

Arturo Rosenblueth y Norbert Wiener: dos científicos en la historiografía de la educación contemporánea

SUSANA QUINTANILLA*

Resumen:

Este artículo describe la gestación y el desarrollo de la amistad entre el fisiólogo mexicano Arturo Rosenblueth y el matemático estadounidense Norbert Wiener, así como la intervención de ambos en el nacimiento de la cibernética y en el impulso de instituciones que transformaron el perfil de la ciencia en México durante el periodo de 1944 a 1963.

Abstract:

This article describes the emergence and development of the friendship between the Mexican physiologist Arturo Rosenblueth and North American mathematician Norbert Wiener, as well as the role both played in the birth of cybernetics and the academic life of several key institutions which transformed the face of scientific research in Mexico during the years 1944 to 1963.

Palabras clave: investigación científica, México, cibernética, Arturo Rosenblueth y Norbert Wiener.

Key words: Science, Mexico, Arturo Rosenblueth and Norbert Wiener.

Al adentrarme en la historia reciente de la ciencia en México leí y escuché muchos relatos que alentaron mi curiosidad e iluminaron mi recorrido. Uno de ellos me fascinó por su grandeza, los dones de sus protagonistas y su ejemplaridad. Es la historia de dos científicos excepcionales, Arturo Rosenblueth y

* Investigadora del Departamento de Investigaciones Educativas del CINVESTAV. Calzada Tenorios núm. 235, col. Granjas Coapa, CP 14330, México, DF.
CE: squintanilla@data.next.mx

Norbert Wiener, de la amistad entre ellos, del proyecto que compartieron y de los avatares para llevarlo a cabo. Me atrevo a contarla sin conocer todos sus detalles debido a que casi todas las personas que la vivieron han muerto y corre el riesgo de quedar sepultada junto con ellos. Dice una vieja leyenda árabe que los hombres no desaparecen del todo mientras haya quienes los rememoren y los rescaten del olvido. Contribuir a mantener viva la memoria de nuestros antepasados es el único propósito de este artículo.

I

Arturo Rosenblueth decía que él era un hombre que iba con su siglo, lo cual era del todo cierto pues nació en 1900 en Ciudad Guerrero, Chihuahua. Realizó sus primeros estudios en la ciudad de México, donde vivió hasta 1910 y, a partir de 1911, en la de Monterrey, hasta completar la preparatoria (García Ramos, 1971). La música fue su primera pasión; después vendrían la afición por la filosofía y el encuentro, pleno y entrañable, con la vocación científica (Rosenblueth, 1970). Inició la carrera de medicina al comenzar el año 1918, cuando México estrenaba una nueva Constitución y la Universidad Nacional había sido convertida en una humilde oficina gubernamental, sin el lustre que le quiso dar el inolvidable Justo Sierra (Garcíadiego, 1996).

Por motivos económicos, Arturo Rosenblueth tuvo que suspender sus estudios tres años después de haberlos iniciado. Trabajó de pianista en un restaurante de la capital y de empleado en el mostrador de la empresa American Book & Printing que, en 1928, pasaría a ser la American Book Store. La librería estaba en el mismo lugar que ahora, en el número 25 de la avenida Madero (Zahar, 2000). Ahí, Arturo Rosenblueth estuvo muy a gusto, rodeado de estantes llenos de libros y de revistas bien seleccionados, y a unos pasos de los sitios de reunión de la intelectualidad que había sobrevivido a la Revolución.

Al comenzar los años veinte el constructor Emilio Rosenblueth decidió destinar una parte de sus ganancias a subvencionar los

anhelos de su hermano Arturo, quien partió a Alemania con el propósito de retomar sus estudios de medicina (García Ramos, 1971). Una vez ahí, el estudiante descubriría que las grandezas de la *Kultur* alemana se sustentaban en prejuicios acerca de otras culturas, en una percepción romántica del pasado y en el resguardo de una supuesta contaminación proveniente de otras razas, religiones, géneros o nacionalidades. No existía el ideal de la vida común, e incluso la idea misma de convivencia había perdido sentido (Elias, 1999). Quizá por ello Arturo Rosenblueth se marchó a Francia, donde realizaría sus estudios de grado. Además de ser la capital de la nueva bohemia trastocada por la experiencia de la guerra y el centro de irradiación de la vanguardia artística, París era uno de los polos más importantes en cuanto a inventiva y cultura científica. Pero como bien dijo Ernest Hemingway, París era mucho más que eso: “Si tienes la suerte de haber vivido en París de joven, París te acompañará, vayas a donde vayas, todo el resto de tu vida, ya que París es una fiesta que nos sigue”.

Arturo Rosenblueth regresó a México en 1927, tras obtener el título de doctorado en La Sorbona. Llegó decidido a dedicarse a la neuropsiquiatría, pero bastó un tiempo breve para que se rebelara en contra de las prácticas empíricas e inhumanas usadas para la atención de los enfermos en el manicomio “La Castañeda”. Entonces optó por trabajar como ayudante en el laboratorio de fisiología experimental de la Escuela de Medicina de la UNAM. Después de un año fue nombrado profesor titular de este curso, mismo que dejó para ir a buscar nuevos aires (García Ramos, 1971). Con el apoyo de la Fundación Guggenheim, de la que fue uno de sus primeros becarios mexicanos, ingresó al Departamento de Fisiología de la Escuela de Medicina en la Universidad de Harvard, que se encontraba detrás de la Biblioteca Pública de Boston. Ahí, estudió y trabajó al lado de Walter B. Cannon, uno de los fisiólogos estadounidenses más destacados y un pionero en el uso de rayos X para el estudio de los tejidos blandos (Aréchiga, 1990). Al cabo de dos años Arturo Rosenblueth ya había publicado diez trabajos de investigación, uno de ellos en compañía de su maestro. Fue becario de esta universidad y, más tarde, instructor y profesor asociado. En una carta dirigida a un colega, Walter B. Cannon dio cuenta de los logros de su discípulo:

Durante los cuarenta años que yo he servido en el Departamento de Fisiología, no he conocido ningún otro investigador que pueda compararse con el doctor Rosenblueth en imaginación, en juicio crítico y en sentimiento artístico para la manipulación escrupulosamente cuidadosa y para el registro de los procesos fisiológicos. Ha aprendido, también, a escribir los trabajos con una notable exactitud de expresión. Además, el doctor Rosenblueth realiza el trabajo con excepcional precisión y economía de tiempo. El resultado ha sido toda una serie de descubrimientos fisiológicos excelentes que han sido presentados, con severo laconismo, en un número importante de publicaciones que no tiene paralelo en ningún laboratorio del país (Cannon, 1971).

El ambiente académico estadounidense fue un factor decisivo en el desarrollo de estas habilidades. Durante la década de los treinta, los efectos de la depresión económica aún afectaban a la academia, pero había un nuevo ímpetu de vida y afán de conocimiento. Por esos años comenzó la migración de numerosos científicos europeos, muchos de los cuales huían del totalitarismo alemán, del soviético y del español. La ampliación, la diversidad étnica y cultural y el repunte de la actividad científica mostraron la viabilidad de la convivencia de la ciencia y la tecnología; más aún, mostraron la necesidad y la importancia de la primera para el desarrollo tecnológico, la industria, la educación y la vida intelectual (Regis, 1989).

