santa Barbara.
- WARNER, D. J. (2002). 'Political Geodesy: The Army, the Air Force, and the World Geodetic System of 1960'. *Annals of Science*, 59(4), pp. 391-408.
- WARNOW-BLEWITT, J., GENUTH, J. & WEART, S. R. (2001). *Documenting Multi-Institutional Collaborations: Final Report*. Washington, DC: American Institute of Physics.
- WEART, S. R. (1988). *Nuclear Fear: A History of Images*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- WEINER, D. R. (1999). *A Little Corner of Freedom: Russian Nature Protection from Stalin to Gorbachev*. Berkeley, CA: University of California Press.
- WEIR, G. E. (2001). *An Ocean in Common: American Naval Officers, Scientists, and the Ocean Environment*. College Station, TX: Texas A&M University Press.
- WERTENBAKER, W. (1974). *The Floor of the Sea: Maurice Ewing and the Search to Understand the Earth*. Boston, MA: Little Brown.

- WORSTER, D. A. (2001). *A River Running West: The Life of John Wesley Powell*. Oxford & New York: Oxford University Press.
- WORTHINGTON, E. B. (1975). *The Evolution of IBPI International Biological Programme*. New York: Cambridge University Press.
- ZIEGLER, C. A. & JACOBSON, D. (1995). *Spying Without Spies: Origins of America's Secret Nuclear Surveillance System*. Westport, CT: Praeger.

Traducción
Carlos Hugo Sierra

NIPEA
(*Núcleo Internacional de Pensamiento en Epistemología Ambiental*)

24 de Junio, 2020