

Linus Pauling...

El químico más importante de este siglo

José Antonio Chamizo*

Él pronunció su conferencia con su habitual talento dramático. Las palabras fluían como si se hubiera dedicado al teatro toda su vida. Una cortina mantuvo oculto su modelo hasta casi el final de la conferencia, momento en que develó con orgullo su última creación. Entonces, con ojos centelleantes, explicó las características de su modelo particularmente hermoso. Esta actuación como todas las suyas, encantó a los estudiantes más jóvenes que se encontraban entre el público. Él era único. La combinación de su prodigiosa inteligencia y su contagiosa sonrisa era invencible.

J. Watson



Figura 1. Linus Pauling a su regreso de Europa en el CalTech.

*Colegio Madrid A.C., y Facultad de Química, UNAM, 04510 México D.F.

Recibido: 5 de septiembre de 1994;

Aceptado: 25 de octubre de 1994.

La vida de Linus Pauling terminó el 19 de agosto de 1994 como principió: en la soledad.

En el curso de su vida publicó más de 600 artículos; fue *Doctor Honoris Causa* de 40 universidades, más de cien millones de jóvenes universitarios de todo el mundo han estudiado en sus libros y ha sido a la fecha el único científico en ganar dos premios Nobel sin compartirlos con otro u otros científicos. Ha sido incluido en la lista de los 20 científicos más grandes de la humanidad, al lado, entre otros, de Einstein, Newton, Pasteur, da Vinci.

Su vida, fue también, prácticamente la de este siglo...

La historia empieza en octubre de 1922, poco tiempo después de finalizada la Primera Guerra Mundial. Linus Pauling, nacido en el vecino estado de Oregon 21 años atrás, entra a estudiar su doctorado en el California Institute of Technology (CalTech) en Pasadena. La decisión de Pauling de ingresar al CalTech se debió a no poder hacerlo a la Universidad de Berkley por una tardanza en el correo, donde investigaba G.N. Lewis, personaje admirado por él como resultado de sus investigaciones sobre el enlace químico. Los profesores del CalTech, A. Noyes (en ese momento director del Departamento de Química) R. G. Dickinson y R. Tolman perfilaron su carrera. El último lo inició en el paradójico sendero de la física teórica, Dickinson le enseñó a trabajar con rayos X e interpretar sus complicados resultados, aprendizaje que fue fundamental para el posterior trabajo de Pauling ya que con él se obtiene información de las distancias y ángulos que guardan entre sí los átomos en las moléculas. Finalmente Noyes —que fue casi una figura paterna para Linus— se aseguró que Pauling fuera fiel a sus primeras decisiones y continuara por el camino de la química, mientras éste oía el canto de las sirenas... de la física.

El California Institute of Technology se estaba convirtiendo en lo que es hoy, uno de los más importantes centros de investigación del mundo. Las discusiones científicas eran permanentes y del más alto nivel, los visitantes eran los más destacados científicos de su momento, todos interesados en el comportamiento de los átomos que era el gran problema a resolver: A. Sommerfeld de Alemania y N. Bohr de Dinamarca —este último

recién laureado en 1922 con el Premio Nobel de Física por su investigación sobre la estructura atómica— y A. Einstein, también merecedor del Premio Nobel de Física por sus investigaciones con luz y electrones un año antes. En el CalTech trabajaba también R. Millikan que obtendría el Premio Nobel de Física en 1923 por su determinación de la carga eléctrica del electrón. Linus Pauling los escuchó, discutió y aprendió de ellos.