En 1933, año en el que Albert Einstein llegó a Princeton, el físico mexicano Manuel Sandoval Vallarta, profesor del MIT desde 1923 (Mendoza, 1995), intervino para que Arturo Rosenblueth conociera al ex niño prodigio y, para entonces, ilustre matemático Norbert Wiener. En el caso de Norbert Wiener, la palabra prodigio no admite ambigüedades. Su padre, un profesor de filología de origen judío nacido en la Rusia blanca, lo sometió a una prematura y extrema educación (Rosenblith, 1984). Ingresó a la universidad a los once años, cuando aún vestía pantalón corto. Obtuvo la licenciatura en matemáticas antes de los quince y el doctorado en filosofía a los diecinueve. Cuando descubrió que Santa Claus era una invención de los adultos, ya leía libros científicos complejos. Estando a punto de partir a Cambridge, Inglaterra, para estudiar lógica matemática con Bertrand Russell, aún disfrutaba la lectura de las obras de Dumas y de Verne. El año que pasó en Europa fue el inicio de

su emancipación: no sólo pudo compararse intelectualmente con personas que no estaban muy por encima de su edad, sino que fue sometido a la inspección de científicos de primera línea que podían verlo sin el aura de la precocidad. Pero, sobre todo, pudo liberarse de la tutela inmediata, y a menudo tiránica, de su padre (Wiener, 1982c).

Al volver a Estados Unidos, Norbert Wiener fue docente en Harvard y en la Universidad de Maine, escritor a sueldo para la *Encyclopedia Americana*, investigador civil en el Centro Militar de Pruebas de Aberdeen, lector compulsivo de lo más nuevo en el campo de las matemáticas y columnista en la sección dominical del periódico *Herald* de Boston (Masani, 1990). Finalmente recaló en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), albergue de científicos llegados de todas las latitudes y capilla de muchas de las hazañas científicas del mundo moderno. Norbert Wiener presencié allí el desenlace de las disputas entre los académicos de los departamentos de ciencias y los de ingeniería, que eran la mayoría. En sus orígenes, el MIT había sido concebido y estructurado en función de la ingeniería y de la ciencia aplicada. Los departamentos de ciencias y de humanidades se desarrollaron como órganos de servicios para el centro principal de la vida del instituto. Las matemáticas, la física y la química eran vistas como algo necesario para educar a los estudiantes hasta que pudieran manejar la ingeniería, pues ésta constituiría el objetivo principal de su vida. Cuando alguna de sus ramas alcanzaba importancia por sí misma como para incluirla en algún curso establecido, se organizaba independientemente de su campo de origen (Wiener, 1982c).

Esta situación comenzó a cambiar en los años treinta debido a la intervención de Karl Taylor Compton, presidente del MIT en aquel periodo. Él había sido profesor de física en Princeton y vio, con toda claridad, que una escuela de ingeniería vigorosa debía ser, al mismo tiempo, una gran escuela de ciencia. El MIT comenzó a reconocer que la investigación directa en matemáticas y en las ciencias tenía importancia por su propio derecho y que los profesores de estos departamentos debían dedicarse, en forma explícita, a la formación de nuevos científicos y no sólo a apoyar la capacitación de ingenieros. Esto no significaba que se hubiera abandonado, o que se

pudiese abandonar, el trabajo de prestación de servicios necesario para toda escuela de ingeniería, pero sí implicaba que los “teóricos”, como se les llamaba en aquel tiempo, pudieran ser ellos mismos y tuvieran salarios iguales y condiciones laborales equiparables a los de los miembros de otras instituciones, como Harvard y Princeton.

En aquel tiempo, Arturo Rosenblueth ponía en acción, cuando menos, una parte de sus ideas acerca de lo que debía ser la ciencia mediante un seminario sobre el método científico. No todos los asistentes eran médicos ni trabajaban en Harvard. Varios de ellos estaban en el MIT; otros eran miembros de los departamentos de Harvard situados en la ribera del río Charles en la que está Cambridge. Norbert Wiener, uno de los asiduos, describió los procedimientos seguidos en las sesiones de trabajo:

En aquellos días, el Dr. Arturo Rosenblueth [...] dirigía una reunión mensual dedicada a la discusión del método científico. La mayoría de los participantes eran jóvenes científicos de la Escuela de Medicina de Harvard, y nos reuníamos para cenar en una mesa redonda del Vanderbilt Hall. La conversación era vivaz y no tenía restricciones. No era un lugar para buscar la aprobación o para mantener una posición. Después de la cena, alguien —ya fuera de nuestro grupo o algún invitado— leía un tema científico, que, en general, era de metodología, o al menos tenía que ver con ella. El expositor tenía que enfrentarse a una crítica aguda, bienintencionada pero despiadada. Era una catarsis perfecta para las ideas indefinidas, la auto-crítica insuficiente, la exagerada confianza y la pomposidad. Los que no aceptaban ese ambiente no regresaban y entre los asiduos habíamos varios que sentíamos que estas reuniones eran una parte importante de nuestro desarrollo científico (Wiener, 1985).

Si bien el “Club de la filosofía de la ciencia” nunca fue parte de la enseñanza oficial en Harvard o de cualquier otra institución, sus miembros le darían el crédito de haber encontrado en él un amplio interés en el método científico y aun el de haberlos iniciado en líneas bastante específicas de pensamiento e investigación. Tal fue el caso de Arturo Rosenblueth y Norbert Wiener, quienes determinaron un tema de interés común, la aplicación de las matemáticas y de la teoría de la comunicación al método de la fisiología.

Norbert Wiener entendió que llevarse bien con Arturo Rosenblueth “no significaba no tener discrepancias respecto a su criterio, sino más bien disfrutar de ellas”. Disentían sobre muchos temas, lo que era un estímulo constante a su amistad. Sus diferencias se producían en el marco de una convicción común: que las divisiones entre las ciencias eran linderos convenientes para la asignación de dinero y de esfuerzos, pero que cualquier científico en ejercicio debía cruzarlos cuando sus estudios así lo demandaran. Creían que los campos más fructíferos para el desarrollo científico eran aquellos que habían quedado desatendidos como tierra de nadie entre las distintas especialidades. La exploración correcta de esas zonas vírgenes del mapa científico sólo podría llevarla a cabo un equipo de académicos, especialista cada uno de ellos en su propio campo pero con conocimientos profundos y experiencia práctica en las especialidades de sus colegas y habituados al trabajo en conjunto (Wiener, 1982c).

II

A partir de 1941, fecha en la que Estados Unidos entró de lleno en la guerra, el gobierno estadounidense intensificó el reclutamiento de científicos y su integración a proyectos vinculados con la industria bélica y la seguridad nacional (Coser, 1980). Asimismo, impuso una serie de restricciones a los investigadores de origen extranjero y aplicó un conjunto de normas a sus ciudadanos (Heims, 1982). Estas últimas afectaron a Walter B. Cannon, quien estaba por jubilarse y, en el curso de los años previos, se había ganado fama de “socialista” por su ayuda a los exilados españoles y sus relaciones con los círculos de izquierda (Wiener, 1982c). Walter B. Cannon hizo todo lo posible por proteger a Arturo Rosenblueth, quien también tenía fama de “peleonero”, y gestionar ya fuera su permanencia en Harvard o su traslado a otra institución. Lo recomendó con su amigo Homer Smith, profesor de fisiología de la Universidad de Nueva York, y con Warren S. McCulloch, de la Escuela de Medicina de la Universidad de Illinois. Un grupo de estudiantes y de colegas de Harvard intervinieron en favor de Arturo Rosenblueth, quien agradecía la solidaridad pero no esperaba ningún resultado práctico. En cuanto supo que la ciudadanía estadounidense

era un requisito indispensable para obtener un puesto permanente en la Universidad de Illinois, una de las más liberales del país, le escribió a Warren S. McCulloch la siguiente misiva:

Querido Warren: créeme que lo siento de veras pero no puedo aceptar el empleo. He estado tratando de convencerme a mí mismo que la existencia del muy justificado requisito de adquisición de la ciudadanía americana no debería tener importancia ante la consideración de unirme a tu grupo. Pero he fracasado en lograr esta convicción. Sé que sería un error, pero me sentiría agobiado, inseguro, incapaz de meterme de lleno al trabajo con todo el entusiasmo necesario para hacerlo agradable y sin lo cual no pueden obtenerse frutos de las labores científicas (Rosenblueth, 1971a).

