

RICHARD P.
FEYNMAN

La FÍSICA de las
PALABRAS

Reflexiones y pensamientos
de uno de los científicos
más importantes del siglo

Traducido de
Michael E.
Feynman



Michelle Feynman

RICHARD P. FEYNMAN. LA FÍSICA DE LAS PALABRAS

Título original: *The Quotable Feynman*

Michelle Feynman, 2015

Traducción: Joandomènec Ros

Para Ava y Marco

Una nota breve sobre las fuentes

De Richard Feynman se ha dicho que era el gran explicador. Este libro de citas caracteriza cómo abordaba mi padre la resolución de problemas científicos, su filosofía y su estilo de comunicación. Agrupadas por temas, estas citas proporcionan un conocimiento más rico y profundo de cómo pensaba, destacan lo que él creía que era importante y proporcionan brillantes ejemplos de cómo se expresaba.

Las fuentes han sido sus muchos trabajos publicados, sus documentos personales, que ocupan catorce grandes archivadores, y docenas de horas de lecciones y conferencias registradas. Varias citas importantes proceden, asimismo, de entrevistas que hizo con Charles Weiner para un proyecto de historia oral para el Instituto Americano de Física entre 1966 y 1973. Yo, personalmente, junto con mis ayudantes de investigación Anisha Cook y Janna Wennberg, que fueron decisivas para dar forma al libro a lo largo del último verano, reunimos miles de citas y después las ordenamos en los veintiséis temas que constituyen este libro.

Aunque ninguna colección de citas extraídas de trabajos escritos, de notas, de correspondencia y de conferencias puede captar completamente la extensa gama de pensamientos de mi padre sobre temas diversos, espero que esta compilación proporcione al lector una idea de su claridad, su humor y su manera única de contemplar el mundo.

MICHELLE FEYNMAN

Prólogo

Si el lector visitara cualquier departamento de física de cualquier universidad del mundo y preguntara a los estudiantes universitarios a qué científico aspiran a parecerse, creo que una mayoría diría Richard Feynman. Einstein podría estar en segundo lugar. Yo diría Feynman.

Richard Feynman fue uno de los más grandes físicos del sigloXX. El premio Nobel que obtuvo en 1965, compartido con Julian Schwinger y Sin-Itiro Tomonaga, le fue concedido por su trabajo en el desarrollo de la teoría de la electrodinámica cuántica, que hasta el momento presente sigue siendo nuestra descripción más precisa de la interacción entre la luz y la materia. No comprenderíamos los átomos sin ella. El nombre de Feynman está más estrechamente relacionado con ella debido a su introducción de los diagramas de Feynman. A todos los físicos que trabajan en el CERN, o en cualquier laboratorio moderno de física de partículas, se les ha enseñado cómo usar los diagramas de Feynman. Son los cimientos de nuestra comprensión del mundo subatómico, que nos permiten calcular qué ocurrirá cuando las partículas colisionan e incluso predecir la existencia de nuevas partículas, como el bosón de Higgs. No puedo imaginar la física de partículas sin estos diagramas, y probablemente hoy en día no existirían sin Feynman; no creo que nadie más hubiera dado con ellos. Una vez nos los han explicado son intuitivamente evidentes, pero uno tiene la sensación de que nunca los hubiera inventado. Este era el genio particular de Richard Feynman: explorar la naturaleza utilizando una especie de magia intuitiva internalizada. Es famoso el resumen que de su manera de abordar los problemas hizo su amigo y colega Hans Bethe: «Existen dos tipos de genios. Los genios ordinarios hacen grandes cosas, pero te dejan bastante margen para que uno crea que podría hacer lo mismo si trabajara lo suficiente. Después están los magos, y uno no tiene ni idea de cómo lo hacen. Feynman era un mago».

La electrodinámica cuántica por sí sola es suficiente para situar firmemente a Feynman entre los grandes, pero hay muchos físicos que han sido galardonados con el premio Nobel cuyos nombres apenas recuerdan los estudiantes universitarios, y mucho menos que los adoren como héroes. Pienso que la razón por la excepcional estima que se tiene a Richard Feynman puede encontrarse en este libro. Es su lógica humilde e incisiva; su aguda precisión, desplegada con humanidad; la maravilla que cataliza el descubrimiento; un profundo amor por la naturaleza y un poderoso deseo de comprender cómo funciona. Cuando leo sus

palabras, que hay que leer con acento de trabajador de Nueva York, oigo la claridad reconfortante de un viejo ingeniero que ha venido a arreglar la fontanería. No hay artificio, ni ofuscación, ningún intento de embaucar o de exagerar su papel; sólo una sensación de que esta persona hará el trabajo con un mínimo de alharaca. Richard Feynman pensaba así de la física. A menudo lo cito en mis libros porque nunca puedo describir mis sentimientos acerca de la física de manera tan clara como él podía hacerlo. Hay una hermosa entrevista que emitió la BBC en 1981, titulada «El placer de descubrir», en la que a Feynman se le pregunta acerca de la posibilidad de descubrir una teoría del todo: una estructura matemática completa que describa toda la naturaleza al nivel más fundamental.

«La gente me pregunta: “¿Está usted buscando las leyes últimas de la física?”. No, no lo hago. Simplemente intento encontrar más cosas sobre el mundo, y si resulta que hay una ley simple y última que lo explica todo, que así sea; sería bonito descubrirla. Si resulta que es como una cebolla con millones de capas y acabamos enfermos y cansados de observar las capas, ¡entonces que así sea! Y por lo tanto, cuando vamos a investigar no deberíamos decidir de antemano qué es lo que intentamos hacer, excepto encontrar más cosas acerca de ello... Mi interés por la ciencia es simplemente descubrir más cosas sobre el mundo».

Esta es, para mí, una descripción perfecta de la ciencia. Si nos deleitamos en lo pequeño, en lugar de adoptar posturas intelectuales fútiles frente a la intrincada e infinita exquisitez de la naturaleza, podremos conseguir algo de progreso. Al leer sus palabras, se oirá una y otra vez este mensaje: «Soy un hombre sencillo, y me gusta pensar detenidamente sobre cosas sencillas». El que habla es un físico real.