En 1925 obtiene su doctorado con *summa cum laude*, que quiere decir “con el mayor honor”. Al año siguiente Pauling y su esposa cruzan el Atlántico en barco hacia Europa una vez que Pauling se hizo merecedor de una beca Guggenheim. En Munich trabaja en el Instituto de Física Teórica que dirigía A. Sommerfeld por poco más de un año, pasando unos meses en el Instituto de N. Bohr en Copenhague, pocas semanas en Zurich con E. Schroedinger, Premio Nobel de Física en 1933 por su mecánica cuántica ondulatoria, y unos días en Londres con W.H. Bragg, Premio Nobel de Física por el análisis de la estructura de los cristales a través de los rayos X. La investigación científica todavía, pero por poco tiempo, se hacía principalmente en Europa. El recién aparecido surrealismo también, al menos hasta que Bretón conoció México. Cerca del final de su viaje Pauling fue invitado a trabajar en el CalTech, donde lo haría por los siguientes 36 años, por lo que aceleró su regreso a casa, al borde del Océano Pacífico. Su estancia europea la había realizado con los más eminentes físicos del momento; con ellos aprendió la nueva mecánica cuántica y, recordando el trabajo de Lewis, la aplicó a la química creando un poderoso lenguaje que hoy en día seguimos utilizando.

En Pasadena utilizó lo aprendido en una serie de investigaciones sobre la estructura de los cristales, de manera que en el verano de 1928 llegó a comprender las relaciones que guardan los átomos y sus iones en una estructura cristalina, publicando el importante artículo “The coordination theory of the structure of ionic crystals” en donde a través de seis reglas (hoy conocidas como reglas de Pauling) se puede analizar una gran cantidad de cristales. Algunas de estas reglas, en las que se aplican principios de física para entender la estructura de los minerales cristalinos, las había usado Bragg pero sin definir las con la precisión que lo hizo Pauling, asunto que desde entonces distanció a Bragg de Pauling. Durante los siguientes 25 años estarían en lados opuestos.

En 1931 Pauling escribió lo que a la larga lo haría famoso en todo el mundo, un artículo de 34 páginas publicado en el *Journal of the American Society*, titulado “The Nature of the Chemical Bond” (La Naturaleza del

[Reprint from the *Journal of the American Chemical Society* 53, 1367 (1931).]

The Nature of the Chemical Bond. Application of Results Obtained from the Quantum Mechanics and from a Theory of Paramagnetic Susceptibility to the Structure of Molecules

By Linus Pauling

Figura 2. Éste es uno de los artículos de investigación más influyentes en la química del presente siglo.

Enlace Químico) en el que se encontraba todo lo que él sabía sobre la estructura de átomos y moléculas, incluyendo su propia investigación y la de otros en las que sostiene, como ya lo había hecho Lewis, que las propiedades de la moléculas dependen de sus enlaces. Sin embargo, hay ahora una nueva explicación del enlace derivada de la mecánica cuántica. A este artículo lo continuarían seis más en los dos años siguientes. John D. Bernal —autor del importante tratado *La ciencia en la historia*, discípulo de Bragg y el primero en demostrar que las proteínas se podían estudiar a través de los rayos X— escribió muchos años después:

Pauling fue el hombre que, más que ningún otro, difundió el conocimiento de la teoría cuántica en los campos de la química clásica... Ya en los primeros años se había convencido de que tenía tal sentido innato de las realidades del cuanto aplicado a la

química, que no necesitaba pensar desviaciones detalladas sino que pensaba en términos cuánticos

Se instala la República Española, L. Armstrong deleita con su personal estilo jazzístico a quien quiera oírlo y las medias de nylon causan furor en el cada día más emancipado "sexo débil". Hitler se hace del poder en Alemania.

En 1931, cuando Pauling tiene 30 años de edad, recibe un premio de la American Chemical Society como el más prometedor joven investigador químico de los Estados Unidos.

En esta década Pauling empieza a trabajar en lo que sería su segundo gran campo de actividad científica, la biología molecular. Esta actividad la realizaría de manera conjunta con su investigación sobre el enlace químico por casi 20 años, aunque tiempo después en una entrevista comentó: "Para 1935 tuve la impresión de que poseía una comprensión esencialmente completa de la naturaleza del enlace químico".

Esta comprensión le sería invaluable en su estudio sistemático de la estructura de las proteínas, las componentes de la piel, el pelo, los músculos, la hemoglobina de la sangre, los anticuerpos, etcétera, macromoléculas que empezaban a estudiarse a través de rayos X debido al trabajo pionero de Bernal.

En 1937 después de la muerte del Dr. Noyes, su guía a través de la química en el Caltech, Pauling fue elegido director del Departamento de Química.

