

Carlos A. Coello Coello



Norbert Wiener: de la gloria al olvido

De niño prodigio perseguido por la prensa a genio de las matemáticas atormentado y depresivo, el “padre de la cibernética” tuvo una vida caracterizada por la creatividad y la originalidad. Sin embargo, sus ideas políticas hicieron que fuera relegado por su propio gobierno y posiblemente contribuyeron a que fuera olvidado rápidamente tras su muerte, pese a la enorme influencia que su trabajo ha tenido en los avances tecnológicos de la actualidad.

Su infancia y juventud

Norbert Wiener nació el 26 de noviembre de 1894 en Columbia, Missouri, Estados Unidos. Su padre, Leo Wiener, era en aquel entonces profesor de lenguas modernas en la Universidad de Missouri en Columbia, y nombró a su primogénito Norbert en honor al personaje masculino principal del poema *In a Balcony*, de Robert Browning (Conway y Siegelman, 2005).

Como el mismo Norbert Wiener describe en su autobiografía, su infancia fue atípica (Wiener, 1982a). Desde muy temprana edad mostró sus dotes de genio. Se dice que aprendió el alfabeto en dos días, a los 18 meses de edad, al observar a su nana dibujar las letras en una playa cercana a su casa.





Figura 1. Los padres de Norbert Wiener (Bertha Kahn y Leo Wiener).



Figura 2. Norbert Wiener a los siete años de edad.

En 1896 su padre perdió su empleo en Missouri y mudó a la familia a Boston, donde consiguió trabajo como traductor de baladas en serbio para un profesor prominente, quien lo ayudó a conseguir una plaza como instructor de lenguas eslavas en la Universidad de Harvard (ésta fue, por cierto, la primera plaza académica de este tipo en Estados Unidos). Como su sueldo era muy bajo, Leo Wiener además comenzó a dar clases en Radcliffe, un colegio exclusivo para mujeres cercano a su casa, y también hizo algún trabajo etimológico para el *Diccionario Merriam-Webster* (Conway y Siegelman, 2005).

Norbert Wiener siempre fue una persona muy sensible. Por ejemplo, debido a los actos de crueldad hacia los animales que testificó cuando era niño, se volvió vegetariano, hábito que mantuvo el resto de su vida.

Su educación comenzó en el piso del estudio de su padre. Los libros de ciencias despertaron una especial fascinación en él desde su temprana infancia (Wiener, 1982a); a los tres años de edad recibió como obsequio un libro sobre historia natural y pronto desarrolló una

afición por las revistas científicas ilustradas para niños. A los cuatro años ingresó a un jardín de niños en Cambridge, Massachusetts; pero en realidad su educación continuaba en casa, y su padre no ocultaba su intención de moldear a Norbert y a sus hermanas para que se volvieran genios (Heims, 1981).

Al año siguiente su padre compró una granja en Foxboro, al sur de Boston. Tras la mudanza, Norbert asistió unos días a la escuela local, pero luego fue transferido a otra escuela más progresiva, en donde lo ubicaron en tercer grado y poco después lo movieron al cuarto grado. Sin embargo, pronto resultó evidente que el intelecto de Norbert estaba progresando muy rápido; si bien sus conocimientos de matemáticas eran un tanto deficientes (a los siete años todavía contaba con los dedos). Tras interrogarlo, su padre decidió que sería él quien completaría la educación básica de Norbert y lo retiró de la escuela por los siguientes tres años (Conway y Siegelman, 2005).

El sistema de enseñanza de Leo Wiener era efectivo pero no muy placentero para el joven Norbert.

Leo educó a su primogénito en literatura, matemáticas y otras áreas del conocimiento, con una disciplina casi militar y con un elevadísimo nivel de exigencia. Norbert cuenta cómo, a los seis años de edad, su padre lo hacía recitar de memoria las lecciones de griego, mientras preparaba sus clases para Harvard. Tan pronto cometía un error, lo regañaba de manera inmisericorde y le decía: ¡bruto!, ¡tonto!, ¡asno!, y algunos otros peyorativos similares en inglés, alemán y en los demás idiomas que Leo hablaba con fluidez (Wiener, 1982a).

Norbert, quien se esmeraba para agradar a su padre, acabó desarrollando una miopía severa a los ocho años de edad. El médico prescribió que dejara de leer durante seis meses, a fin de evitar que perdiera completamente la vista. Aunque su padre siguió las indicaciones, este incidente no impidió que continuara con la educación de Norbert. Para ello, hizo que su madre le leyera en voz alta. También llevó estudiantes de Radcliffe para corregir la pronunciación de Norbert en latín y en alemán. Asimismo, contrató a un estudiante de química de Harvard que le enseñaría sobre las reacciones químicas, para lo cual montó un laboratorio en casa (Conway y Siegelman, 2005).

Esta experiencia cambió la vida de Norbert. A los ocho años de edad estaba aprendiendo álgebra, geometría y trigonometría... en su cabeza. A consecuencia de su enfermedad, desarrolló una memoria casi fotográfica y pronto mostró tener dotes similares a las de su padre para aprender otros idiomas. Cuando le permitieron leer de nuevo, comenzó a estudiar con gran interés los descubrimientos más recientes en electricidad y biología. Entre otras cosas, desarrolló una especial fascinación por la vida sexual de las plantas y los animales (Conway y Siegelman, 2005).

En la primavera de 1903, Leo Wiener aceptó una propuesta para traducir las obras completas (24 volúmenes) de Tolstoi al inglés, tarea por la cual le pagarían \$10000 dólares. El adelanto que recibió por este trabajo le permitió comprar otra granja al noroeste de Boston, a donde se mudó la familia. Pero la titánica labor le impidió continuar con la educación de su hijo, por lo que comenzó a buscar una escuela para él. Poco antes de cumplir los diez años, Norbert ingresó a una preparatoria pública. Sus vastos conocimientos de latín, alemán, inglés y matemáticas le permitieron ser

A los diez años de edad escribió su primer ensayo filosófico, titulado “La teoría de la ignorancia”, el cual versaba sobre la incompletitud de todo el conocimiento



Figura 3. Norbert Wiener al graduarse de la preparatoria.

transferido al tercer grado hacia el final de su primer año en la preparatoria. A los diez años de edad escribió su primer ensayo filosófico, titulado “La teoría de la ignorancia”, el cual versaba sobre la incompletitud de todo el conocimiento (Conway y Siegelman, 2005).