Esta simplicidad directa no descartaba ciertamente el lirismo cuando se trataba de describir el proceso de hacer ciencia. Algunas de mis citas favoritas son las que revelan la imagen interior que Feynman tenía del esfuerzo científico: «Vivimos en una época heroica, única y maravillosa de emoción. En las épocas venideras será contemplada con gran envidia. ¿Cómo sería haber vivido en los tiempos en que se estaban descubriendo las leyes fundamentales?». Para emplear un tópico que a veces se arroja contra los científicos, esto se halla impregnado de asombro infantil, y Feynman se encontraba absolutamente cómodo con este cumplido de doble filo. «Odio a los adultos».

Feynman era también un polemista, que hacía uso de su deliberada claridad lingüística para conseguir un potente efecto siempre que tenía la oportunidad. Se me ocurren pocos físicos que pudieran escribir en una clase de introducción al electromagnetismo: «Desde una distancia temporal considerable de la historia de

la humanidad, contemplada desde, pongamos por caso, diez mil años antes del presente, poca duda cabe de que se juzgará que el acontecimiento más importante del sigloXIX fue el descubrimiento por parte de Maxwell de las leyes de la electrodinámica. La guerra civil americana palidecerá hasta una insignificancia provinciana en comparación con este importante acontecimiento científico de la misma década». Me encanta. Lo leo como una bofetada totalmente apropiada a la futilidad de las guerras provincianas, que prefigura el *Pale Blue Dot*^[1] de Carl Sagan, la gran lamentación de la estupidez provinciana humana, escrito tres décadas más tarde: «La Tierra es un escenario muy pequeño en una vasta liza cósmica. Piénsese en los ríos de sangre vertida por todos aquellos generales y emperadores con el fin de que en gloria y triunfo pudieran convertirse en los dueños momentáneos de una fracción de un punto».

Así, pues, en estas páginas el lector captará un atisbo del genio, y leerá los pensamientos de uno de los grandes eruditos de la historia y uno de los mayores científicos que hayan existido nunca. Espero que el lector aprenda muchas cosas, como yo he hecho, y que quizá termine con un poco de curiosidad, asombro, humildad y respeto adicionales por el mundo natural. Una vez dicho esto, «no quiero tomarme este asunto en serio. Pienso que simplemente tendríamos que divertirnos imaginándolo y no preocuparnos por ello».

BRIAN COX

Profesor de Física de Partículas

Universidad de Manchester

Reflexiones sobre Richard Feynman

Parece que existe un insaciable apetito público para sentir una proximidad con la mente y la personalidad gigantes de Richard Feynman. Dicha curiosidad trasciende generaciones, cruza a través de disciplinas y culturas. Más de un cuarto de siglo después de su muerte, sigue vivo en la consciencia pública, sus libros todavía se publican, sus clases legendarias son accesibles vía internet, los científicos continúan forcejeando y enredándose con muchas de las teorías que propuso hace décadas.

¿De dónde proviene, pues, la longevidad de su aura? Sólo puedo ofrecer un atisbo de instantánea.

Hace unas tres décadas, yo solía ver a Richard entre bastidores en los conciertos. Acudía no porque le gustaran particularmente los conciertos de violonchelo, sino porque tocaba su amada hijita, Michelle, y, naturalmente, ¿qué padre amantísimo no querría agrandar a su hija? A veces pasábamos el tiempo en animada charla sobre qué verdad hay en la ciencia y en el arte, y Richard siempre decía: «En ciencia, tienes que demostrarlo». Y después nos entretenía con los relatos de sus aventuras cuando tocaba los bongos. Una vez fuimos a su casa y me enseñó sus bellos dibujos de la figura humana. Nos explicó que su deseo de ir a Tuvá^[2] se originó al jugar a un juego de geografía. Siempre era enérgico y estaba atento y presente.

Uno de mis héroes, en mi juventud, era el gran violonchelista Pau Casals. Me impresionó en particular cuando explicaba que ante todo era un ser humano, después un músico y en tercer lugar un violonchelista. Me sentí igualmente conmovido cuando leí una de las citas de Richard: «No puedes desarrollar una personalidad únicamente con la física; tienes que hacer hueco para el resto de tu vida».

He aquí una pista para la longevidad de Richard Feynman. Sí, fue uno de los grandes físicos de todas las épocas, pero también prestó atención a la vida y al amor, a sus hijos, a su familia, a la sensualidad de la figura humana, a las complejidades primarias de tocar el tambor, a todo su entorno. Al tiempo que prestaba gran atención a los problemas que generamos y a los que nos enfrentamos, también sabía que los humanos son un subconjunto de la naturaleza, y la naturaleza tenía para él la mayor fascinación; porque la imaginación de la

naturaleza es muchísimo mayor que la imaginación del ser humano, y la naturaleza conserva celosamente sus secretos.

Así, para Richard, valían la pena los años de trabajo para extraer algunos de dichos secretos con el fin de transmitirlos al resto de nosotros de la forma más directa y comprensible. Debido a que introdujo toda su vida en su personalidad, podemos identificarnos con su humanidad, y por lo tanto, permanecer a su lado cuando nos hizo participar en el viaje más espectacular de todos, la interminable búsqueda para comprenderlo todo.

¡Con toda seguridad sigue estando usted de broma, señor Feynman!

YO-YO MA

Violonchelista

Prefacio

Mi citable padre

Recientemente cayeron en mis manos algunos de mis cuadernos del instituto y la universidad y encontré en ellos los garabatos que escribía en ellos en horas de clase. A veces divertidos, a veces inspiradores, dolorosos y ocasionalmente molestos, estos retazos de mi vida de hace unos cuantos años me recordaban un momento concreto o una clase particular mucho más rápidamente que las notas que en la actualidad tomo en clase: hay algo muy poderoso en una afirmación concisa. De modo que siempre me han gustado las citas.