México nacionaliza la industria petrolera, la Guerra Civil Española termina y el fascismo se levanta triunfante en Europa. El primero de septiembre de 1939 el ejército alemán invade Polonia, con lo que se inicia "técnicamente" la Segunda Guerra Mundial con toda su secuela de dolor y muerte. Los Estados Unidos, ajenos todavía de manera directa a la conflagración, disfrutaban de una tensa paz. Ese año el importantísimo artículo que Pauling publicó nueve años atrás "The Nature of the Chemical Bond" con seis ensayos adicionales aparece como libro con el mismo nombre. De tremenda influencia, ha sido traducido a muchos idiomas y hoy se puede decir que al menos dos generaciones de químicos en todo el mundo han aprendido conceptos fundamentales de estructura atómica y molecular (hibridación, resonancia, electronegatividad, etcétera) leyendo y estudiando sus páginas. El libro está dedicado a G.N. Lewis. En los salones de baile la música de Glenn Miller se ejecuta con ausente intensidad.

En agosto de 1945 Alemania ha sido derrotada, fundamentalmente por las tropas soviéticas, las cuales, después de lamentar la pérdida de más de veinte millones de compatriotas, alcanzan Berlín antes que cualquier otro ejército aliado. La guerra, sin embargo, continúa en el Pacífico y en Manchuria contra Japón, hacia donde los aliados dirigen sus fuerzas. El Imperio del Sol Naciente, aislado y en franca retirada en todos sus frentes, está también, prácticamente derrotado.

En este escenario el presidente de los Estados Unidos H.S. Truman decidió darle un escarmiento al cada día más poderoso ejército soviético. Para ello autorizó lanzar sobre las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki las recién preparadas bombas atómicas (por muchos científicos europeos que se comprometieron en esta empresa por el temor de que los nazis lo hicieran antes) de manera que J. Stalin se enterara de la supremacía técnico-militar de los Estados Unidos. El precio del mensaje, entre 70 000 y 80 000 personas quemadas hasta la muerte instantáneamente sólo en Hiroshima...

Cuando el 14 de agosto Japón se rinde incondicionalmente, el mundo y "la ciencia conocen el pecado". En los periódicos aparecen fotografías de las ciudades japonesas destruidas y noticias de miles de personas que mueren o enferman debido a la radiación que permanece en la atmósfera. La familia Pauling, como muchas otras en el mundo, desea olvidar el horror de lo ocurrido. Sin embargo, para Ava Helen Pauling la tragedia ha sido demasiado grande y desde este momento influye de manera decisiva en su marido para evitar que algo semejante vuelva a pasar...

Los Estados Unidos están "seguros" de su supremacía militar hasta que en 1949 la Unión Soviética hace explotar su primera bomba atómica; la carrera armamentista, que nunca ha desaparecido, crece con mayor intensidad. E. Teller, quien participó en el diseño de las bombas atómicas, encabeza para el Pentágono el nuevo proyecto de construcción de bombas de fusión o bombas de hidrógeno, miles de veces más poderosas que las que se tiraron sobre Hiroshima y Nagasaki. Pauling debate con él en la prensa y en la televisión durante los siguientes diez años, particularmente sobre la peligrosidad de la radiación en la atmósfera, negada o disminuida por Teller.

Son los años de la Guerra Fría, lo que hace que cualquier opinión contraria a la oficial no sea bien vista. Mucha gente en el CalTech no quiere a Pauling y más cuando éste empezara años después a reunir firmas a lo largo y ancho de todo el mundo para suspender las explosiones nucleares en la atmósfera. Pauling, fiel a sí

mismo, sigue con su trabajo, ahora en dos frentes, el científico y el ciudadano.

En 1947 escribe un libro de texto para el primer año de universidad titulado *General Chemistry*. Poco antes, regresando a la biología molecular, su segundo gran campo de investigación, se había interesado en la anemia falciforme, enfermedad que causaba en el individuo que la tenía entre otras cosas: obstrucción de los vasos sanguíneos, inflamación de los tejidos blandos, problemas cardíacos y neumonía. Pauling y sus colaboradores demostraron que el origen de la enfermedad estaba en la estructura anormal de la molécula de hemoglobina de los enfermos. Posteriormente se supo que esto era resultado de una mutación genética ocurrida hace siglos en África.