En la primavera de 1906, con sólo 11 años, Norbert se graduó de la preparatoria como el primero de su clase. Pronto se volvería una celebridad local; aunque



para evitar atraer demasiado la atención, su padre decidió inscribirlo a la Universidad Tufts, en Medford, Massachusetts, en vez de enviarlo a Harvard. Sin embargo, esa maniobra no impidió que un reportero del periódico *The World* viajara de Nueva York a Boston para obtener la historia de “la persona más joven en ser admitida a una universidad en los Estados Unidos”. La historia sobre Norbert se titulaba “El niño más asombroso del mundo” y se publicó el 7 de octubre de 1906 en la página frontal de *The World*.

A pesar de que su padre tenía un fuerte y evidente interés en que Norbert estudiara filosofía, éste quería ser naturalista. Sin embargo, su miopía y su falta de habilidad manual hicieron que desistiera de estudiar biología. De hecho, desarrolló una particular aversión a las disecciones, debido a un experimento fallido que realizara en alguna ocasión y del cual se avergonzaría el resto de su vida (Wiener, 1982a). Después se interesó en la electricidad y trató de construir diversos dispositivos, pero ahí también tuvo dificultades por su falta de destreza manual. En cuanto a la química, se decía que era el estudiante que había destruido más equipo de laboratorio en la historia de la Universidad Tufts. Por lo tanto, decidió estudiar matemáticas, que era una disciplina en la que se sentía cómodo y para la cual mostraba un claro talento (Conway y Siegelman, 2005). Norbert Wiener obtuvo una licenciatura en matemáticas y se graduó con honores en la primavera de 1909. Tenía apenas 14 años de edad.

En el otoño de ese año, ingresó a la escuela de posgrado de la Universidad de Harvard, con la anuencia de su padre (Conway y Siegelman, 2005). Después de un primer año muy difícil y de constantes frustraciones en los laboratorios, decidió cursar un doctorado en filosofía. Consiguió una beca de un año para ir a la Universidad de Cornell, en Ithaca, Nueva York, a donde se mudó con enorme felicidad, pues eso le permitiría alejarse por un tiempo de la gran presión académica que tenía en Harvard y a la vez lo apartaba momentáneamente de la influencia que su padre ejercía sobre él.

Fue precisamente al inicio de sus estudios de filosofía en Cornell cuando se enteró sobre su origen judío, lo que le causó un fuerte conflicto emocional, pues su madre siempre había mostrado una marcada hostilidad hacia los judíos. Al igual que el padre de Norbert,

Bertha Kahn provenía de una familia judía, pero creía que mostrar un comportamiento antisemita era importante para poder subir de estatus social en Estados Unidos. Descubrir que había vivido una mentira no fue algo fácil de asimilar para Norbert, quien, con el tiempo, decidió inclinarse más hacia el humanismo que hacia el judaísmo o cualquier otra religión (Conway y Siegelman, 2005). Este descubrimiento tuvo un efecto tan devastador en él que provocó un mal desempeño en sus estudios, con lo cual perdió su beca y tuvo que regresar a Harvard.

En el tercer año de su doctorado en Harvard, Norbert aprendió sobre la lógica matemática que estaba siendo desarrollada en esa época por los filósofos y matemáticos británicos Alfred North Whitehead y Bertrand Russell, en su famoso libro (contenido en tres volúmenes) *Principia Mathematica*. Wiener logró acoplarse de manera instintiva a este “nuevo realismo” dentro de la filosofía, debido a su formación matemática, y terminó desarrollando su tesis doctoral en torno al libro de Russell y Whitehead.

Wiener logró aprobar sin mayor problema los exámenes escritos requeridos para obtener el doctorado. Su tesis, si bien no resultaba particularmente innovadora, cumplía con los requisitos mínimos para que pudiera graduarse. Pero el problema fue que se puso inusualmente nervioso para los exámenes orales. Su padre tuvo que hablar con él por varias horas para tranquilizarlo. Finalmente, Norbert logró cumplir con todos los requisitos para obtener el doctorado en filosofía y se graduó en la primavera de 1913, a los 18 años de edad (el graduado de doctorado más joven en la historia de Harvard).

Una brillante carrera académica

Tras su graduación, recibió una beca para estudiar en el extranjero, la cual aprovechó para realizar una estancia en la Universidad de Cambridge, en el Reino Unido, donde trabajaría bajo la tutela de Bertrand Russell. Wiener sintió que el ambiente de Cambridge era mucho más agradable que el de Harvard. Lo que no le gustó fue el trato que le daba Russell, de quien recibía reprimendas tan fuertes que hacían ver la disciplina de su padre como un paseo por el parque. Al



Figura 4. Norbert Wiener al graduarse de Harvard.

parecer, a Russell le desagradaba el aire de divinidad que emanaba el niño prodigio de Harvard, pese a que reconocía su gran inteligencia (Conway y Siegelman, 2005). No obstante, Wiener se benefició de esta relación. Por ejemplo, fue Russell quien le mostró el trabajo que había realizado Albert Einstein en varias áreas de la física. Wiener se interesó particularmente en su explicación del movimiento browniano, tema en el que trabajaría posteriormente (Wiener, 1982a).