En el párrafo final de esta carta, Arturo Rosenblueth informó que ya había telegrafiado a México aceptando el puesto que le había ofrecido Ignacio Chávez en el recién creado Instituto Nacional de Cardiología (INC). Tras expresar su furia por la insensatez del requerimiento de ciudadanía para otorgar una posición permanente, y de alabar los sentimientos de Arturo Rosenblueth al respecto, Warren S. McCulloch expresó su esperanza de que México le diera al “mejor fisiólogo de América” la libertad de trabajar en lo que deseaba y las condiciones para ello (McCulloch, 1971).

En 1944, año en el que Arturo Rosenblueth llegó a México, la enseñanza de la fisiología en las escuelas de medicina estaba basada en el dictado de lecciones tomadas de un libro traducido tiempo atrás del francés. Citar conceptos publicados en textos escritos recientemente en inglés era considerado una pedantería; cuestionar las lecciones de Fernando Ocaranza, creador de la cátedra de fisiología en la UNAM, era un sacrilegio. Hasta ese año, construir un laboratorio de investigación se veía como un sueño o un lujo inadmisibles. Si lo que se quería era estar al tanto de lo que se hacía en otros países, bastaba con leer las revistas que llegaban a México y escuchar a quienes leían otros idiomas. Pero hacer un laboratorio propio y pagarle a médicos para que realizaran ahí sus investigaciones era juzgado como un despilfarro, pues las instalaciones, el personal y el equipo resultaban insuficientes para atender a los enfermos (García Ramos, 1970).

Aun con estas opiniones en contra, Ignacio Chávez inició la construcción de laboratorios dedicados a la investigación y contrató gente que se dedicara de tiempo completo a la actividad científica (Martínez Palomo, 1994). Como el sueldo era muy bajo, ordenó la construcción de cuatro apartamentos para alojar a los investigadores y consiguió que éstos pudieran comer en las instalaciones del hospital (Chávez, 1987). Uno de estos apartamentos le fue otorgado a Arturo Rosenblueth, quien trajo consigo algunos aparatos que había adquirido en Harvard por un precio simbólico.

Al principio, los laboratorios estaban en los sótanos, húmedos y oscuros, del edificio central. Pese a las advertencias de sus amigos, quienes le decían que estaba loco por querer dedicarse a la investigación en lugar de abrir un consultorio, el médico militar Juan García Ramos aceptó trabajar con Arturo Rosenblueth. Su primera hazaña conjunta consistió en instalar el equipo, que nunca antes había sido visto en nuestro país. Durante uno de los primeros experimentos, el transformador de un aparato se quemó. Como no había expertos en la reparación de instrumental científico, Juan García Ramos recorrió, en su motocicleta, que por mucho tiempo fue el único vehículo disponible del Departamento de Fisiología del INC, varios talleres de la ciudad. En otras ocasiones, salía a buscar y adquirir cables o piezas para sustituir los de los instrumentos usados o para activar los nuevos (García Ramos, 1970 y 1994).

Los deseos de Arturo Rosenblueth iban más allá de sus metas académicas inmediatas y se relacionaban con el proyecto de fundar, en México, una cabeza de playa para recibir a los científicos de la “vieja escuela” afectados por las circunstancias y la cacería de brujas que se estaba gestando en Estados Unidos. Durante varios años había soñado —junto con Norbert Wiener— la creación de una institución de científicos independientes que trabajasen en equipo en un área no explorada. Querían que los investigadores “laboraran no como subalternos de un ejecutivo, sino voluntariamente incorporados, por necesidad espiritual, y que entendieran ese campo de trabajo como algo unitario en donde se comparte la capacidad de conocimientos” (Wiener, 1982c).

Una vez instalado en México, Arturo Rosenblueth encontró en Manuel Sandoval Vallarta un aliado para impulsar este plan. Él también se había negado a renunciar a la ciudadanía mexicana y discutía con colegas de todo el mundo los efectos inmediatos y a largo plazo de la guerra sobre la orientación de la actividad científica (Mendoza, 1995). Dedicó una parte de su tiempo de los siguientes años de su vida a gestionar el desarrollo de la ciencia en México, su enriquecimiento con personalidades del extranjero y su uso con fines benéficos (Sandoval Vallarta, 1978). Él fue quien invitó a Norbert Wiener a venir a México para asistir a un congreso de la Sociedad Matemática Mexicana que iba a celebrarse en Guadalajara. Era el año 1944. Como la guerra continuaba, los científicos que habían objetado las normas de secreto y de seguridad fueron desplazados. Norbert Wiener se sentía fuera de sitio en su patria y pensó que un tiempo lejos de ella —y en compañía de sus amigos mexicanos— le vendría bien. Al cruzar la frontera supo que su decisión había sido afortunada. Le encantaron las casas de adobe pintadas de rosa y azul, el brillante aire punzante del desierto, las plantas y las flores. Pero sobre todo disfrutó los indicios de una forma de vida diferente, con más sabor y brío, de la que llevaban los “inhibidos norteamericanos”.

Tan pronto comenzó a aclimatarse y a vencer la terrible laxitud provocada por la altura de la ciudad de México, Norbert Wiener empezó a trabajar en el INC con Arturo Rosenblueth en ese tipo de temblor muscular conocido con el nombre de *clonus*. Por la noche cenaba con los internos en el comedor del hospital, cuyos parroquianos le decían maestro. Ayudado por un libro de gramática española que llevaba siempre consigo, descubrió que el término se utilizaba por igual para denominar a un profesor que a un carpintero o un albañil. Se sintió orgulloso de ser llamado así, ya que desdénaba la pomposidad de la academia y la rivalidad de vanidades instituida en ella.

Norbert Wiener se sorprendió por la vitalidad de la pequeña comunidad científica mexicana, en la que convivían viejos y jóvenes de los más diversos orígenes sociales, geográficos y de raza, sin que nadie se sintiera obligado a ocultar su impronta genética, sus costumbres, su edad, sus creencias religiosas o sus deficiencias cultu-

rales. Para Norbert Wiener, quien había presenciado en Inglaterra los esfuerzos de los jóvenes científicos de prosapia plebeya para aprender, ya con título de doctorado en mano, las costumbres de mesa y de conversación de los “lores”, fue muy excitante ver cómo esta “nueva clase media de orígenes diversos constituía un conjunto de personas cordial, amistoso y bien organizado”. También se sorprendió por su forma de relacionarse con los políticos. Luis Enrique Erro, director del Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla, concertó una cita con Jaime Torres Bodet, en aquel entonces secretario de Educación. El extranjero esperaba que la presentación fuera ocasión de levitas, pantalones a rayas y gran formalidad. Luis Enrique Erro apareció en pantalones de montar y con una playera azul a rayas. La conversación con el ministro se dio de manera ágil, sin formalismos inútiles pero sí con cortesía (Wiener, 1982c).