El existencialismo francés, el maoísmo chino y el transistor toman por asalto las golpeadas conciencias de la posguerra.

El interés de Pauling por las proteínas continuaba, interesándose particularmente en la geometría de éstas, una vez que ya se sabía que estaban formadas por aminoácidos que se enlazaban a través de un enlace peptídico. H.F. Judson en su valioso libro *El octavo día de la creación* nos da la pista de uno de sus más importantes descubrimientos:

El método de Pauling consistía en construir modelos, al principio a veces con papel y lápiz, más tarde con representaciones físicas, justamente a escala, de los átomos —rompecabezas tridimensionales abiertos cuyas piezas llevan consigo muchas de las limitaciones de ángulos, longitudes y tamaños. Estos sencillos juguetes fueron una de las notables contribuciones de Pauling a la biología molecular: equivalente a una especie de computadora analógica que incorporaba muchas de las reglas y restricciones físicas a fin de abreviar el inacabable dibujo de reajustes entrelazados.

En 1948, como profesor invitado en Oxford, un día enfermó de resfriado. En la cama después de largas horas de lectura, se puso a “jugar” con papel y lápiz, dibujó cadenas de aminoácidos, para encontrar que la estructura de las proteínas era la de una hélice (llamada hélice alfa) en la que la cadena de aminoácidos se encuentra unida en esta geometría a través de enlaces muy débiles llamados “puentes de hidrógeno”. Dos años más tarde Pauling

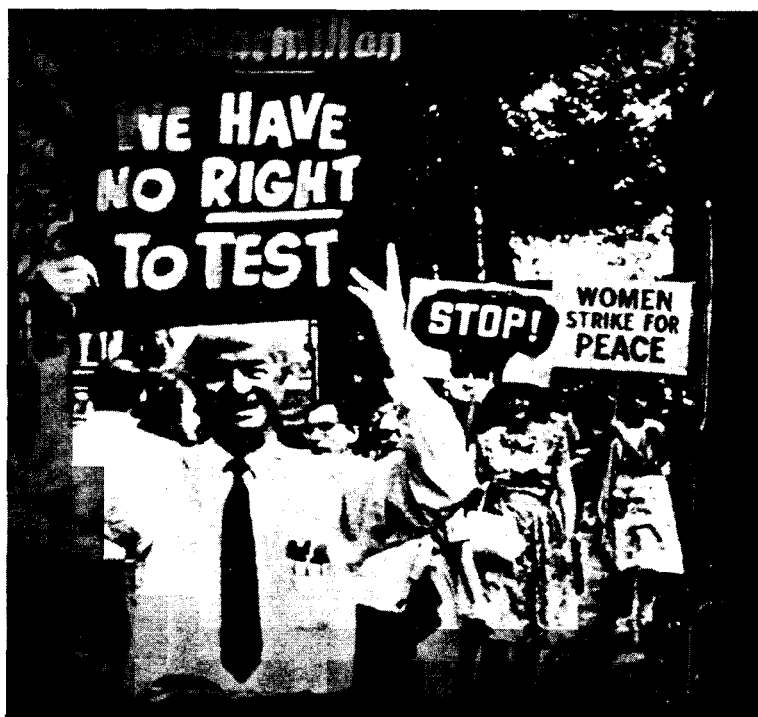


Figura 3. Una de las muchas manifestaciones pacíficas en las que participó Pauling para cancelar las pruebas nucleares a cielo abierto.

y uno de sus más destacados colaboradores, R.B. Corey, publicaron la descripción de la estructura helicoidal de las proteínas, causando el aplauso de la comunidad científica y la congoja de uno de sus pertinaces impugnadores, L. Bragg, entonces profesor en Cambridge, que también se encontraba trabajando en el tema.