En contraste con su difícil relación con Russell, Wiener desarrolló una gran admiración por Godfrey Harold Hardy, que en aquel entonces era el mejor matemático puro de Cambridge. Las clases de Hardy le sirvieron para aprender sobre temas de análisis funcional, ecuaciones diferenciales, geometría vectorial y teoría de números. Wiener admiraba la elegancia de las demostraciones de su maestro, así como su conocimiento enciclopédico de las matemáticas, de tal forma que, años después, Wiener agradecería a Hardy y no a Russell por haberlo acercado a los conceptos de ma-

temáticas modernas que le servirían a lo largo de su carrera académica (Wiener, 1982a).

En noviembre de 1913, Wiener escribió bajo la supervisión de Hardy lo que se convertiría en su primer artículo publicado en una revista. Él mismo después lo calificaría de intrascendente, si bien sirvió para dar inicio a lo que se volvería una brillante carrera académica. Su segundo artículo para Hardy, que versaba sobre lógica matemática, constituyó una contribución muy importante para el tema. Poco después, Wiener abandonó su trabajo en lógica matemática y se enfocó hacia otras áreas de las matemáticas.

En la primavera de 1914 viajó a Gotinga, Alemania, para continuar su entrenamiento posdoctoral, debido a que Russell pasaría un semestre en Harvard. Esta estancia marcó para siempre la carrera de Wiener como matemático y como científico. En Gotinga tomó un curso de ecuaciones diferenciales con David Hilbert, que era el matemático alemán más destacado de su época y a quien Wiener describiría como “el verdadero genio universal de las matemáticas” que llegó a conocer.

Siguiendo los consejos de Russell, releyó los artículos de Einstein en alemán y estudió las nuevas teorías atómicas, además de dar los primeros pasos necesarios para comenzar a aplicar sus conocimientos de matemáticas a la solución de problemas prácticos. Fue durante su estancia en Alemania que concibió una idea que podía ser aplicable a una amplia variedad de sistemas lógicos con una gran cantidad de dimensiones. El artículo donde desarrolló esta idea se publicó al año siguiente y sería considerado por Wiener como uno de los mejores trabajos de los inicios de su carrera.

Tras la renovación de su beca, Wiener regresó a Cambridge en una época en que Inglaterra comenzaba a transformarse a consecuencia del inicio de la Primera Guerra Mundial. Aunque pudo permanecer en Cambridge durante el semestre de otoño de 1914, en 1915 la situación empeoró y la universidad tuvo que cerrar. En febrero, Wiener recibió un telegrama de su padre, quien le pedía que regresara urgentemente a Estados Unidos, pues la situación en Europa se estaba agravando (American Mathematical Society, 1966).

A su regreso a Estados Unidos, y siguiendo el consejo de Russell, Wiener continuó su entrenamiento posdoctoral en la Universidad de Columbia, en Nue-



va York, bajo la tutela de John Dewey. Sin embargo, a Wiener no le gustaron las ideas de Dewey ni el ambiente de la universidad, y consideró a este periodo como el “punto más bajo” de su entrenamiento posdoctoral (Wiener, 1982a).

En el otoño de 1915 regresó a Harvard como docente, pero su estilo tan nervioso para dar clases y su forma tan extraña de hablar le impidieron conseguir una plaza permanente en su *alma mater*. Tras un periodo en el que tuvo diversos empleos, como instructor de matemáticas, aprendiz de ingeniero, encargado de cálculos de balística, escritor de artículos para un periódico, e incluso soldado (Conway y Siegelman, 2005; Heims, 1981; American Mathematical Society, 1966), en 1919 finalmente logró conseguir un puesto como instructor en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, por sus siglas en inglés).

El MIT de aquella época contaba con un modesto departamento de matemáticas, cuya única función era enseñar álgebra, trigonometría, geometría y algo de cálculo a los ingenieros civiles, eléctricos y mecánicos que ahí se educaban. Pero Wiener, a sus 24 años de edad, llegó al instituto con la intención de ser algo más que un instructor de matemáticas. Durante su estancia ahí, Wiener no sólo se convirtió en un matemático de fama internacional, sino que tuvo un papel crucial en crear la cultura y tradición matemática a la que esta institución debe la enorme fama y el prestigio internacional de los que goza actualmente.

El primer problema importante que Wiener abordó en el MIT fue el que él llamó “de las olas”. Wiener se interesó por modelar matemáticamente el movimiento tan irregular de las olas. Para ello, comenzó a estudiar el libro *Elementary Principles of Statistical Mechanics*, que Josiah Willard Gibbs había publicado en 1902. Rápidamente vio el enorme potencial de usar la mecánica estadística de Gibbs en la solución de problemas prácticos tales como la trayectoria irregular de los proyectiles. Posteriormente se percató de que el artículo de Einstein sobre el movimiento browniano¹ guardaba

una estrecha relación con el problema de las olas que tanto le intrigaba.

En 1905 Einstein había explicado que el movimiento visible de las partículas en movimiento browniano era el resultado de una enorme cantidad de colisiones que ocurrían a un nivel submicroscópico entre las moléculas más pequeñas que conformaban el fluido mismo. Einstein indicó que esas moléculas estaban en estados de agitación perpetua producidos por la energía innata en toda la materia, y proporcionó los cálculos matemáticos para demostrarlo. Wiener dio el siguiente paso: usó la mecánica estadística para describir y calcular las posibles trayectorias de una sola partícula en movimiento browniano. Con su primer artículo sobre análisis matemático, escrito en 1920, seguido por su principal artículo en torno al movimiento browniano, publicado al año siguiente, develó una intrigante paradoja de la naturaleza. Wiener demostró que todas las trayectorias que siguen las partículas en movimiento browniano son continuas, sin huecos ni saltos, aunque siempre extrañas, desde un punto de vista matemático. Wiener proporcionó la primera evidencia matemática de que las leyes de la probabilidad gobiernan el movimiento browniano; con ello generó un avance sumamente importante en la teoría de la probabilidad, el cual se conocería después como la “medida de Wiener”. La existencia de esta medida permitió a Paul Lévy, Andréi Kolmogórov y a otros matemáticos eminentes, crear la teoría de procesos estocásticos (American Mathematical Society, 1966).