La explosión de la bomba atómica obligó a Norbert Wiener a realizar una profunda exploración de su propia alma. El resultado de esta excursión fue deslumbrante: en lugar de arremeter en contra de sus colegas que se habían sujetado a las normas bélicas, equiparar a la ciencia con los demonios de la modernidad o renunciar al uso público del lenguaje, Norbert Wiener decidió divulgar, por escrito y para lectores no especializados, los frutos de sus estudios y reflexiones acerca del control, la comunicación y la organización. Como no tenía experiencia en la escritura de textos extensos de divulgación científica, ni confiaba en la recepción que su obra pudiera tener, retrasó su nuevo programa de vida.

En el verano de 1946, durante un viaje a Francia para asistir a una conferencia, Norbert Wiener conoció, en París, a uno de los hombres más fascinantes de cuantos hubiera conocido antes, el editor Freymann. Era un mexicano que había llegado por primera vez a París como agregado cultural en el servicio diplomático de México y que mantenía una pequeña librería frente a La Sorbona. Tras charlar largo tiempo sobre México y recalar en el tema de la ciencia, Freyman exhortó a Norbert Wiener a escribir un volumen para la serie de publicaciones científicas de la editorial Herman et. Cie, que había quedado en sus manos tras la muerte de su fundador, que era su suegro. Además de editor excepcional, Freyman

formaba parte de un grupo de matemáticos franceses que aunaban sus esfuerzos bajo el seudónimo “Bourbaki”, nombre de un general francés de los viejos días. Quería extender la broma patrocinando una universidad ficticia llamada Universidad de Nancago, por las dos escuelas existentes en las universidades de Nancy y de Chicago.

Al saber lo anterior, y luego de platicar con otros miembros del grupo, Norbert Wiener aceptó escribir un libro para Freymann; sellaron su contrato frente a una taza de chocolate en una *pâtisserie* cercana a la librería. Poco después el estadounidense vino a México, donde lo esperaba Arturo Rosenblueth para continuar sus investigaciones comunes. Se alojó en un departamento recién construido en la colonia Hipódromo Condesa desde cuyo *roof garden* se podían ver los volcanes. Ahí, Norbert Wiener trabajó con ahínco en el libro que le había prometido a Freymann. Su primera preocupación fue escoger el título del texto y el nombre del tema sobre el cual iba a tratar. Primero buscó alguna palabra del griego que significara “mensajero”, pero la única que conocía era *angelos*, que en inglés significaba mensajero de Dios. Debido a que Norbert Wiener era un ateo feliz, buscó alguna palabra apropiada para el área de control y pensó en *Kubernetes*, que en griego significa timonel. Como la palabra iba a ser utilizada en lengua inglesa, Norbert Wiener aprovechó la pronunciación en inglés para concebir el término *cybernetics*, que en español fue traducido así: “cibernética” (Wiener, 1982c). El autor tuvo menos dificultades para elegir a quién dedicar el texto, pues Arturo Rosenblueth había sido el interlocutor principal de las ideas expuestas en él. Todas las ediciones de *Cybernetics: or, Control and Communication in the Animal and the Machine* tienen el nombre de Arturo Rosenblueth en la primera página, pues a él le fue dedicado el impreso original (Wiener, 1985).

Contra todo lo previsto, la edición francesa del texto escrito en México y dedicado a Arturo Rosenblueth fue un éxito comercial muy bien recibido por la crítica (Ruyer, 1984). Norbert Wiener se convirtió en una “celebridad”, aunque él siempre mantendría su posición, premeditada y justificada, de *outsider*. Era una persona desdeñosa de las modas, y se asumía como un custodio de las “viejas virtudes”: honestidad, sinceridad, dignidad, coraje y flexibilidad e integridad intelectual. Estos principios dieron a su teoría

una dimensión ética que era, a la vez, parte de una filosofía y de una forma de vida (Masani, 1990). Durante los años descritos por la escritora estadounidense Lillian Helman en *Tiempo de canallas*, Norbert Wiener fue el modelo de intelectual independiente, solidario con los perseguidos, preocupado por colocar en el sistema universitario a los emigrantes del “Tercer Mundo” y atento a las primeras manifestaciones de la gran rebeldía juvenil (Heims, 1982).

Al comenzar la década de los sesenta, la cibernética había dejado de ser un programa para el futuro y una esperanza piadosa y era una técnica de trabajo en ingeniería, en biología, en medicina y en sociología. Sus principios, mitos y consecuencias, así como los temores que había despertado, fueron discutidos, en el verano de 1962, en los prestigiados Coloquios Filosóficos Internacionales de Royau-mont, localidad cercana a París en la que, año con año, se reunían científicos y humanistas convocados para reflexionar en voz alta y de manera conjunta acerca de un tema o de un pensador. La exposición de Norbert Wiener, intitulada “El hombre y la máquina”, fue la que provocó mayor número de intervenciones (Wiener, 1982a). Uno de los participantes, Walter A. Rosenblith, a quien por cierto mucho se le ha confundido con Arturo Rosenblueth, sintetizó así el espíritu de la discusión: “la guerra es demasiado importante para dejarla a los generales y los militares [...] la filosofía es demasiado importante para dejarla a los filósofos [...] la ciencia es demasiado importante para dejarla únicamente a los científicos” (Rosenblith, 1982).

III

Mientras Norbert Wiener acrecentaba su sabiduría y su fama, Arturo Rosenblueth creó toda una escuela de fisiología, diseñó instalaciones e incluso construyó instrumentos para realizar investigación experimental, en la que instituyó un lema: “El gato es el único que siempre tiene la razón”. Según explicaría más tarde, este lema no era una frase banal y pintoresca, sino que encerraba la filosofía del hombre de ciencia.

Afirma que existen un gato y un investigador, que el investigador observa fenómenos que ocurren en el gato, que formula teorías o leyes abstractas que relacionan las variables que intervienen en estos fenómenos, que confronta estas teorías con los hechos y que cuando, como ocurre a menudo, no hay concordancia entre un hecho rebelde y una bella teoría, rechaza despiadadamente la formulación abstracta de ésta, para formular otra que armonice satisfactoriamente con el hecho, lo que ocurre con el gato (Rosenblueth, 1970).

Para llegar a esta armonía, Arturo Rosenblueth, sus colegas y discípulos vivían al pendiente de los gatos, de los circuitos que les habían conectado y de sus reacciones a las dosis de sustancias y a los estímulos que les aplicaban. Juan García Ramos, uno de los colaboradores principales en estos experimentos, recordaría que la jornada comenzaba a las diez de la mañana y se interrumpía a las ocho de la noche, hora en la que se dirigían a la casa de Arturo Rosenblueth. Su mujer, Virginia Thompson, les preparaba algo ligero que comer, pues ya había llegado el tiempo de volver al laboratorio para concluir la jornada (García Ramos, 1994).