En ese momento Pauling y Corey empiezan a trabajar sobre la estructura del ácido desoxirribonucleico, ADN, el responsable de la herencia en todos los seres vivos. Su artículo más importante sobre este tema apareció en febrero de 1953, en el que proponen para esta macromolécula una estructura semejante a la de una cuerda con tres cabos. Pocas semanas después J.D. Watson y F. Crick publicaron la estructura correcta apoyada en fotografías de rayos X obtenidas por R. Franklin y M. Wilkins, en Inglaterra, las mejores obtenidas hasta esa fecha y a las que no obtuvo acceso Pauling porque el gobierno de los Estados Unidos no lo dejaba salir de su país por su postura antibélica.

En mayo de 1952 Pauling había sido invitado a participar en una conferencia internacional que la Royal Society estaba organizando en Londres sobre la estructura de las proteínas. Su petición de un pasaporte en el

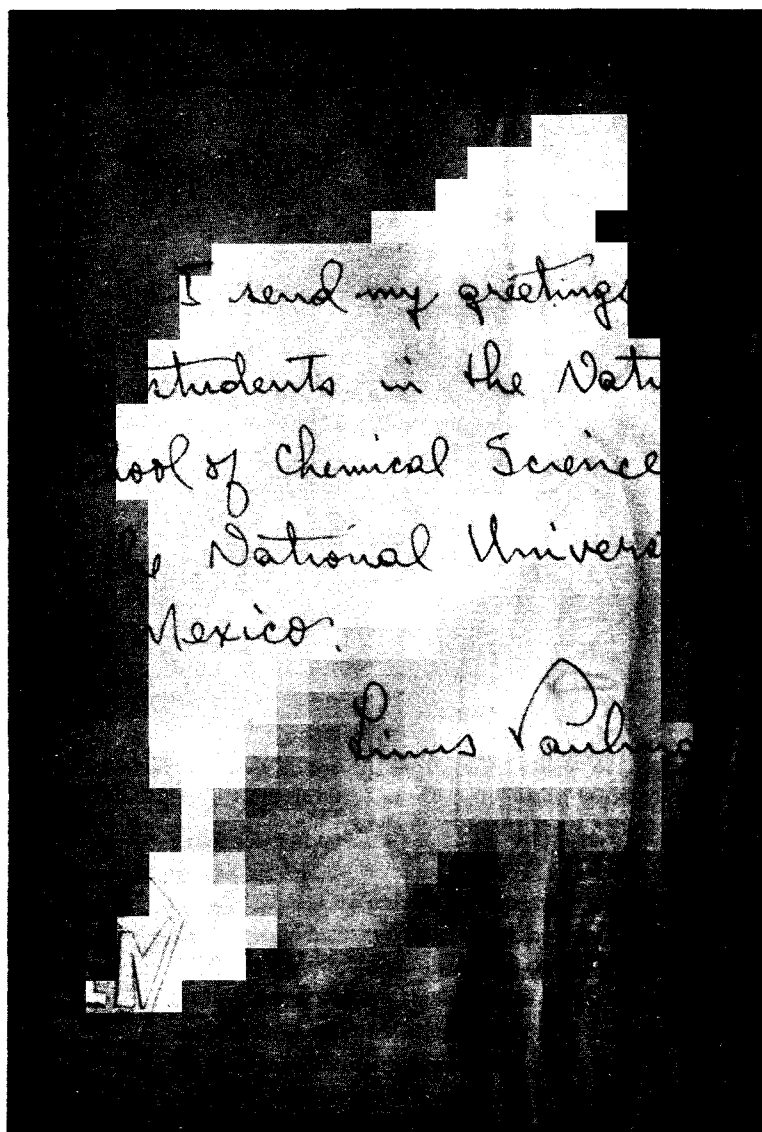


Figura 4. Autógrafo de Pauling a los estudiantes de química de la UNAM.

Departamento de Estado fue negada, diciéndosele que se hacía por "no ser de interés para los Estados Unidos". En ese momento los científicos independientes de las normas políticas establecidas por Washington y su trabajo ¡no eran, desde luego, importantes!

En su famoso libro *La doble hélice*, J. Watson comenta este momento:

Cuando el escándalo llegó a la Royal Society, Francis (Crick) y yo nos encontrábamos ya en Londres.