Una de mis citas favoritas de mi padre me llegó en una tarjeta de cumpleaños cuando cumplí los 18: «¡Ponte en marcha!», escribió. Cuando leí estas palabras, recuerdo mi reacción: orgullo y emoción, mezclados con una cierta aprensión. También recuerdo que por lo general mi padre no se ocupaba de las trivialidades de las tarjetas de cumpleaños; esto lo dejaba para mi madre, lo que hace que esta cita concreta sea mucho más conmovedora.

Mi padre me dejó sus palabras. Por ellas recuerdo tanto su actitud frente a la vida como su voz, positiva y clara. Era una persona que no se preocupaba de los problemas pequeños. Su consejo en este aspecto (déjalo; déjalo estar) es inspirador:

Y todos hacemos cosas estúpidas, y sabemos que algunas personas hacen más cosas estúpidas que otras, pero es inútil intentar comprobar quién hace un mayor número.

A veces me preguntan qué tipo de padre era, y aunque en ocasiones me burlaba de él porque no recordaba lo que yo consideraba que eran detalles pertinentes de mi vida (edad, escuela, etc.), siempre estaba contento y dispuesto a pasar tiempo conmigo. Quizá tuviera la reputación de no soportar gustosamente a los tontos, pero lo recuerdo como un hombre divertido, enérgico, amable, bromista, paciente. Recuerdo su sabio consejo acerca de encontrar una carrera, muy parecido a una carta que escribió a un estudiante de instituto en 1984:

Es maravilloso que puedas encontrar algo que te guste hacer en tu juventud y que sea lo bastante grande para mantener tu interés a lo largo de toda tu vida adulta. Porque, sea lo que sea, si lo haces lo bastante bien (y lo harás, si realmente

te gusta), la gente te pagará para hacer lo que de todas maneras quieras hacer.

Siempre que leo sus palabras, oigo su voz. Todavía me hace reír pensar que usó el término «cocinar» en su discurso del premio Nobel:

No utilicé nunca toda aquella maquinaria que yo había cocinado para resolver ni un solo problema relativista.

Me encanta el uso que hacía mi padre de expresiones que ya no están en rotación, y me fascina su característico ritmo al hablar. Recuerdo unas cuantas expresiones arcaicas de mi adolescencia: la nevera era la «caja de hielo», ¡por Dios! O bien: «Dan toda la vuelta alrededor del granero de Robin Hood para llegar hasta aquí», para describir un camino con rodeos.

Sé que estaba fascinado con Las Vegas. Incorporaba a sus conferencias relatos de las visitas que hizo a allí. Me encanta especialmente el fragmento siguiente porque era un experto en transgredir las normas gramaticales.^[3] El ritmo establece realmente la escena:

Ejemplo. Estoy en Las Vegas, supongamos. Y conozco a un mentalista o, pongamos por caso, a un hombre que afirma que no puede leer la mente pero que, hablando en términos más técnicos, tiene la capacidad de telequinesis, que quiere decir que puede influir sobre la manera en que las cosas se comportan simplemente mediante el pensamiento. Este tipo se me acerca y dice: «Se lo demostraré. Nos pondremos junto a la ruleta y le diré con antelación si saldrá negro o rojo en cada tirada».

Digamos que creo, antes de empezar, que no supone ninguna diferencia el número que se elija para ello. Resulta que estoy predispuesto contra los mentalistas a partir de la experiencia en la naturaleza, en la física. No veo, si creo que este hombre está compuesto de átomos y si conozco todas (la mayor parte) las maneras en que los átomos interactúan entre sí, ninguna manera directa en que las maquinaciones en la mente puedan afectar a la bola. De modo que debido a otras experiencias y al conocimiento general, albergo un potente prejuicio en contra de los que leen la mente. De un millón a uno.

Ahora empezamos. El mentalista dice que saldrá negro. Y es negro. El mentalista dice que ahora saldrá rojo. Y rojo es. ¿Creo en los mentalistas? No. Puede ocurrir. El mentalista dice que saldrá rojo. Y sale rojo. Sudor. Estoy a punto de aprender algo...

También era revelador ver de qué manera pasaba su tiempo libre. ¿Me sorprendió ver citas que revelaban su afición a trabajar siempre en física? No, realmente. Era un interruptor que él no podía apagar. Recuerdo que siempre parecía estar pensando en la física. Cuando no tenía un bloc de notas, era corriente encontrar ecuaciones en pedazos de papel, incluso en los márgenes del periódico. Incluso cuando era muy joven, recordaba, le fastidiaba que lo apartaran del trabajo.

No conseguía hacer todo lo que quería hacer, porque mi madre me hacía salir continuamente, a jugar.

Esta realmente me hizo reír. Las dos que siguen ejemplifican su actitud abierta y honrada y cómo no había nada que le gustara más que pensar sobre física:

Sin embargo, es un problema interesante, y acostumbro a pasar el tiempo en los aviones intentando resolverlo. Todavía no lo he conseguido.

Debió de ser un día después, aproximadamente, cuando me hallaba tendido en la cama pensando en estas cosas, que imaginé lo que ocurriría si quisiera calcular la función de onda en un intervalo finito posterior.

Siempre me impresionó su humildad:

Padezco la enfermedad que aqueja a todos los profesores; es decir, nunca parece haber tiempo suficiente, e inventé más problemas de los que sin duda podremos hacer, y por lo tanto he procurado acelerar las cosas escribiendo de antemano algunas cosas en la pizarra, con la ilusión que tiene todo profesor: que si habla de más cosas, enseñará más cosas. Desde luego, existe sólo una tasa finita a la que el material puede ser absorbido por la mente humana, pero no respetamos este fenómeno, y a pesar de ello vamos demasiado deprisa.