Durante dieciséis años, de 1944 a 1960, Arturo Rosenblueth dirigió el Departamento de Fisiología y Farmacología del INC e hizo labor callada en él (Alanís, 1996). Sus procedimientos científicos y maneras de dirigirlos no siempre gustaban a sus jefes inmediatos, pero daban resultado. Agregó al centenar de publicaciones realizadas antes de 1945 cerca de cincuenta artículos más y dos libros decisivos en el conocimiento del sistema nervioso autónomo (Rudomín, 1996; Rosenblueth, 1949 y 1950). También llenó de calor humano y de anécdotas entrañables el memorial de la ciencia mexicana de esa época (Poniatowska, 2000). En 1960 estaba en plena actividad: publicaba mucho y en las mejores revistas de su especialidad; impartía un curso de musicología cuyas sesiones culminaban con la ejecución de canciones mexicanas; dictaba conferencias acerca del método científico en El Colegio Nacional, del que era miembro desde 1947; era conocido y estimado tanto en México como fuera de él; hablaba seis idiomas y escribía con facilidad en cuatro de ellos: español, inglés, francés y alemán. Cada

sábado llegaba a su departamento, en la calle de Río Elba, en la colonia Cuauhtémoc, con una tropa constituida por personalidades que en un espacio distinto de éste no hubieran podido convivir (Novoa, 1996). Guillermo Haro, Carlos Graef, Ignacio Chávez, José Ádem, Javier Barrios Sierra y Emilio Rosenblueth, sobrino de don Arturo, eran algunos de los comensales más asiduos. Había cierta rutina, pero jamás un plan establecido. A veces sólo se cantaban canciones mexicanas acompañadas por la guitarra de Juan García Ramos. En otras ocasiones la plática sobre temas de interés común consumía la noche. De vez en cuando se llegaban a abrir los “siete abanicos del corazón”, para los cuales Arturo Rosenblueth tenía dones connaturales. “Y así, entre whisky y whisky hasta la madrugada. Y cuando alguien le recordaba a Arturo Rosenblueth que ya era muy tarde y que en los otros apartamentos sus vecinos dormían, él se jactaba diciendo que por su culpa nunca se había interrumpido ningún escándalo” (Méndez, 1991). En la oración fúnebre que pronunció durante la ceremonia de reihumación de los restos de Arturo Rosenblueth para su traslado a la Rotonda de los Hombres Ilustres, Guillermo Haro evocó una de las “conclusiones obsesivas” que sobre el desarrollo científico y tecnológico surgieron en el ámbito cálido y acogedor en la casa de Virginia y Arturo Rosenblueth:

Claro está —se decía— que no podemos esperar que el adelanto científico y técnico se dé por generación espontánea, ni por un milagroso efecto de concentración de la voluntad, de la inteligencia o de los buenos deseos aislados de unos cuantos. Y peor aún, en el más hipotético de los sucesos, el florecimiento “milagroso” de la ciencia no podría resolverlo todo, ya que, aunque indispensable en nuestro mundo moderno, no constituye una panacea para la solución de todos los posibles problemas.

Es claro también que el proceso de desarrollo científico y técnico en un país representa, por su propia naturaleza y características, un fenómeno complejo, indisolublemente ligado —en sus diferentes estados evolutivos— a lo que suceda o deje de suceder en el ambiente social del cual forma parte. Lo esencial y decisivo será siempre el saber encauzar con acierto el impulso de un pueblo, induciéndolo a una actitud dinámica, despertando y activando en él una creciente y noble ambición por el progreso pacífico, por una mayor autosuficiencia, por un conocimiento más pleno de su realidad y un mejor control y aprovechamiento de ésta para su

propio beneficio. Debemos comprender, clara y activamente, que la lucha por la producción de bienes y servicios es básicamente una lucha con la naturaleza y que a ésta se le entiende primero y se le domina después sólo mediante la ciencia y sus aplicaciones (Haro, 1973).

En marzo de 1960, Arturo Rosenblueth tuvo un encuentro que cambiaría su vida. El acontecimiento ocurrió en la casa de Eugenio Méndez Docurro, por entonces director general del Instituto Politécnico Nacional (IPN), quien había caído en cama por una bronquitis. Ahí estaban el ingeniero Manuel Cerrillo y Víctor Bravo Ahuja, titular de la recién creada Subsecretaría de Enseñanzas Técnica y Superior. Concluidas las presentaciones, Eugenio Méndez Docurro fue al meollo del asunto diciéndole a Arturo Rosenblueth que el maestro Manuel Cerrillo afirmaba que él era la persona idónea para dirigir la escuela de posgraduados del IPN que estaba en gestación (Méndez, 1996). Arturo Rosenblueth contestó que él quería informarse más del tema, porque cuando asumía una responsabilidad le gustaba hacerlo a conciencia y a satisfacción, de acuerdo con sus convicciones. Animado por réplica tan sincera, Eugenio Méndez Docurro le entregó los documentos correspondientes, no sin antes advertirle que la decisión final no estaba en sus manos (Méndez, 1991).

La oferta de Eugenio Méndez Docurro llegó justo a tiempo y le dio a Arturo Rosenblueth la oportunidad que estaba buscando. Pero sería un error considerar el siguiente decenio de su vida como una huida o una sublimación ante la pérdida del vigor indispensable para hacer investigación experimental. Como muchos científicos y hombres de letras de su generación, él anhelaba mostrar su capacidad para los asuntos prácticos. Tras una vida de sortear, en lo posible, compromisos y responsabilidades administrativas, ahora las buscaba, y en condición de riesgo: no haciéndose cargo de una institución ya hecha sino fundando una prácticamente a partir de cero (Martínez Palomo, 1996).

Arturo Rosenblueth integró a Eugenio Méndez Docurro y Víctor Bravo Ahuja a las tertulias sabatinas y al matemático José Ádem a las sesiones de trabajo realizadas para discutir el proyecto que se

traían entre manos. No por ser buen anfitrión, Arturo Rosenblueth renunció a la crítica ni modificó sus opiniones respecto de qué era un centro de investigación de alto nivel y cómo hacer para que madurara. En ambas cuestiones tenía acuerdos con el plan elaborado previamente por Manuel Cerrillo, pero también sostenía discrepancias (Reynoso, 2001). Éstas comenzaban por el nombre mismo de la institución, escuela de posgraduados, y las equivalencias que se pudieran desprender de él. En México, la palabra escuela había tenido muchos usos tanto en la educación superior, para denominar a las instituciones que sustituyeron a la Real y Pontificia Universidad de México, como en el nivel básico y la formación de maestros. En todos los casos, el término se relacionaba en primera instancia con la enseñanza y sólo de forma tangencial con la investigación. Al agregarle el término posgraduados este significado primigenio se ampliaba a los grados de maestría y doctorado, sin que por ello expresara la esencia de la institución por nacer: la investigación. Sin ésta, la educación científica y tecnológica estaba condenada a la mediocridad, que es una de las manifestaciones más dolorosas del fracaso (Quintanilla, en prensa).

Rosenblueth expuso por escrito sus ideas acerca de las relaciones entre la enseñanza superior y la investigación científica en un ensayo publicado en *Acta Politécnica Mexicana*, el mes de diciembre de 1960. Según lo dicho en este texto, para Arturo Rosenblueth sólo había dos tipos de escuelas, institutos o universidades: los malos o mediocres y los buenos. Los primeros titulan profesionales notoriamente menos preparados que los de otras instituciones; los segundos imparten enseñanzas superiores a las del promedio. Las desigualdades entre unos y otros pueden deberse a muchos factores, como el tiempo dedicado por los alumnos a sus estudios, los textos seleccionados por los maestros, la programación de los contenidos y la cantidad de las prácticas y de los cursos de laboratorio. Pero el factor más decisivo para el éxito o el fracaso de la enseñanza superior es la calidad de los maestros, misma que determina la capacidad docente de una institución. En su nivel óptimo, dicha capacidad debe formar alumnos mejor preparados que sus profesores. “Sólo son buenas aquellas instituciones que preparan discípulos superiores a sus maestros y que lo hacen de forma consciente y generosa” (Rosenblueth, 1960).