Aquello parecía increíble. Resultaba mucho más tranquilizador pensar que Linus se había puesto enfermo en el avión que le conducía de Nueva York. La prohibición a uno de los más destacados científicos del mundo de asistir a un congreso carente por completo de todo matiz político habría sido algo que cabía esperar de los rusos. Un científico ruso podría huir fácilmente a la opulencia de Occidente. En cambio, no existía ningún peligro de que Linus deseara huir. Su vida en CalTech le proporcionaba entera satisfacción.

Sin embargo, varios miembros del consejo de gobierno de Cal Tech se habrían sentido muy complacidos si Linus hubiera decidido marcharse. Cada vez que cogían un periódico y veían el nombre de Pauling entre los patrocinadores de una conferencia mundial de paz, hervían de rabia y deseaban que hubiera alguna manera de librar a California meridional de su perniciosa influencia.

Las cosas cambiaron cuando en noviembre de 1954, mientras Pauling dictaba una conferencia sobre la hemoglobina en la Universidad de Cornell, en Nueva York, fue interrumpido por una llamada de teléfono importante. Cuando regresó al salón lleno de expectantes investigadores y alumnos anunció que había recibido el Premio Nobel de Química por sus descubrimientos acerca del enlace químico y la estructura de las moléculas. La algarabía no se hizo esperar. Todo mundo de pie le brindó una estruendosa ovación, en medio de la cual alguien le preguntó si el gobierno le permitiría ir a Suecia a recoger el premio: "No creo que haya algún problema", contestó Pauling. "La Alemania Nazi prohibió a sus científicos ir a Suecia por el premio, pero supongo que los Estados Unidos no lo harán".

En noviembre 26 —dos semanas antes de la ceremonia y tres después de que se hizo público el pronunciamiento de Pauling— el Departamento de Estado le dio su pasaporte, al que siempre tuvo derecho.

El novelista norteamericano E. Hemingway, con sus famosos libros sobre los tiempos de guerra (como *Por quien doblan las campanas*), el equipo de científicos, también norteamericanos, que trabajaban sobre la poliomielitis, y el físico nacionalizado inglés M. Born, que hizo importantes aportaciones a la interpretación de la mecánica cuántica, acompañaron a Pauling en la ceremonia de premiación el 10 de diciembre de 1954. Recibieron del rey de Suecia Gustavo VI, todos ellos, un diploma, una medalla y un cheque por 35 mil dólares y, lo más

importante, el enorme prestigio mundial que el Premio Nobel otorga a sus poseedores.

Cuando años más tarde en una ceremonia semejante se les dio el Premio Nobel de Medicina a Watson, Crick y Wilkins, por su descubrimiento de la estructura helicoidal del ADN, muchos pensaron que también Pauling lo merecía. En palabras del propio Watson:

Más tarde, mientras subía con dificultad la pendiente, me puse a pensar en nuestros anteriores encuentros en Londres. Entonces el ADN era aún un misterio, y nadie estaba seguro de quién lo develaría ni de si, en el caso de que resultara ser tan excitante como casi en secreto creíamos, llegaría a merecerse. Pero la carrera había terminado ya, y como uno de los ganadores sabía que la historia no era sencilla y, desde luego, no como se relataba en los periódicos. El éxito se debía principalmente a cinco personas: Maurice Wilkins, Rosalind Franklin, Linus Pauling, Francis Crick y yo.