Recuerdo muchos consejos de mi padre: piensa acerca de un problema de matemáticas para ver si tu respuesta tiene sentido. Trabaja para ser directa y honesta en comunicación. Intenta ser amable y atenta. Date cuenta de que la vida es una aventura emocionante. Encuentra algo que hacer que te guste. Trabaja duro. Y siempre, *siempre*, ¡recuerda tu sentido del humor! No siempre he sido capaz de reírme de mí misma, pero esto era algo en lo que mi padre sobresalía. Recuerdo que una vez se abrió camino fatigosamente por un aeropuerto, arrastrando el equipaje, esforzándose por tomar un vuelo de conexión que lo llevara a casa. Y decía entre dientes: «¡Volar es para los pájaros!»; y, al darse cuenta de lo cierto que

era aquello, soltó una carcajada y recuperó su ecuanimidad. De todos los consejos que dio, quizá su exhortación a recordar el propio sentido del humor es el más crucial. Hacerlo así me ha ayudado a superar momentos difíciles en mi propia vida.

Por extraño que parezca, di con una de las citas de mi padre acerca de *su* padre que resume cómo yo me siento con respecto a *mi* padre:

Al no tener experiencia de muchos padres, no me di cuenta de lo extraordinario que era.

Siempre estaré agradecida a mi padre por haber compartido su vida conmigo, desde los momentos espléndidos, absurdos y alegres, hasta los serios.

MICHELLE FEYNMAN, 2014



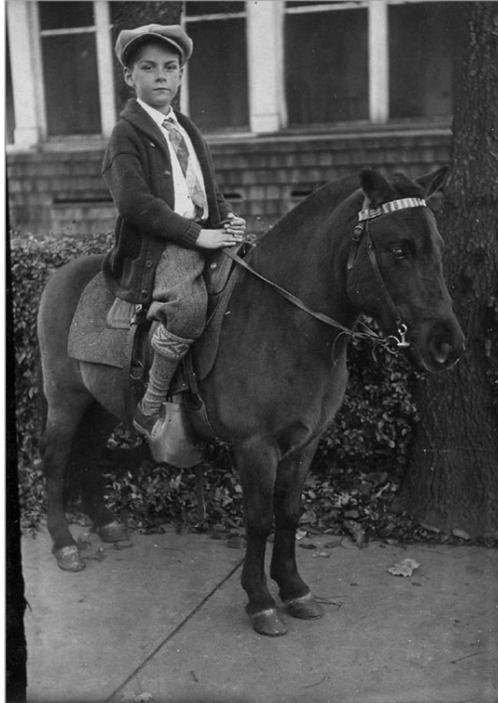
Foto

de Ursula deSwart, cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

Cronología

1918 Nace en Nueva York el 11 de mayo. **1939** Se gradúa en el MIT, inicia los estudios de posgrado en Princeton. **1940-1941** Ayudante de investigación, Universidad de Princeton. **1942** Se doctora en Princeton. **1942** Se casa con Arline Greenbaum. **1943-1945** Trabaja en el Proyecto Manhattan, Los Álamos, Nuevo México. **1945** Arline muere. **1945-1950** Profesor de Física Teórica, Universidad de Cornell. **1950** Profesor visitante en Caltech; pasa un año enseñando en Brasil. **1950-1959** Profesor de Física Teórica en Caltech. **1952** Se casa con Mary Louise Bell. **1954** Obtiene el Premio Albert Einstein. **1956** Se divorcia de Mary Louise. **1959** Imparte la conferencia «Hay mucho espacio en el fondo»; plantea dos retos de la nanotecnología. **1959** Nombrado profesor de la Richard Chase Tolman de Física Teórica, en Caltech. **1960** Se casa con Gweneth Howarth. **1961-1963** Imparte las lecciones de física a estudiantes de primer año en Caltech que se convierten en *The Feynman Lectures on Physics*. **1962** Obtiene el premio E. O. Lawrence. **1962** Nace su hijo, Carl Richard Feynman. **1963** Imparte las conferencias John Danz Lectures que habrían de convertirse en *The Meaning of It All*. **1964** Imparte las conferencias Messenger en la Universidad de Cornell, que se convierten en el texto *The Character of Physical Law*. **1965** Elegido miembro extranjero de la Royal Society. **1965** Obtiene el premio Nobel. **1968** Nace su hija, Michelle Catherine Feynman. **1972** Obtiene la Medalla Oersted por la enseñanza. **1973** Obtiene la Medalla de Oro Niels Bohr Internacional. **1979** Imparte las conferencias *sir Douglas Robb* sobre electrodinámica cuántica en la Universidad de Auckland, Nueva Zelanda, que se convierten en *QED: The Strange Theory of Light and Matter*. **1985** Participa como miembro de la Comisión Presidencial que investiga el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*. **1985** Publica *Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, que permanece catorce semanas en la lista de libros más vendidos del *New York Times*. **1988** Muere en California el 15 de febrero.

Juventud



Cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

No conseguía hacer todo lo que quería hacer, porque mi madre me hacía salir continuamente, a jugar.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*,^[4] p.17

Cuando yo era niño, tenía la idea de que se podía tomar la importancia del problema y multiplicarla por la probabilidad de resolverlo. Usted sabe cómo es un chico de mentalidad técnica: le gusta la idea de optimizarlo todo de alguna manera; si puedes tener la combinación adecuada de estos factores, no te pasarás la vida yendo a ninguna parte con un problema profundo, o resolviendo muchos problemas pequeños que otros podrían resolver igualmente bien.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

No te desesperes ante los libros de texto estándar y aburridos. Simplemente cierra el libro de vez en cuando y piensa en lo que dicen en tus propios términos, como una revelación del espíritu y una maravilla de la naturaleza. Los libros te dan

hechos, pero tu imaginación puede proporcionarte vida. Mi padre me enseñó cómo hacerlo cuando yo era un muchachito sobre sus rodillas, ¡y me leía la *Encyclopaedia Britannica*!

—Carta a Rodney C. Lewis, agosto de 1981 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*,^[5] pp.332-333)

Fui a tomar prestado el libro de cálculo, y la profesora (perdón, la bibliotecaria) me dijo: «Niño, no puedes llevarte este libro. ¿Por qué quieres tomar prestado este libro?». Le dije: «Es para mi padre». De modo que me llevé el libro, e intenté comprender algo. Mi padre miró los primeros párrafos y no podía entenderlos, y esto fue una sorpresa para mí, una pequeña sorpresa, según recuerdo. Fue la primera vez que me di cuenta de que yo podía entender lo que él no podía entender.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Aprendí muy pronto la diferencia entre saber el nombre de algo y saber algo.