Arturo Rosenblueth introdujo, en el debate acerca del nombre, los principios y los fines de la nueva institución una tesis que transformó el proyecto original: la condición necesaria y suficiente para que el nivel de los profesores de una institución de enseñanza científica o técnica sea superior a la capacidad docente es que sus maestros sean investigadores capaces de realizar estudios originales que contribuyan al desarrollo de las disciplinas a que se dedican.

La erudición pura y libresca invariablemente degenera en pomposidad, pedantería y dogmatismo. Por el contrario, la investigación sana prejuicios y enseña modestias, porque los errores y fracasos del investigador son frecuentes. Un investigador activo no sólo tolera sino que busca y prefiere a los estudiantes que lo superen (Rosenblueth, 1960).

Además de sus cualidades intrínsecas, para Arturo Rosenblueth el cultivo de la investigación científica tiene una gran importancia docente: eleva el nivel de la enseñanza, proporciona el nivel intelectual necesario para la formación de futuros maestros y permite el adiestramiento de otros investigadores. “El trabajo científico no se aprende en textos, ni monografías, ni revistas científicas; se aprende por la práctica con otro investigador, tanto más fácil y agradablemente cuanto más original, competente y humanamente comprensivo sea el investigador maestro” (Rosenblueth, 1963).

Eugenio Méndez Docurro y Víctor Bravo Ahuja eran lo suficientemente idealistas para modificar sus deseos en aras de un fin supremo y lo suficientemente pragmáticos para admitir que la obtención de ciertas metas requiere el sacrificio de otras. De marzo a octubre de 1960 habían tenido largas y a veces ásperas conversaciones con Arturo Rosenblueth y con otros científicos. Resolvieron en paz algunas desavenencias, mientras que otras parecían irresolubles. Juan García Ramos asevera en sus memorias que, el 18 de octubre de 1960, Arturo Rosenblueth declinó la oferta de dirigir el proyecto.

Explicó que, a pesar de su gran interés en un nuevo centro de enseñanza superior y de investigación en México, le parecía que no se ofrecían las condiciones necesarias para garantizar la calidad que todos deseaban y eran las óptimas para la realización de la idea.

Que sus deseos eran que se pudieran subir los sueldos, que se pudiera contratar a investigadores extranjeros, y que era indispensable cierta independencia del IPN y de sus rígidos reglamentos, o sea que era necesario crear una institución autónoma. Después de 24 horas de meditación, el grupo aprobó estas condiciones, y el Dr. Rosenblueth aceptó dirigir el nuevo centro, con profunda alegría (García Ramos, 1994).

Para entonces, Arturo Rosenblueth ya había presentado su renuncia al INC con el fin de ocupar todas las horas del día, y parte de las de la noche, en la organización de lo que en el futuro sería el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del IPN. Trabajaba en las instalaciones del INC, donde se adaptó una oficina modesta que ocupaba unos cuantos metros. Arturo Rosenblueth iba de un lado a otro de este espacio minúsculo con el eterno cigarro en la mano. “Reflexionaba en silencio y después las palabras hacían fila para acomodarse ágilmente a sus pensamientos” (Novoa, 1996). Fue así como elaboró el plan de lo que llegaría a ser una de las instituciones académicas más exitosas en la historia reciente de la ciencia en México. Dicho plan no era ajeno a la serie de conferencias que impartió en El Colegio Nacional en los años 1949, 1950 y 1961, ni a lo dicho por escrito en *The Role of Models in Science*, elaborado junto con Norbert Wiener en 1945; *La invención científica*, aparecido en 1956 y *La estética de la ciencia*, publicado en 1957 (Rosenblueth, 1971b).

Es muy probable que en el futuro estos manuscritos sean las únicas huellas del pensamiento de Arturo Rosenblueth sobre la filosofía de la ciencia, el método científico y la educación en la sociedad moderna. El interés por estos temas no fue el producto de su formación en la medicina y de su trabajo experimental en la fisiología, sino el origen de ello. Si Norbert Wiener fue un niño prodigio, Arturo Rosenblueth fue un joven prodigioso, dotado para la música, las matemáticas, el conocimiento de la mente y el manejo del alma. Ante tantos talentos y con escasos recursos económicos, resultaba difícil tomar una decisión vocacional. Se decidió por la medicina estimulado por la lectura, en 1915, de los libros de Henri Poincaré sobre el método científico (Rosenblueth, 1970). Estas obras fueron definitivas en la elección que hizo de la investigación como meta primordial de sus actividades y como la base para

inquirir cuestiones más amplias (Salmerón, 1996). A su vez, estas cuestiones lo acercaron a Norbert Wiener, su interlocutor principal en un diálogo que, para 1961, aún seguía vivo, sin perder la intensidad que le dio origen pero enriquecido con la ganancia que da la experiencia. A partir de 1945 y hasta 1960 Norbert Wiener vino a México unos cuantos meses cada tres años, financiado por la Fundación Rockefeller. Este acuerdo permitía y obligaba a Arturo Rosenblueth a estar en el MIT al menos una vez cada dos años. Trabajaban intensamente en sus estudios, pero siempre se daban tiempo para conversar sobre sus vidas e ideas, los acontecimientos en el mundo de la ciencia, la enseñanza, la literatura, la filosofía y la música.

La inquietud por las direcciones que estaban tomando los esquemas de la ciencia y la técnica estaba presente en las conversaciones y en los escritos de Norbert Wiener (Wiener, 1995) y en los de Arturo Rosenblueth quienes, al finalizar los años cincuenta, estaban alarmados por los términos monetarios y de utilidad con los cuales se evaluaba el trabajo científico y se decidía invertir en él. Sobre este tema, en el epílogo de *Soy un matemático*, segundo volumen de sus memorias, Norbert Wiener escribió lo siguiente:

Como cualquiera de las tradiciones científicas, un soto de abetos puede existir durante miles de años, y la cosecha de madera que tenemos ahora representa la inversión de luz solar y de lluvias a lo largo de muchos siglos. Las utilidades sobre las inversiones existen, pero ¿cuánto dinero y cuántos bonos permanecen en unas mismas manos a lo largo de un siglo? En esta forma, si vamos a medir la vida del tiempo largo del bosquecillo de abetos en términos de la vida de tiempo corto que tiene el valor del dinero, no podemos darnos el lujo de tratarla como una empresa agrícola. En un mundo constreñido a ganar utilidades sería necesario explotarla como si fuera una mina y dejar para el futuro una tierra de desechos detrás de nosotros.

Existen ideas científicas que pueden ser rastreadas claramente hasta los tiempos de Leibniz, hace un cuarto de milenio, y que apenas ahora están comenzando a encontrar una aplicación en la industria ¿Podría una empresa privada o un departamento gubernamental motivados fundamentalmente por las necesidades inmediatas de nuevas armas, incluir un periodo de tiempo de esa magnitud en su mirada hacia atrás? (Wiener, 1982c).