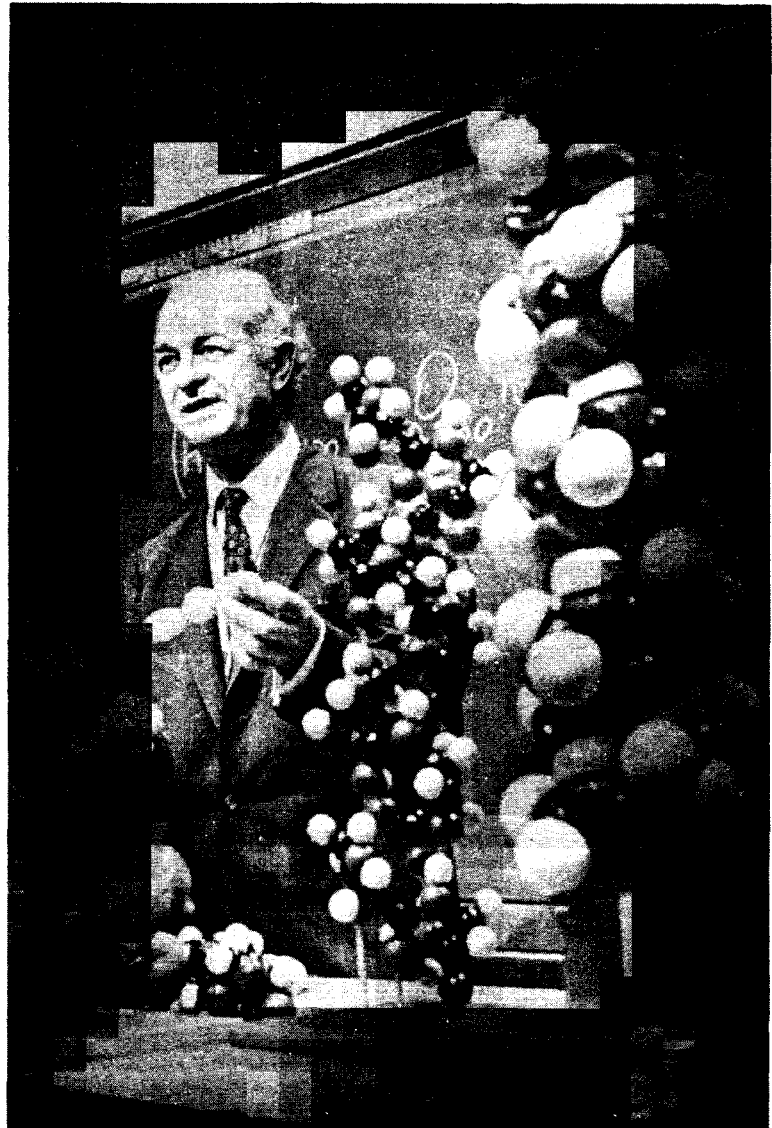


Figura 5. Linus Pauling en una de sus clases.

En mayo de 1957 Pauling, con una agenda siempre llena de compromisos, fue invitado a dar una conferencia con el título de "Ciencia en el Mundo Moderno", para los alumnos de la Universidad Washington en San Luis Missouri. Allí, después de hablar sobre los peligros de las bombas atómicas y de la radiación que producen, le surgió la idea de pedir públicamente la terminación de las pruebas atómicas y conseguir firmas para apoyar su petición, recogiendo allí mismo las primeras. En 1958 renuncia a su puesto de director del Departamento de Química, permaneciendo en el California Institute of Technology como profesor. Ese mismo año publica un nuevo libro titulado *No More War* (¡No más guerra!), dedicado a su esposa.

La presión contra Pauling arrecia, en la medida que su influencia crece. El legado de la "cacería de brujas" que hizo tristemente famoso al senador J. McCarthy en la década de los cincuenta contra políticos, artistas y hombres públicos que se habían distinguido por sus ideas "liberales" encuentra en Pauling un blanco conveniente. Así, en 1960, al final de una reunión en Washington de la Liga Internacional de Mujeres por la Paz y la

Libertad a la que fue invitado, recibió la orden de declarar ante el Comité de Seguridad Interna del Senado acerca de sus peticiones por la paz. Hablar públicamente

El Sputnik y los satélites soviéticos que le siguieron, incluyendo el que llevó a Gagarin al espacio, resultaban una ofensa para el orgulloso gobierno norteamericano. Brasil se inventó Brasilia, su nueva capital y los Beatles, Dylan y Presley el rock. La grabadora magnética se populariza y las grandes computadoras junto con el láser hacen su aparición. Argelia se independiza de Francia.

en favor de la paz se volvía un asunto de Seguridad Interna en los Estados Unidos.