Aunque este logro fue muy importante, no sería el único. En una serie de artículos publicados entre 1923 y 1925, Wiener estudió un problema fundamental en la teoría electrostática. Éste consistía en decidir la forma geométrica que debía tener un conductor eléctrico para llevar una cierta carga fija. Stanislaw Zaremba había demostrado que ciertos conductores con forma de picos son incapaces de llevar carga, y que otros conductores en forma de cono pueden mantener su carga. Wiener describió todas las formas para las cuales ocurren inestabilidades en la conducción de carga y estableció un nuevo marco teórico para toda el área de estudio de la teoría del potencial eléctrico. También demostró que el voltaje en equilibrio está bien definido matemáticamente, sin importar si el conductor es

¹El movimiento browniano se refiere a unas trayectorias muy irregulares y aparentemente aleatorias que siguen las partículas en un líquido en reposo. Su nombre se debe al botánico Robert Brown, quien en 1827 reportó este tipo de movimiento al observar partículas de polen en un microscopio.

o no estable. Posteriormente formuló una nueva prueba, que hoy se conoce como el “criterio de Wiener”, para determinar en qué puntos es discontinuo el voltaje. Una de sus contribuciones más importantes en torno a esta área fue el poder extender la denominada “capacidad electrostática” a formas geométricas arbitrarias (American Mathematical Society, 1966). Para este trabajo usó una versión más elaborada de la integral de Lebesgue (que aprendió de Hardy en Cambridge), la cual es una herramienta estadística empleada para determinar el volumen de formas geométricas extrañas. Durante este periodo, Wiener trabajó también en lo que ahora se conoce como teoría de la distribución o teoría de las funciones generalizadas.

Poco después de su llegada al MIT, varios profesores del departamento de ingeniería eléctrica le preguntaron si podía desarrollar fundamentos teóricos sólidos para el cálculo operacional, desarrollado en la década de 1880 por Oliver Heaviside, cuyas teorías y fórmulas matemáticas hacían posibles las llamadas telefónicas de larga distancia (Conway y Siegelman, 2005). Un problema que preocupaba a los ingenieros eléctricos de la época era el denominado “efecto de tiro”, que ocurría entre corrientes de electrones que se movían a lo largo de alambres de cobre o a través de tubos de vacío, y que causaba ruido en las comunicaciones. Este problema hizo que Wiener estudiara el trabajo realizado por Jean-Baptiste Joseph Fourier a inicios del siglo XIX. Fourier observó que el calor y otras formas de energía electromagnética irradian (igual que el calor) ondas a través del aire y el metal. Fourier propuso una serie de fórmulas matemáticas llamadas “transformadas”, que pueden descomponer cualquier forma de onda compleja en una suma de ondas senoidales (las cuales son regulares). Durante un siglo, nadie había podido encontrar la relación entre el análisis armónico de Fourier y el fenómeno natural que lo inspiró, hasta que Wiener abordó el problema.

Wiener extendió el análisis de Fourier a muchos medios y dimensiones matemáticos en el denominado “análisis armónico generalizado”. Wiener comenzó por considerar ciertos números de autocorrelación que comparan una señal consigo misma, pero tomaba en cuenta un retardo. Este tipo de señales eran precisamente las que podían medirse en la práctica. En vez de

tener que lidiar con la energía total, Wiener consideró la energía promedio de la señal en un intervalo largo de tiempo. Sus nuevas fórmulas resultaron ser aplicables a movimientos de onda continuos de cualquier tipo, e incluso a las más problemáticas ondas discontinuas que producían el llamado “ruido blanco” que tanto preocupaba a los ingenieros eléctricos de la época. Wiener demostró que este ruido blanco podía ser capturado y congelado en el tiempo, medido físicamente y analizado matemáticamente en formas que realmente resultarían útiles a los ingenieros eléctricos. Para realizar este trabajo, Wiener se apoyó en la teoría tauberiana (Conway y Siegelman, 2005; American Mathematical Society, 1966).

El trabajo de Wiener sobre el análisis armónico generalizado comenzó a publicarse a principios de la década de 1920, junto con su trabajo sobre el movimiento browniano y sobre la teoría de la probabilidad. En conjunto, estas tres contribuciones establecieron las bases de la era de la información. Pero Wiener estaba tan adelantado a su época que fue necesario que transcurriera una década más para que su trabajo fuera reconocido y adoptado en aplicaciones prácticas, lo que daría pie al diseño de dispositivos electrónicos de gran precisión.

Durante sus primeros años en el MIT, Wiener siguió viviendo con sus padres, quienes comenzaron a buscarle una esposa mientras desaprobaban a varias de las posibles candidatas que le interesaban a Norbert. Finalmente, conocieron a Marguerite Engemann (a la que después llamarían Margaret), una alemana que había llegado a Estados Unidos a los 14 años de edad y que había estudiado lenguas romances en Radcliffe. Margaret había tomado clases de literatura rusa con Leo Wiener y comenzó a visitar a la familia debido a que su hermano, Herbert, era estudiante de Norbert en el MIT. Pese a que Wiener mostró bastante resistencia a esta relación, en un afán de independizarse de sus padres, finalmente comenzó a salir con Margaret en el invierno de 1921.

Durante los veranos de 1922, 1924 y 1925, Wiener viajó a Europa, donde visitó a sus viejos amigos y comenzó a hacer nuevos contactos. En uno de sus viajes a Francia presentó su trabajo sobre la teoría del potencial eléctrico al mismísimo Henri Lebesgue,



quien lo elogió y le pidió que lo publicara en la revista de la Academia de Ciencias de ese país. En el verano de 1925 impartió una plática en la Universidad de Gotinga, donde ya comenzaba a ser visto como una superestrella de las matemáticas. Wiener habló sobre los métodos de análisis armónico que había desarrollado. Su ponencia despertó un gran interés, pues sus herramientas matemáticas parecían ser aplicables a la mecánica cuántica, que comenzaba a ponerse de moda en Alemania.