—*What Do You Care What Other People Think?*,^[6] p.14

Cuando era un niño y descubrí que el Papá Noel no era real, no me disgusté. Por el contrario, me sentí aliviado porque había un fenómeno mucho más sencillo para explicar de qué manera tantos niños en todo el mundo recibían regalos en la misma noche.

—*Los Angeles Times*, 27 de noviembre de 1994

Cuando yo era joven, lo que llamo el laboratorio era sólo un lugar en el que hacer chapuzas, construir radios y artilugios y fotocélulas y todo eso. Me sorprendí mucho cuando descubrí a qué llaman laboratorio en una universidad. Se trata de un lugar en el que se supone que uno mide cosas de manera muy seria. Nunca medí una maldita cosa en mi laboratorio.

—Entrevista en *Future for Science*

[Sobre su primera charla]: Recuerdo que me levanté para hablar, y en la audiencia había aquellos grandes hombres, y era aterrador. Y todavía puedo ver mis manos cuando saqué mis papeles del sobre en el que los tenía. Temblaban. Tan

pronto como pude sacar mis papeles y empecé a hablar, me ocurrió algo que siempre me ha pasado desde entonces y que es una cosa maravillosa. Si hablo de física, me gusta el tema. Sólo pienso en física, no me importa dónde estoy; no me preocupo por nada, y todo se desarrolla con mucha facilidad.

—Entrevista en *Future for Science*

El momento en que me di cuenta de que ahora estaba trabajando en algo nuevo fue cuando leí algo acerca de la electrodinámica cuántica en aquella época, y leí un libro, y aprendí sobre el tema. Por ejemplo, leí el libro de Dirac, y tenían aquellos problemas que nadie sabía cómo resolver. No pude entender muy bien el libro porque yo no estaba a la altura, pero en el último párrafo, al final mismo del libro, se decía: «¡Aquí se necesitan algunas ideas nuevas!». ¡Y allí estaba yo! Se necesitaban algunas ideas nuevas, de modo que empecé a pensar en ideas nuevas.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

[A uno de sus antiguos profesores de instituto]: Otra cosa que recuerdo que fue muy importante para mí fue aquella vez que me llamaste después de la clase y me dijiste: «Metes mucho ruido en clase». Y continuaste diciendo que entendías la razón, que era que la clase era demasiado aburrida en su totalidad. Después sacaste un libro de detrás de ti y dijiste: «Aquí tienes, lee esto, te lo llevas al fondo de la sala, te sientas allí y lo estudias; cuando sepas todo lo que hay en él, puedes volver a hablar». Y así, en mi clase de física, yo no prestaba atención a lo que ocurría, sino que sólo estudiaba el *Advanced Calculus* de Woods en la parte de atrás de la clase. Fue allí donde aprendí sobre funciones gamma, funciones elípticas y a diferenciar bajo un signo de integral. Un truco en el que me convertí en experto.

—Carta a Abraham Bader, noviembre de 1965 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, pp.176-177)

[La CBS] me preguntó qué pensaba yo del sistema escolar de Nueva York, y yo dije que sólo soy bueno en física y que no conozco el sistema escolar de Nueva York, excepto por la escuela concreta a la que yo fui hace treinta años. Creo que mi instituto era muy bueno. Ofrecía una gran variedad de cursos de ciencia por aquella época: matemáticas avanzadas, física, química y biología. Algunos profesores me proporcionaron estímulo directo, buenos consejos y me enseñaron cosas específicas fuera de los cursos regulares. Me lo pasé muy bien en el instituto.

—Carta a Miriam Cohen, noviembre de 1965

[A su tía]: Es bueno tener noticias de alguien que hace tanto tiempo que me conoce. Has pasado, junto a mi madre, por todas las fases, desde las toallas de baño estropeadas hasta la preocupación de mamá por si yo haría explotar la casa con mi laboratorio.

—Carta a Jesse M. Davidson, diciembre de 1965 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.181)

[Sobre su padre]: Era racional; le gustaba la mente racional y las cosas que pueden comprenderse pensando.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Cuando fui al jardín de infancia, que fue mucho más tarde (yo tenía seis años), tenían una cosa en aquellos tiempos que era el «tejido». Tenían una especie de papel de color: un papel cuadrado con rendijas de un centímetro situadas en paralelo. Y teníamos tiras de papel de un centímetro. Uno era la trama y la otra la urdimbre. Se suponía que teníamos que tejer y producir dibujos que fueran regulares e interesantes. Y aparentemente esto es muy difícil para un niño. Se comentaba en especial mi trabajo; la maestra estaba muy emocionada y sorprendida. Yo producía patrones complejos, correctamente, sin ninguna dificultad, mientras que ello era tan difícil para la mayoría de los niños que esto ya no se hace en el jardín de infancia.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Mi padre me solía llevar al Museo de Historia Natural: este era un lugar magnífico. Contemplábamos los huesos de dinosaurio y cosas como estas... ¡era estupendo!

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

[Sobre su padre, que describía los glaciares]: ¡Lo entendió! Lo que era muy importante acerca de mi padre no son los hechos, sino el proceso: el significado de todo. Cómo lo descubríamos; ¿cuál es la consecuencia de encontrar esta roca? Con una vívida descripción del hielo, ¡que con toda probabilidad no es exactamente

correcta! Quizá la velocidad no era de 25 centímetros al año, sino de tres metros al año; nunca lo supe; él nunca lo supo. Pero no obstante lo describía, de una manera gráfica, y siempre con un algún tipo de lección relacionada. Del tipo: «¿Cómo piensas que descubrimos estas cosas?».