El 10 de octubre de 1963 la Unión Soviética, Inglaterra y los Estados Unidos firmaron el acuerdo que limitaba las pruebas de armas nucleares a cielo abierto. Ese mismo día se le otorgó a Pauling el Premio Nobel de la Paz correspondiente al año anterior 1962, el cual no se había asignado. Se necesitaron seis años de intensa campaña y miles de firmas de científicos (más de 13 000) de personalidades y ciudadanos de todo el mundo para que este acuerdo se firmara. Fue, sin duda, un triunfo de los civiles sobre los militares, de las ideas sobre las armas.

En 1964 Pauling se retira del California Institute of Technology pero continúa investigando y dando clases, primero en la Universidad de California en San Diego y posteriormente en Stanford. Sus intereses científicos se centran en la vitamina C (ácido ascórbico) llegando a la conclusión de que grandes dosis de esta molécula (de uno a cuatro gramos por día) ayudan al cuerpo contra la gripe y otras enfermedades. La publicación en 1970 del libro *Vitamina C, resfriado común y gripe*, causa una importante conmoción en el mundo de la medicina, severamente atacado en el mismo. Pauling había concebido con anterioridad el concepto de medicina ortomolecular en donde "se tratan las enfermedades haciendo variar las concentraciones en el cuerpo humano de sustancias que se hallan presentes en el mismo y que son precisas para la salud". Este concepto le llevó a trabajar sobre el metabolismo de los humanos con mucha precisión y discutir también de psiquiatría ortomolecular.

Allende ha sido asesinado en Chile y Vietnam ha vencido al Pentágono. El reggae nos habla de Jamaica, Mishima del Japón derrotado y García Márquez de Macondo. Las microcomputadoras hacen su aparición.

Dedicado fundamentalmente a investigaciones en medicina ortomolecular, el Instituto de Ciencia y Medicina Linus Pauling abrió sus puertas en 1973, en las afueras de San Francisco. Pauling trabajó allí desde entonces abordando sus temas de siempre, vitamina C y su uso en la cura del cáncer (investigación muy controvertida, aún sin resultados claros), inmunología y funcionamiento de los anestésicos entre otros, sin olvidar el mundo en el que vivía. En una entrevista que le concedió

al periódico *Excelsior*, en 1985 —poco después de haber enviudado— Pauling hablando sobre sus dudas políticas y sus creencias sociales, dijo:

"El mundo necesita un sistema de relaciones internacionales basado en la justicia. Pero, desgraciadamente el gobierno de los Estados Unidos se encuentra más interesado en la explotación de los desvalidos y en la injusticia... el gobierno de Estados Unidos me da miedo"

Pauling continúa trabajando, sin dejar de pelear, escribiendo cartas contra la guerra en la antigua ex Yugoslavia y recientemente, a sus 91 años, un artículo sobre el enlace químico que concluye diciendo:

Durante los últimos años se ha publicado mucha información tanto teórica como experimental acerca de las moléculas, los cristales y sus reacciones. Esta información no ha disminuido el valor del concepto del enlace químico. Estoy satisfecho que en 1992 el enlace químico esté vivo y bien.

En ocasión de los 85 años de Pauling, F. Crick lo bautizó como "el mejor químico del mundo"... hoy, a los pocos meses de la muerte de Pauling, muchos coincidimos con él. ■

Bibliografía

- Bernal J.D. *La ciencia en nuestro tiempo*, UNAM-Nueva Imagen, México, 1979.
- Chamizo J.A. *El químico de sonrisa contagiosa*, Pangea-Conaculta, México, 1994.
- James L.K. *Nobel Laureates in Chemistry*, American Chemical Society, Washington, 1993.
- Judson H.F. *El octavo día de la creación*, CONACyT, México, 1987.
- Mazana J. "Linus Pauling: un gigante de la ciencia del siglo XX", en *Mundo Científico*, 1993, pp. 132, 148.
- Mejido M. *Excelsior*, 9 y 10 de abril, 1985.
- Pauling L. "The Nature of the Chemical Bond", en *J. Chem Ed.*, 1992, 69, 519.
- Rich A. and Davidson N. *Structural Chemistry and Molecular Biology. A volume dedicated to Linus Pauling by his students, colleagues, and friends* W.H. Freeman, San Francisco, 1968.
- Watson J. *La doble hélice*, CONACyT, México, 1981.