En el otoño de 1925, el físico y matemático Max Born visitó el MIT para impartir un curso sobre la nueva física cuántica y para trabajar con Wiener, quien había sido promovido a profesor asistente de matemáticas en el instituto. El artículo que produjeron juntos se volvió una contribución muy notable para el avance de la teoría cuántica, aunque Born confesaría después que no había entendido muy bien lo que Wiener había hecho. Años después, Born recibió el Premio Nobel de Física por su “interpretación estadística de la función de onda” y reconoció formalmente a Wiener



Figura 5. Norbert Wiener con su esposa Margaret (al centro) y sus hijas, Barbara y Margaret.

como un “excelente colaborador” (Conway y Siegelman, 2005).

Wiener fue invitado por Max Born, David Hilbert y Richard Courant a pasar un año (1926) en el departamento de matemáticas de la Universidad de Gotinga, para lo cual contó con una Beca Guggenheim. Para ese entonces, después de cinco años de salir juntos, finalmente se casó con Margaret en marzo de 1926. La pareja engendró dos hijas: Barbara y Margaret.

Wiener también colaboró con un famoso ingeniero eléctrico del MIT: Vannevar Bush. En la década de 1920, Bush se interesó en construir una máquina que pudiera resolver ecuaciones diferenciales. Su diseño, sin embargo, correspondía a una computadora analógica y no a una digital, como las que usamos hoy en día. Al enterarse del trabajo de Bush, Wiener le propuso diseñar una computadora que usara bulbos, una tecnología que estaba cobrando gran popularidad en aquella época. Bush consideró que las ideas de Wiener eran valiosas y puso a su equipo a construir dos máquinas: el denominado “Product Integrator”, diseñado por Bush, y la llamada “Cinema Integrator”, propuesta por Wiener. La computadora de Wiener, inspirada en los televisores, era más sofisticada que la de Bush, pero requería mediciones precisas de los rayos de luz que pasaban por el sistema, lo cual era muy difícil lograr con la tecnología disponible en la época. De tal forma, esta computadora resultó inviable.

Ya a sus 30 años, Wiener comenzó a establecer colaboraciones muy fructíferas que pavimentaron su camino a la fama. En aquellos días colaboró, por ejemplo, con el matemático austriaco Eberhard Hopf, quien llegó a Harvard en 1930 para estudiar mecánica celeste. Juntos desarrollaron las ecuaciones Wiener-Hopf (publicadas en 1932), que permitían resolver las ecuaciones que gobiernan el equilibrio de la radiación de las estrellas. Con los años, éstas fueron ampliamente utilizadas en ingeniería y física.

Pero a Wiener le comenzó a preocupar el hecho de que era más reconocido en Europa y otros continentes que en su propio país, por lo que en algún momento buscó trabajo en Inglaterra y en Australia, aunque sin éxito. Sin embargo, su situación cambió después de la Gran Depresión. En 1932 fue promovido como profesor en el MIT y en 1933 ingresó a la elitista Academia

Nacional de Ciencias. Ese mismo año recibió el Premio Bôcher de parte de la Sociedad Matemática Americana, el cual se otorga cada cinco años por haber realizado el mejor trabajo en análisis matemático en Estados Unidos (American Mathematical Society, 1966).

El origen de la cibernética

En 1933 Wiener conoció a Arturo Rosenblueth, un neurofisiólogo mexicano que en aquel entonces era profesor en la Escuela de Medicina de Harvard. Rosenblueth organizaba una cena mensual en la que se discutían temas científicos. Wiener comenzó a frecuentar estas cenas, y pronto se hicieron buenos amigos. Entusiasmado con la posibilidad de aplicar sus conocimientos de matemáticas a la fisiología, a Wiener le intrigó, sobre todo, la relación entre los sistemas mecánicos y los sistemas fisiológicos, particularmente en relación con la retroalimentación. Wiener estaba fascinado con los mecanismos de retroalimentación no estables. Él y Rosenblueth propusieron modelar ciertos espasmos musculares mediante un ciclo de retroalimentación inestable. Posteriormente, aplicaron estos mismos principios al estudio del corazón. Éstas fueron las ideas fundamentales que dieron pie al desarrollo ulterior de la cibernética.

Durante la década de 1930, Wiener construyó buena parte de los fundamentos de su nueva teoría de las comunicaciones. Además de dos libros, publicó 40 artículos durante estos años. Pero en 1940, con el advenimiento de la Segunda Guerra Mundial y la participación de Estados Unidos en ella, Wiener tuvo que posponer sus muchos proyectos para colaborar con su país. Eligió trabajar en un tema muy desafiante: el diseño del sistema de control de la artillería antiaérea. Los aviones eran ya más sofisticados y resultaba muy difícil para un humano poder apuntarles, por lo que el problema a resolver era uno de predicción (la posición actual de un avión enemigo podía determinarse por medio de un radar, pero debía predecirse su trayectoria futura para poder derribarlo). Wiener propuso un modelo estadístico que permitiera maximizar la probabilidad de éxito de la artillería antiaérea. Un problema fundamental de su modelo fue que si se intenta controlar la acción de un arma siguiendo con mucha fide-



Figura 6. Arturo Rosenblueth y Norbert Wiener en la Ciudad de México.

dad los datos del radar, los errores de medición pueden hacer que el arma oscile de manera errática. Los seres humanos somos buenos para ajustarnos a los errores de medición, pero las máquinas no. Wiener decidió compensar los errores de medición promediándolos, a fin de removerles el ruido. Estas ideas eran muy cercanas a las que desarrolló para estabilizar los ciclos de retroalimentación inestables en los que había trabajado antes.