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

[Sobre su hermana, también física]: Nos oía hablar, y me preguntaba, y yo se lo explicaba. En su caso no era tan directo.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Siempre me molestaba mucho si algo iba mal, o si yo me portaba mal; siempre intenté ser un buen chico.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

La aritmética era muy fácil; era demasiado fácil. Por ejemplo, cuando yo tenía diez u once años, un día una profesora anterior me llamó de una clase para una clase previa en la que había estado, para que explicara a la clase cómo hacer la resta. Yo había «inventado» (según decían) una manera mejor de hacer la resta que la que usaban, y que a ella le gustaba. La profesora la había olvidado, de modo que me llamó a la clase para que se la explicara.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

[Sobre su amigo Bernard Walker]: Yo tenía un amigo que estaba tan interesado por la ciencia como yo, de modo que juntos hicimos muchas cosas; yo tenía unos doce años. Estudiábamos juntos, discutíamos juntos, hacíamos experimentos de química.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Yo no era bueno en atletismo. Esto siempre me preocupó: me sentía como una nenaza porque no podía jugar a béisbol. Era para mí, en una edad infantil, un asunto muy serio. Tuve dificultades en aprender a ir en bicicleta... Con cierta

frecuencia, me expulsaban del grupo. Teníamos una cabaña, y cada vez que me expulsaban del grupo yo inventaba alguna cosa, como un periscopio para la cabaña o un diseño para un segundo piso, o alguna otra cosa.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Pusimos ferrocianuro de sodio (¿ferrocianuro de sodio?) o algo, en las toallas, y otra sustancia, una sal de hierro, probablemente alumbre, en el jabón. Cuando se unen, producen tinta azul. De modo que se suponía que íbamos a tomarle el pelo a mi madre, ¿sabe? Se iba a lavar las manos, y después, cuando se las secura, sus manos se volverían azules. Pero no pensamos que la toalla se volvería azul. Esto ocurría en la época de Cedarhurst.^[7] En cualquier caso, mi madre se horrorizó. Gritaba: «¡Dios mío, mis toallas buenas!». Pero siempre cooperaba. Nunca le asustaron estos experimentos.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

[Sobre hervir agua]: Recuerdo que utilizaba las bandejas de revelar, que eran enceradas, de modo que estaban aisladas, ponía agua en ellas y la hacía hervir... y al final contemplaba el fenómeno más hermoso, cuando toda el agua hierve y desaparece, y las últimas gotas de agua quedan, se secan y producen chispas, porque rompen el circuito. Y las chispas se desplazan, porque se rompen aquí, pero el agua fluye, ¿sabe?, y fluye aquí y conecta, y después produce otra chispa aquí, y finalmente, aquellas líneas de sal, y hermosas líneas de chispas amarillas y azules. De hecho, ahora que usted me lo recuerda, pienso que tengo que preparar una y ver qué aspecto tiene, después de todos estos años. Solía hervir agua continuamente con esta cosa.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Tuve muchos problemas, porque recuerdo, mi amigo y yo... el hombre dibujaba en la pizarra (todavía lo recuerdo, ¿sabe?, iba a explicar cómo funciona un sistema de proyección, ¿sabe?, el proyector que forma imágenes en la pared), de modo que dibujó una bombilla, y dibujó una lente y así para explicarlo. Y después dibujó líneas que surgían paralelas de la bombilla, los rayos de luz iban paralelos entre sí. Y así, no recuerdo si fui yo o fue mi amigo, pero uno de nosotros dijo: «Pero esto no puede ser así. Los rayos salen del filamento radialmente, en todas

direcciones». No sé si utilizó el término «radialmente», pero en cualquier caso nos explicamos. Se dio la vuelta y exclamó: «¡Yo digo que van paralelos, de modo que van paralelos!». Bueno, esto no nos sentó nada bien porque yo sabía, con seguridad, que no importara lo que él dijera, los rayos no iban paralelos.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

[Sobre la Gran Depresión]: También estaba la actitud de que uno tenía que hacer algo, trabajar... ¿sabe?, la idea de que esperar y no hacer nada era algo... Había una sensación de algún tipo de responsabilidad para ganar dinero. No puedo explicarlo.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Siempre conservé esta capacidad de trabajar muy rápidamente con las matemáticas, con el fin de librarme de los deberes.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

No sé mucho acerca de la «teoría general de la inteligencia», pero sí que recuerdo que cuando era joven yo era muy parcial. Era ciencia y matemáticas y nada de humanidades (excepto por enamorarme de una maravillosamente inteligente amante del piano, de la poesía, de la literatura, etc.).

—Carta al Dr. William L. McConnell, marzo de 1975 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.281)

Me inspiraron los comentarios en estos libros [de Heitler y Dirac]; no aquellas partes en las que todo se probaba y se demostraba de manera detenida y calculada, porque no podía entenderlas muy bien. A aquella temprana edad lo que yo podía entender eran los comentarios acerca del hecho de que esto no tiene mucho sentido, y todavía puedo recordar la última frase del libro de Dirac: «Parece que aquí se necesitan algunas ideas esencialmente nuevas en física». De modo que la tomé como un reto y una inspiración. También tenía una sensación personal, de que puesto que ellos no obtenían una respuesta satisfactoria al problema que yo quería resolver, yo no tenía que prestar mucha atención a lo que hacían.

—*Nobel Lectures, Physics 1963-1970*, Elsevier, Ámsterdam, 1972

A los trece años me convertí a puntos de vista religiosos no judíos.

—Carta a Tina Levitan, enero de 1967 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.234)

Sabe usted, lo que me ocurrió, lo que ocurrió al resto de nosotros es que empezamos por una buena razón, pero después trabajábamos muy duro para hacer algo, y conseguirlo es un placer, es emocionante.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Familia



Cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

Tengo una casa bonita y acogedora con una buena familia en ella.

—Carta a los profesores Gilberto Bernadini y Luigi A.Radicati (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.209)

Me sorprendió agradablemente su regalo de la hermosa fotografía, que ahora está en mi despacho. Muchas gracias. Cuando llegué a casa con ella y la mostré a mi hijo (que tiene doce años), quedó encantado con ella. Le pregunté qué era, y pasados unos momentos me dijo: «Probablemente un patrón de difracción producido por un láser a partir de un patrón regular de agujeros cuadrados». ¡Podría haberlo matado! ¡Temí preguntarle acerca de la distancia focal del objetivo utilizado!