Norbert Wiener creía que el bosque de la ciencia debía ser dejado a las universidades, que habían mostrado a lo largo de la historia capacidad de formular y mantener valores de plazo prolongado. Por su naturaleza, estas instituciones no pueden efectuar, mucho menos exigir, una traducción inmediata de sus esperanzas y de sus ideales en términos del pequeño cambio que se presenta en un día. “Existen sobre la base de la fe, de la fe en que el desarrollo del conocimiento es una cosa buena que en última instancia debe concurrir para beneficio de todos los hombres” (Wiener, 1995).

Arturo Rosenblueth era un devoto de esta fe, pero estaba consciente de que en México no había una tradición universitaria a la cual apearse. A excepción de la Universidad Nacional Autónoma de México, las instituciones mexicanas eran muy jóvenes y carecían de una trayectoria histórica continua, asentada a lo largo del tiempo, transmitida de generación en generación y preparada para recibir la súbita e infrecuente aparición de intelectos grandes y originales. Volviendo a la metáfora de Norbert Wiener, en México había varios y cuidados sotos de abetos, pero no un bosque dedicado en forma exclusiva a la gestación y el cultivo de las ideas. La intención de Arturo Rosenblueth era contribuir a sembrar este bosque y levantar dentro de él un vergel muy especial, con un clima intelectual favorable a la inteligencia individual, al trabajo compartido, a la vocación científica y al desarrollo de la investigación en las áreas limítrofes entre las distintas disciplinas. Dedicaría los últimos diez años de su vida a lograr este propósito. Durante los dos primeros, su ocupación principal consistió en buscar el “ingrediente humano” para el desarrollo del proyecto, ya que en su opinión las personas eran lo único indispensable en ese gran festín que es el saber: “La ciencia no brota espontáneamente de los laboratorios, aun cuando estén lujosamente montados y prolijamente equipados, ni emana tampoco de las bibliotecas, aun cuando éstas contengan copiosos acervos. El conocimiento científico es un engendro de los cerebros y mentes de algunos hombres” (Rosenblueth, 1963).

Para julio de 1963, el CINVESTAV tenía instalaciones propias habitadas por una comunidad académica pequeña pero entusiasta. Había sido planeado como una especie de hogar en el que cada

quien se encontrara a su gusto y donde fuera bien recibido; un hogar donde la libertad de los investigadores y el respeto a sus ideas no fueran favores excepcionales, sino que formaran parte del entorno. Se había planeado también hacer de él algo equiparable a lo que fue el Institute of Advanced Study, en Princeton, durante sus primeros años de vida: un hotel confortable para que científicos de todas las latitudes y todos los campos del conocimiento compartieran las faenas y los ideales de la ciencia (Leite, 1966). Este plan no respondió sólo a la escasez de científicos nacionales de alto nivel, sino a la convicción de que el desarrollo del CINVESTAV requería de dos corrientes continuas de intercambio internacional, una centrípeta, representada por los visitantes, y la otra centrífuga, correspondiente a los viajes de estudio realizados por los académicos mexicanos. Se quería evitar, a toda costa, que el Centro se convirtiera en una comunidad estrecha de miras, cerrada al exterior, sin capacidad de crítica y sin parámetros externos de valoración. También se buscaba enfatizar que “la ciencia es un patrimonio de la humanidad entera, exento de matices sectarios ya fueran éstos raciales o nacionales” (Rosenblueth, 1963). El temor a la diversidad es temor al saber. La incalculable variedad humana crea el esqueleto de la ciencia, que es a la vez heterogénea y unitaria.

En 1963, Arturo Rosenblueth sintió que había llegado el momento de compartir, con Norbert Wiener, los frutos de su labor al frente del CINVESTAV y de que su amigo sembrara en esta institución las semillas de su experiencia. Para entonces, Norbert Wiener estaba imbuido en la redacción de *Dios y Golem, S.A.*, comentario sobre ciertos puntos en que chocan cibernética y religión, que sería su último libro (Wiener, 1984). Había interrumpido sus ruidosos paseos por los pasillos y los laboratorios del MIT, del que fue nombrado profesor emérito sin adscripción a un departamento específico a fin de que aconsejara, sin cita previa ni formalidades, a los profesores de uno u otro campo. Desde 1960 había dejado de venir a México, aunque aún dialogaba por carta con su entrañable Arturo Rosenblueth. En 1963 aceptó ir al Centro, al año siguiente, para impartir un curso de cuatro meses sobre cibernética y teoría de la información. La muerte de Norbert Wiener, ocurrida en Estocolmo el 18 de marzo de 1964, a la edad de sesenta y nueve años, obligó a cancelar este plan inmediato. Pero el proyecto

común con Arturo Rosenblueth, quien fallecería en 1970, unos días antes de cumplir setenta años, siguió vivo y seguirá estándolo mientras se siga hablando de él.

Referencias bibliográficas

Alanís, Jesús (1996). "La obra de Arturo Rosenblueth en Cardiología", en Pablo Rudomín (ed.), *Arturo Rosenblueth. Fisiología y filosofía*, México: El Colegio Nacional, pp. 23-47.

Aréchiga, Hugo (1990). "XX aniversario del fallecimiento de Arturo Rosenblueth", en *Avance y Perspectiva*, vol. 9, octubre-diciembre, pp. 263-264, México: CINVESTAV.

Bernal, Ignacio; Juan García Ramos y Alfonso Vélez (1974). *Tres científicos mexicanos*. México: Secretaría de Educación Pública.

Biro, Carlos (1970). "Acerca de la vida de Arturo Rosenblueth", en *Naturaleza*, vol. 1, núm. 3, pp. 12-15, México.

Cannon, Walter B. (1971). "Carta a Cecil K. Drinker, con fecha 2 de febrero de 1942", en Juan García Ramos (ed.), *Libro homenaje a Arturo Rosenblueth*, pp. 7-9.

Chávez, Ignacio (1987). *México en la cultura médica*, México: Fondo de Cultura Económica/Instituto Nacional de Salud Pública.

Coser, Lewis (1980). *Hombres de ideas. El punto de vista de un sociólogo*, México: Fondo de Cultura Económica.

Elias, Norbert (1999). *Los alemanes*, México: Instituto José María Luis Mora.

Estrada, Luis (1970). "Carta abierta a Arturo Rosenblueth", en *Naturaleza*, vol. 1, núm. 3, pp. 2-3, México.

Garciadiego, Javier (1996). *Rudos contra científicos. La Universidad Nacional durante la Revolución Mexicana*, México: El Colegio de México/UNAM.

García Ramos, Juan (1970). "La fisiología en México cuando llegó Rosenblueth", en *Naturaleza*, vol. 1, núm. 3, pp. 8-11, México.

García Ramos, Juan (ed.) (1971). *Libro homenaje a Arturo Rosenblueth*, México: CINVESTAV.

García Ramos, Juan (1990). "Arturo Rosenblueth. Su filosofía", en *Avance y Perspectiva*, vol.9, octubre-diciembre, pp. 265-267.

García Ramos, Juan (1994). *Paisajes en la senda de mi vida. Memorias*, Colima: Universidad de Colima.

Haro, Guillermo (1973). "Oración fúnebre en el acto de reinhumación de los restos del Doctor Arturo Rosenblueth", en *Memorias de El Colegio Nacional*, tomo VIII, núm. 1, pp. 286-289, México: El Colegio Nacional.

Heims, Steve (1982). *John Von Newman and Norbert Wiener. From Mathematics to the Technologies of Life and Death*, Cambridge: MIT Press.

Leite, José (1966). "Oppenheimer, contrastes y conflictos de una nueva época", en *Física*, vol. 1, núm. 4, marzo, pp. 17- 25.