En 1942 Julian Bigelow, su colaborador más cercano en este proyecto, construyó un prototipo que era capaz de rastrear un avión durante diez segundos y que podía predecir su posición 20 segundos después. Lamentablemente los logros de Wiener y Bigelow llegaron tarde y no pudieron ser usados durante la Segunda Guerra Mundial, aunque esta tecnología se utilizó después de la guerra, no sólo en los aviones sino en los sistemas de comunicación, donde es común que los datos tengan ruido embebido. Las técnicas de Wiener se utilizaron para filtrar este ruido. De hecho, Kolmogórov desarrolló, de manera independiente y al mismo tiempo que Wiener, técnicas similares de filtrado, por lo que puede decirse que ambos propusieron el primer enfoque sistemático para el diseño de filtros (American Mathematical Society, 1966).

Durante varios años, Wiener participó de manera muy activa en una serie de conferencias auspiciadas por la Fundación Josiah Macy Jr., en las cuales compartió sus ideas sobre los procesos de comunicación circular con eminentes científicos de la talla de Warren McCu-



lloch, Rafael Lorente de No, Lawrence Kubie, Gregory Bateson, Margaret Mead y John von Neumann. En estas conferencias, Arturo Rosenblueth hizo ver que los métodos estadísticos desarrollados por Wiener constituirían los fundamentos teóricos para explicar los procesos biológicos de los seres vivos, y sugirió comenzar un revolucionario programa de investigación alrededor de estas ideas.

Con el paso de los años, Wiener maduró muchos de sus planteamientos iniciales y los plasmó en un libro que escribió en un departamento de la Ciudad de México ubicado cerca del Instituto Nacional de Cardiología, donde trabajaba su buen amigo Arturo Rosenblueth, a quien visitaba con frecuencia. Su nueva teoría de la comunicación se originaba desde dos extremos opuestos del universo científico: la ingeniería y la biología, y tocaba áreas tan diversas como los sistemas nerviosos, los dispositivos de cómputo, la información y la entropía. Sólo faltaba ponerle un nombre a esta

nueva ciencia y, para ello, Wiener recurrió a sus conocimientos de griego. La palabra que vino a su mente fue *kubernêtai*, que significa “timonero” (el que controla el timón de un barco). Finalmente, se decidió por usar el término “cibernética” (*cybernetics* es la pronunciación inglesa de la palabra griega original); Wiener pensó que era “la mejor palabra que se le ocurría para expresar el arte y ciencia del control sobre un amplio rango de campos en los que esta noción es aplicable” (Conway y Siegelman, 2005).

Su libro fue muy exitoso e hizo de Wiener una celebridad. Fue reseñado incluso por revistas no científicas, como *Business Week*, y por periódicos de gran prestigio, como *The New York Times*. En 1949 se decidió adoptar la palabra *cibernética* para nombrar las conferencias auspiciadas por la Fundación Macy, y hacia 1950 la nueva ciencia comenzó a aplicarse en Europa. Pronto resultó evidente que ésta proporcionaba una nueva base conceptual y un fundamento práctico para el diseño y la producción de máquinas automáticas y tecnología electrónica, así como para la teoría e investigación de las ciencias duras, las ciencias de la vida e incluso las ciencias sociales (Conway y Siegelman, 2005). Wiener había iniciado una revolución cuyas implicaciones superarían por mucho las expectativas de su creador.

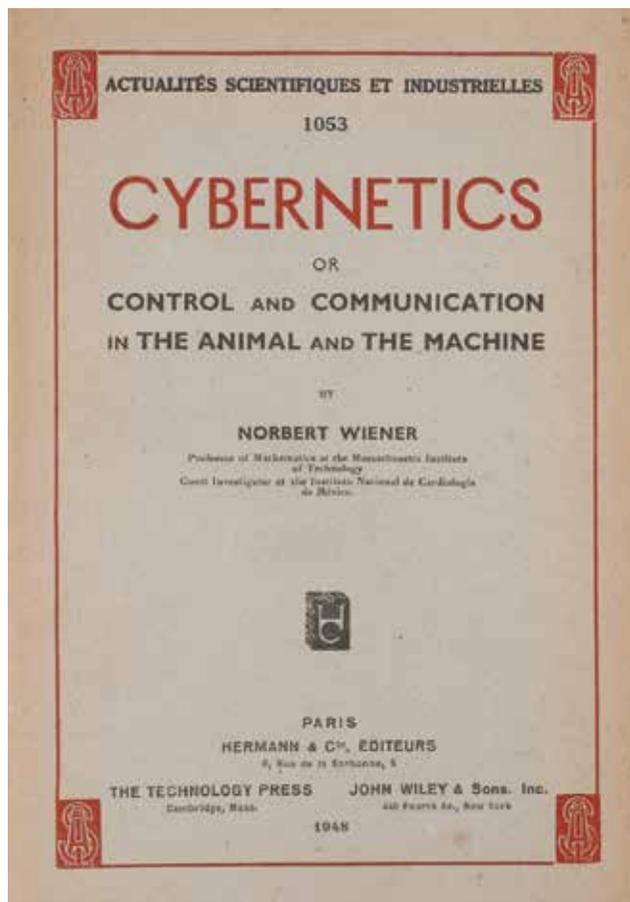


Figura 7. Portada del libro *Cibernética*, escrito por Norbert Wiener.

El científico rebelde

Son incontables las anécdotas que existen sobre Norbert Wiener, cuya figura regordeta y de baja estatura resultaba inconfundible. El férreo sistema educativo de su padre le dejó profundas cicatrices, por lo que el resto de su vida fue una persona insegura que siempre quería saber qué pensaban los demás sobre su trabajo. Además, encarnaba al clásico profesor distraído cuya miopía (que empeoró conforme envejecía) lo hizo protagonizar un gran número de divertidos episodios. Por ejemplo, cuentan que en una ocasión entró al salón equivocado en el MIT e impartió su clase por completo, sin percatarse de ello.

Sus tendencias maniacodepresivas eran también legendarias. Renunció unas 50 veces al departamento de matemáticas del MIT, aunque nunca lo tomaron en serio. La renuncia que sí le fue aceptada fue la que pre-

sentó a la Academia Nacional de Ciencias unos diez años después de haber ingresado, tras presentar una carta donde se inconformó por el aparente manejo político que ésta privilegiaba para el otorgamiento de algunos de sus premios.