—Carta a Sheila Sorensen, octubre de 1974

Otra cosa que mi padre me dijo (y que apenas puedo explicar, porque era más una emoción que un relato) fue que la relación entre la circunferencia y el diámetro de todos los círculos era siempre el mismo, con independencia del

tamaño. Esto no parecía ser demasiado discutible, pero la relación tenía alguna propiedad maravillosa. Este número tenía un misterio que yo no acababa de comprender cuando era joven, pero fue una gran cosa, y el resultado fue que yo buscaba pi en todas partes.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

[Acerca de su hijo]: Se me parece mucho, de modo que al menos le he transmitido esta idea de que todo es interesante al menos para alguna otra persona. Desde luego, no sé si esto es una cosa buena o no, ¿sabe?

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

[Consejo a un padre acerca de un hijo]: Los dos (padre e hijo) tendríais que pasear al atardecer y hablar (sin propósito ni rutas) sobre esto y aquello. Porque su padre es un hombre sabio, y pienso que el hijo también es sabio porque tienen las mismas opiniones que yo tenía cuando era un padre y también cuando era un hijo. Desde luego, estas no coinciden siempre, pero la sabiduría más profunda del hombre mayor crecerá a partir de la atención concentrada y enérgica del más joven. Paciencia.

—Carta a V. A. Van Der Hyde, julio de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.415)

[Sobre su hijo]: Habla por los codos. Podría ganar un premio Nobel por hablar.

—*South Shore Record*, 28 de octubre de 1965

Me sorprendió al leer su comentario acerca de mi encuentro con la prensa que no mencionara usted lo guapo y maravilloso que es mi chico. ¿Acaso se trata de modestia?

—Carta al Dr. Richard Pettit, el médico que asistió en el parto de su hijo Carl, noviembre de 1965 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.186)

[Consejo a un padre]: No se enfade demasiado con Mike por su aprobado en física. Yo tuve un aprobado en literatura inglesa. Quizá no hubiera recibido nunca un premio en física si hubiera sido mejor en inglés.

—Carta a Arnold Phillips, noviembre de 1965 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.185)

[Consejo a un padre acerca de un hijo]: Déjalo estar, deja que se dedique a todos los estudios distorsionados que más le interesan. Es verdad, nuestro sistema escolar le dará calificaciones bajas, pero saldrá bien librado. Mucho mejor que saber sólo un poco de muchísimas cosas.

—Carta a V. A. Van Der Hyde, julio de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.415)

He trabajado en innumerables problemas que usted llamaría «modestos», pero con los que disfruté y me sentí muy bien, porque a veces pude tener un éxito parcial.

—Carta a Koichi Mano, febrero de 1966 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.201)

Compramos una nueva autocaravana con la que viajamos por ahí. Nos gusta acampar en el desierto y en estos lugares, y está toda ella decorada con estos diagramas.

—Entrevista en la BBC: «Hablando científicamente», abril de 1976

[Sobre su padre]: Cuando me hice mayor, me llevaba a recorrer los bosques y me mostraba los animales, los pájaros y todo eso. Me contaba acerca de las estrellas y los átomos y todo lo demás. Me contaba qué es lo que tenían de tan interesante. Tenía una actitud hacia el mundo y sobre la manera de observarlo que yo consideraba que era profundamente científica para un hombre que no había tenido una formación científica directa.

—Entrevista en *Future for Science*

Mi padre me había enseñado a venerar pi; a que pi me inspirara respeto y asombro. Le gustaba pi porque había esa extraña proporción y era una cosa muy simple con un círculo.

—Entrevista en *Future for Science*

[Sobre su padre]: Tenía maneras de contemplar las cosas. Acostumbraba a decir: «Supón que fuéramos marcianos y que llegáramos a la Tierra y que viéramos

a estos extraños seres haciendo cosas, ¿qué pensaríamos?». Por ejemplo, decía, pongamos por caso: «Supón que nunca durmiéramos. Somos marcianos, pero tenemos una consciencia que funciona continuamente y encontramos a estos seres que durante ocho horas cada día se detienen, cierran los ojos y se tornan más o menos inertes. Tendríamos una pregunta interesante que plantearles. Les diríamos: “¿Cómo se siente uno al hacer esto continuamente? ¿Qué les ocurre a vuestras ideas? Estáis funcionando muy bien, pensáis claramente... ¿y qué ocurre? ¿Se detienen de golpe vuestras ideas? ¿O bien se hacen cada vez más lentas y se paran, o exactamente cómo desconectáis los pensamientos?”». Posteriormente pensé mucho en esto, e hice experimentos en el instituto para intentar encontrar la respuesta a esto: qué les ocurre a nuestros pensamientos cuando nos vamos a dormir.

—Entrevista en *Future for Science*

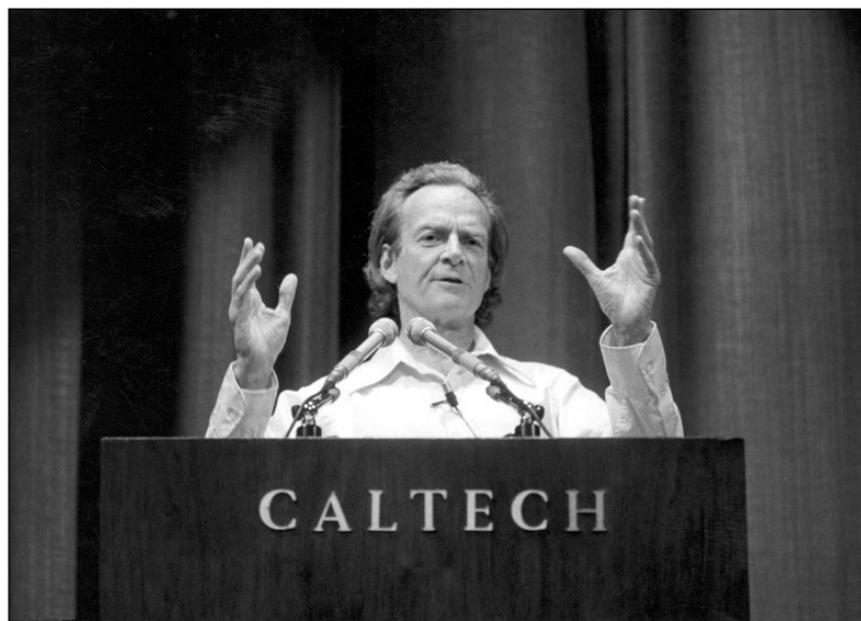
Al no tener experiencia de muchos padres, no me di cuenta de lo extraordinario que era. ¿Cómo aprendió los profundos principios de la ciencia y el amor por ella, qué hay detrás de ella, y por qué vale la pena hacer ciencia?