McCulloch, Warren S. (1971). "Carta a Arturo Rosenblueth con fecha 12 de noviembre de 1943", en Juan García Ramos (ed.), *Libro homenaje a Arturo Rosenblueth*, pp. 12-13.

Martínez Palomo, Adolfo (1994). "El desarrollo contemporáneo de las ciencias de la salud en México", en *México, ciencia y tecnología en el umbral del siglo XXI*, México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, pp. 171-214.

Martínez Palomo, Adolfo (1996). "Los anhelos de Arturo Rosenblueth", en Rudomín Pablo (ed.), *Arturo Rosenblueth. Fisiología y filosofía*, pp.17-23.

Masani, Rustom, (1990). *Norbert Wiener 1894-1964*, Basilea: Birkhäuser Verlag.

Méndez Docurro, Eugenio (1991). "La génesis del CINVESTAV: entrevista con Eugenio Méndez Docurro", en *Avance y Perspectiva*, vol. 10, octubre-diciembre, pp. 285-298.

Méndez Docurro, Eugenio (1996). "Introducción", en Rudomín Pablo (ed.), *Arturo Rosenblueth. Fisiología y filosofía*, pp. 13-17.

Mendoza, Eusebio (1995). *Semblanza. Manuel Sandoval Vallarta*, México: IPN.

Monteón, Humberto (coord.) (1989). *Doctor Manuel Cerrillo Valdivia. Una vida ejemplar*, México: IPN.

Novoa, Gloria (1991a). "Semblanza", en *Avance y Perspectiva*, vol. 10, abril-junio, pp. 109-112.

Novoa, Gloria (1991b). "Treinta años en la compañía de un maestro", en *Avance y Perspectiva*, vol. 10, abril-junio, pp. 113-122.

Novoa, Gloria (1996). "El Centro en los tiempos de don Arturo", en *Avance y Perspectiva*, vol. 15, pp. 171-186.

Pérez Tamayo, Ruy (1994). "Ciencia y cultura en México", en *México, ciencia y tecnología en el umbral del siglo XXI*, México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, pp. 331-345.

Pérez Tamayo, Ruy (1996). "Arturo Rosenblueth y el método científico", en Pablo Rudomín (ed.), *Arturo Rosenblueth. Fisiología y filosofía*, pp. 109-131.

Poniatowska, Elena (2000). *La piel del cielo*, Madrid: Alfaguara.

Quintanilla, Susana (en prensa). *Recordar hacia el mañana. La creación y los primeros años del CINVESTAV*, México: CINVESTAV.

Regis, Edward (1989). *Who Got Einstein's Office? Eccentricity and Genius at the Institute for Advanced Study*, Illinois: University of Illinois.

Reynoso, Rebeca (2001). "El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN: análisis de un caso de institucionalización de la ciencia en México", México, tesis de maestría del Departamento de Investigaciones Educativas-CINVESTAV.

Rosenblith Warren (1982). "Intervención", en Norbert Wiener y otros, *El concepto de información en la ciencia contemporánea. Coloquios de Royau-mont*, México: Siglo XXI.

Rosenblith Warren (1984). "Prólogo", en Norbert Wiener, *Dios y Golem, S.A. Comentarios sobre ciertos puntos en que chocan cibernética y religión*, 3ª ed., México: Siglo XXI.

Rosenblueth Arturo y Walter B. Cannon (1949). *The Supersensitivity of Denervated Structures. A Law of Denervation*, Nueva York: Macmillan.

Rosenblueth, Arturo (1950). *The Transmission of Nerve Impulses at Neuroeffector Junctions and Peripheral Synapses*, Cambridge: MIT Press; Nueva York: Wiley.

Rosenblueth, Arturo (1960). “La investigación científica y la educación científica y tecnológica”, en *Acta Politécnica Mexicana*, vol. II, núm. 9, noviembre-diciembre, pp. 259-261, México: IPN.

Rosenblueth, Arturo (1962). “Palabras pronunciadas por el doctor Arturo Rosenblueth, director del Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional”, en *Acta Politécnica Mexicana*, vol. III, núm. 18, mayo-junio, pp. 257-258.

Rosenblueth, Arturo (1963) “Discurso del Dr. Arturo Rosenblueth en la ceremonia de inauguración de las instalaciones del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados”, en *Anuario*, México: CINVESTAV.

Rosenblueth, Arturo (1969) “La investigación científica y la tecnología”, en *Pensamiento Político*, vol. II, núm. 7, noviembre, pp. 307-317, México: Cultura y Política AC.

Rosenblueth, Arturo (1970). *Mente y cerebro: una filosofía de la ciencia*, México: Siglo XXI.

Rosenblueth, Arturo (1971a). “Carta a Warren S. McCulloch, con fecha 12 de noviembre de 1943”, en Juan García Ramos (ed.), *Libro homenaje a Arturo Rosenblueth*, pp. 12-13.

Rosenblueth, Arturo (1971b). *El método científico*, México: CINVESTAV.

Rudomín, Pablo (1970). “*In Memoriam*. Dr. Arturo Rosenblueth”, en *Acta Politécnica Mexicana*, vol. XI, núm. 53, julio-septiembre, pp. 125-126.

Rudomín, Pablo (1990). “La contribución científica de Arturo Rosenblueth”, en *Avance y Perspectiva*, vol. 9, octubre-diciembre, pp. 268-278.

Rudomín, Pablo (1996). “Arturo Rosenblueth: su contribución al conocimiento de la fisiología del sistema nervioso central”, en Pablo Rudomín (ed.), *Arturo Rosenblueth. Fisiología y filosofía*, México: El Colegio Nacional, pp. 109-131.

Rudomín, Pablo (1997). “Compartir el conocimiento adquirido”, en *Avance y Perspectiva*, vol. 16, marzo-abril, pp. 127-130.

Ruyer, Raymond (1984). *La cibernética y el origen de la información*, México: Fondo de Cultura Económica.

Sandoval Vallarta, Manuel (1978). *Manuel Sandoval Vallarta: obra científica*. Alfonso Mondragón y Dorotea Barnés (comps.), México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Salmerón, Fernando (1996). “Arturo Rosenblueth (1900-1970)”, en Pablo Rudomín (ed.), *Arturo Rosenblueth. Fisiología y filosofía*, pp. 145-164.

Snow, Charles Percy (1978). "Las dos culturas", en Enrique Flores (comp.) *Ensayos científicos*, México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, pp. 11-44.

Wiener, Norbert (1981). *Cibernética y sociedad*, México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Wiener, Norbert (1982a). "El hombre y la máquina", en *El concepto de información en la ciencia contemporánea. Coloquios de Royaumont*, México: Siglo XXI.

Wiener, Norbert (1982b). *Ex prodigio: mi infancia y juventud*, México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Wiener, Norbert (1982c). *Soy un matemático*, México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Wiener, Norbert (1984). *Dios y Golem, S.A. Comentarios sobre ciertos puntos en que chocan cibernética y religión*, 3ª ed., México: Siglo XXI.

Wiener, Norbert (1985). *Cibernética: o el control y la comunicación en animales y máquinas*, Barcelona: Tusquets.

Wiener, Norbert (1995). *Inventar. Sobre la gestación y el cultivo de las ideas*, México: Tusquets.

Zahar, Juana (2000). *Historia de las librerías de la ciudad de México: evocación y presencia*, México: UNAM/Plaza y Valdés.

Recepción del artículo: 19 de noviembre de 2001

Aceptado: 16 de enero de 2002