Para 1950 Wiener ya era una auténtica celebridad y comenzó a recibir invitaciones frecuentes a distintas partes del mundo para dictar conferencias sobre la cibernética. En 1951 recibió un doctorado *honoris causa* de la Universidad Nacional Autónoma de México (Masani, 1990). Fue también en ese tiempo, mientras se encontraba en Francia, cuando comenzó a escribir su autobiografía (Heims, 1981); aunque luego tuvo muchísimos problemas para publicarla, lo que le provocó una enorme frustración. Adicionalmente, la escritura de su autobiografía causó en él una crisis emocional, al revivir los difíciles momentos con su padre durante la infancia, y tuvo que acudir a un psiquiatra para poder superarla.

Tras el lanzamiento de la bomba atómica, a finales de la Segunda Guerra Mundial, Wiener desarrolló un fuerte sentimiento antibélico que lo hizo negarse a compartir con la *Boeing Aircraft Company* el trabajo que había desarrollado previamente con Bigelow, ya que esta compañía de aeronáutica quería diseñar un sistema automático para guiar misiles. Además, Wiener hizo público su rechazo a esta solicitud, con el argumento de que no estaba dispuesto a que sus conocimientos se usaran para matar seres humanos. Este gesto llamó la atención del gobierno de Estados Unidos, justo en la época de la persecución de comunistas, y tuvo como consecuencia que el FBI lo vigilara durante varios años. Wiener también desarrolló una marcada preocupación acerca de las consecuencias de la automatización que la cibernética acarrearía y plasmó sus ideas al respecto en el libro *The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society* (Wiener, 1954).

Hacia finales de los años 40 y principios de los 50 del siglo XX, la cibernética tuvo un gran auge. En 1950 los franceses crearon el *Cercle d'Études Cybernétiques* (Círculo de Estudios Cibernéticos), que fue la primera asociación científica de su tipo en el mundo. En Italia, Enrico Fermi promovió en 1954 la creación de un seminario sobre cibernética en la Universidad de Roma, y en 1957 se estableció la División de Cibernética en



Figura 8. The Ratio Club, 1952.

el Instituto de Física Teórica de Nápoles. En Inglaterra, un grupo de sicólogos, matemáticos e ingenieros organizó un club interdisciplinario interesado en cibernética, al que denominaron *The Ratio Club*, y entre cuyos miembros se encontraban W. Grey Walter, Alan Turing y W. Ross Ashby. En 1953 James D. Watson y Francis H. C. Crick llegaron a especular sobre la “posible importancia futura de la cibernética a nivel bacterial”, en una carta enviada a la revista *Nature*. En el Instituto Pasteur de París, Jacques Monod y François Jacob plantearon la *Cybernetique Enzymatique*, que redefinió a los organismos y a la vida misma como un “sistema cibernético que gobierna y controla la actividad química en numerosos puntos” (Conway y Siegelman, 2005). La cibernética contribuyó también a establecer las bases de dos nuevos campos del conocimiento que surgieron en la década de 1950: la ciencia cognitiva y la inteligencia artificial.

En 1952, pese a no publicar ningún artículo científico, Wiener logró publicar su autobiografía titulada *Exprodigio: mi infancia y juventud* (Wiener, 1982a), con la editorial Simon & Schuster.

Posteriormente comenzó a colaborar con Walter Rosenblith, un ingeniero austriaco que llegó al MIT, proveniente de Harvard, en 1951. Rosenblith construyó una computadora analógica que aplicaba los métodos estadísticos de Wiener al análisis de las funciones cerebrales. Wiener se entusiasmó mucho con este aparato, pues estaba convencido de que en caso de ser posible analizar las ondas cerebrales, en ellas se encontrarían los secretos de la percepción, la cognición, e incluso la naturaleza misma de la inteligencia. En la segunda edición de su libro *Cibernética* (Wiener, 1965),



Wiener habla sobre este trabajo, el cual plantea como la culminación de la investigación que comenzara con Arturo Rosenblueth una década antes (de hecho, el libro está dedicado a Rosenblueth).

Hacia mediados de la década de 1950, Wiener estaba nuevamente en efervescencia; lo mismo viajaba a la India y a Italia que impartía cursos en la Universidad de California en Los Ángeles. La diferencia era que, esta vez, la edad le había pasado la factura y comenzaba a sentirse exhausto después de cada viaje.

En estos años publicó el segundo volumen de su autobiografía: *Soy un matemático* (Wiener, 1982b). A principios de la década de 1960, Wiener concluyó su último libro de divulgación, titulado *God & Golem, Inc.: A Comment on Certain Points where Cybernetics Impinges on Religion*, el cual fue publicado después. En éste reúne sus preguntas más sensibles en relación con la ética y la moral, que comenzaban a orbitar en torno a las consecuencias que la cibernética traería a la ingeniería, la biología y la sociedad en general. El texto se derivó de una serie de seminarios que impartió en la Universidad de Yale en enero de 1962, en el marco de las Conferencias Terry de “Religión a la luz de la ciencia y la filosofía”, y de una presentación que hizo en un coloquio sobre filosofía de la ciencia, organizado por la *Société Philosophique de Royaumont*, en las afueras de París, en el verano de ese mismo año.

Otro aspecto poco conocido sobre Wiener es que hacia el final de su vida se obsesionó con la reencarnación, tema sobre el que tuvo un gran número de conversaciones con Sami Sarvagatananda, un capellán hindú en el MIT. Al parecer, Wiener estaba convencido de que había sido un niño prodigio debido a que era la reencarnación de un buen matemático, y estaba intrigado por entender la forma en la que el proceso de reencarnación ocurría desde la perspectiva del hinduismo (Conway y Siegelman, 2005).

El final de un exprodigio

En la primavera de 1960, justo después de su cumpleaños 65, las políticas internas del MIT requerían que se jubilara; aunque eso fue un mero formalismo para Wiener. El MIT le organizó una cena de gala para celebrar su retiro y lo nombraron Profesor Emérito.

Sin embargo, eso no le impidió seguir activo en el instituto.

Apenas un mes después de su cena de gala, Wiener fue invitado a la Unión Soviética para impartir una conferencia magistral en el Primer Congreso Internacional de Control y Automatización. Para ese entonces, la cibernética había recibido una entusiasta acogida en la Unión Soviética y Wiener se había convertido en una figura mítica. Para 1960 sus trabajos técnicos habían sido traducidos al ruso, al checo y al polaco. Un año después, el dirigente Nikita Krushchev diría en un discurso que la cibernética era “una de las principales herramientas para la creación de una sociedad comunista” (Conway y Siegelman, 2005).

En septiembre de 1961, Wiener se fracturó la cadera tras resbalar en una escalera. Su recuperación tomó un par de años y marcó el inicio de un grave deterioro en su salud. En 1963, le diagnosticaron diabetes tipo 2; además, comenzó a tener problemas auditivos. Para empeorar la situación, a su esposa le diagnosticaron cáncer de colon, y aunque tuvo una cirugía exitosa, Wiener se angustió mucho ante la posibilidad de perderla.

Sin embargo, 1964 comenzó como un buen año, pues le notificaron que recibiría la Medalla Nacional de Ciencias, el máximo honor al que puede aspirar un científico en Estados Unidos. Recibió la medalla de manos del presidente Lyndon B. Johnson en una ceremonia realizada en la Casa Blanca, en enero de 1964.

En febrero, Wiener retomó su ocupada agenda y viajó a Ámsterdam en compañía de su esposa (ya recuperada de su enfermedad), para fungir como profe-



sor visitante y director honorario de neurocibernética en el Instituto Central de Investigación Cerebral de Holanda. Sin embargo, no bien estuvo instalado en su nueva residencia, tuvo que viajar a los países nórdicos para impartir varias conferencias.

Después de cuatro días en Trondheim, Noruega, llegó a Estocolmo, Suecia, a mediados de marzo, para dictar una ponencia en la Real Academia de Ciencias. Al día siguiente, tras asistir a un almuerzo organizado en su honor, se dirigió al Instituto Real de Tecnología para visitar su recién creado laboratorio de comunicaciones. Al subir las escaleras del instituto, Wiener comenzó a sentirse mal y, repentinamente, se colapsó. Estaba teniendo un infarto, y pronto dejó de respirar. Lo llevaron a un hospital cercano, pero no pudieron hacer nada por salvarlo. El “padre de la cibernética” fue declarado muerto a las 3:30 p. m. del día 18 de marzo de 1964. Tenía 69 años de edad. Su esposa organizó una sencilla ceremonia funeraria en Estocolmo. Su cuerpo fue cremado y sus cenizas fueron trasladadas a Estados Unidos donde, de acuerdo con sus deseos, se depositaron en el cementerio Vittum Hill, en South Tamworth, New Hampshire.

Wiener siguió acumulando logros aun después de su muerte. Su libro de divulgación *God & Golem, Inc.*, publicado de manera póstuma en 1964, obtuvo el premio National Book Award en la categoría de ciencias, filosofía y religión. La Sociedad Matemática Americana y la Sociedad de Matemáticas Industriales y Aplicadas instituyeron el Premio Norbert Wiener en Matemáticas Aplicadas. Asimismo, la Sociedad Americana de Cibernética instituyó la Medalla Norbert Wiener. En 1970, la Unión Astronómica Internacional nombró Wiener a un cráter de más de 370 kilómetros de diámetro, ubicado en la cara oculta de la Luna.

Aunque con el tiempo la cibernética perdió la batalla contra la inteligencia artificial en Estados Unidos, sobre todo en lo que a financiamiento se refiere, y pese a que la rebeldía de Wiener fue castigada con el olvido por parte de su gobierno y sus coterráneos, sus ideas inspiraron la revolución tecnológica que vivimos hoy en día. Wiener no sólo realizó contribuciones de gran

originalidad, sino que fue un visionario que anticipó la miniaturización de las computadoras, la revolución tecnológica y la era de la información que actualmente atestigüamos. Su verdadero legado al desarrollo científico y tecnológico del siglo XXI tal vez nunca sea comprendido en toda su magnitud; pero su papel como protagonista fundamental del mismo es, sin lugar a dudas, incuestionable.

Carlos Artemio Coello Coello obtuvo un doctorado en Ciencias de la Computación por la Universidad Tulane (Estados Unidos) en 1996. Actualmente es investigador titular en el Departamento de Computación del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN). Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel III) y de la Academia Mexicana de Ciencias. Su principal área de interés es la optimización no lineal con el uso de metaheurísticas bioinspiradas.
ccoello@cs.cinvestav.mx

Lecturas recomendadas

- American Mathematical Society (1966), *Bulletin of the American Mathematical Society. Part II, Norbert Wiener 1894-1964*, 72(1).
- Conway, F. y J. Siegelman (2005), *Dark Hero of the Information Age. In Search of Norbert Wiener, The Father of Cybernetics*, Nueva York, Basic Books.
- Heims, S. J. (1981), *John von Neumann and Norbert Wiener. From Mathematics to the Technologies of Life and Death*, Cambridge, The MIT Press.
- Masani, P. R. (1990), *Norbert Wiener 1894-1964*, Basilea, Birkhäuser Verlag.
- Wiener, N. (1954), *The Human Use of Human Beings. Cybernetics and Society*, Boston, Da Capo Press.
- Wiener, N. (1964), *God & Golem, Inc.: A Comment on Certain Points where Cybernetics Impinges on Religion*, Cambridge, The MIT Press.
- Wiener, N. (1965), *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*, 2ª ed., Cambridge, The MIT Press.
- Wiener, N. (1982a), *Exprodigio: mi infancia y juventud*, México, Conacyt.
- Wiener, N. (1982b), *Soy un matemático*, México, Conacyt.