—*What Do You Care What Other People Think?*, p.14

[Sobre su padre]: Antes de que yo naciera, le dijo a mi madre: «Este chico será un científico». No puedes decir cosas como esta en el ambiente de la liberación de las mujeres de aquella época, pero esto es lo que decían en aquella época. Pero nunca me dijo que fuera un científico. La manera en que lo hizo cuando yo era muy pequeño era explicándome cosas.

—Entrevista en *Future for Science*

Autobiográfica



Impartiendo una clase en el Día del Seminario de Caltech, mayo de 1978.
Cortesía del Instituto de Tecnología de California.

Algunas personas dicen: «¿Cómo puedes vivir sin saber?». No sé qué quieren decir. Yo siempre vivo sin saber. Esto es fácil. Cómo consigues saber es lo que quiero saber.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Recuerdo el trabajo que hice para obtener un diploma real en Princeton y los tipos en la misma plataforma que recibieron diplomas honorarios sin trabajo... y tuve la sensación de que un «diploma honorario» era una devaluación de la idea de un «diploma que confirma que se ha realizado un determinado trabajo». Es como conceder una «licencia honoraria de electricista». Juré que, si por casualidad alguna vez se me ofrecía uno, no lo aceptaría.

—Carta al Dr. George W. Beadle (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.233)

El trabajo que hago no tiene nada de secreto. Es conocido internacionalmente; es transmitido mediante cartas, de ida y vuelta, y mediante

revistas por todo el mundo.

—Entrevista para *Viewpoint*

Por favor, considere que esto no es un asunto de principio fundamental para mí, de modo que si mi dimisión le causa alguna dificultad importante, siéntase libre de ignorar mis preferencias. Pero su bandada contendrá un pájaro muy peculiar, triste y reluciente.

—Carta al Dr. Detlev W. Bronk y a la Academia Nacional de Ciencias, agosto de 1961 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.109)

Es algo muy interesante y revelador coger el periódico de la mañana y leer acerca de uno, en especial si es algo tan bien escrito y elogioso.

—Carta al Dr. Irving S. Bengelsdorf (*Los Angeles Times*), abril de 1967

Yo estuve unos veinte minutos sin hacer nada y después la abrí, ¿sabe?; bueno, la abrí de inmediato para ver que todo era correcto y después me senté allí durante veinte minutos para concederme una buena reputación de que no era demasiado fácil, y no había truco en ello, no había truco. Y después salí, ¿sabe?, sudando un poco, y dije: «Está abierta. Aquí la tienen». Y todo eso.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975, en relación con su afición a abrir cajas fuertes

Con el fin de trabajar duro en algo, has de creer que la respuesta está allí, de modo que excavarás allí con ahínco, ¿de acuerdo? De modo que temporalmente estás predispuesto o influenciado, pero todo el tiempo, en lo más recóndito de tu mente, te estás riendo. Olvide lo que haya oído sobre ciencia sin prejuicio. Aquí, en una entrevista, hablando sobre el Gran Estallido, yo no tengo ningún prejuicio, pero cuando estoy trabajando, tengo muchos.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

[Después de debatir sobre el cálculo de la posición de Venus]: No sé nada de la filosofía de los mayas; tenemos muy poca información debido a la eficiencia de los conquistadores españoles y, bueno, de la mayoría de sus sacerdotes, que quemaron todos los libros. Tenían cientos de miles de libros y han quedado tres. Y uno de ellos tiene estos cálculos de Venus, y así es como lo sabemos. Imagine nuestra civilización reducida a tres libros, los que quedaron por accidente, ¿qué

libros serían?

—«Electrodinámica cuántica: fotones, corpúsculos de luz», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

Soy un tipo anticuado y reacio a realizar actividades.

—Carta a los profesores Gilberto Bernadini y Luigi A. Radicati, febrero de 1966 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.209)

Los viejos amigos deberían decirse lo que están haciendo.

—Carta a Morrie Jacobs, noviembre de 1965 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.179)

Pero de cualquier manera que yo lo hiciera, no me importaba un comino. Sé que no me importaba encontrar de qué manera tuviste que hacerlo, porque me parecía que, si yo iba a hacerlo, iba a hacerlo.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Es interesante que las relaciones humanas, si es que hay una manera independiente de juzgar la verdad, pueden convertirse en no controvertidas.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Pero nunca pensé en la física teórica como un campo que fuera divisible, en aquella época; sólo algo teórico. Porque, ¿sabe?, mis talentos matemáticos habían superado finalmente a mis talentos experimentales. Solía tontear, pero cada vez tonteara menos y hacía más análisis, análisis matemáticos, como estos teoremas y estos artículos, de modo que me estaba convirtiendo en teórico en lugar de experimental.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Pienso que es muy importante resistirse a aceptar demasiados detalles poco importantes y demasiadas necesidades. Se necesita algo de sabiduría y de habilidad para separar el grano de la paja. Pero, si no, tenemos demasiadas cosas en las que pensar y no podemos concentrar nuestra pequeña mente en los problemas.

—Carta a Jim Barclay, enero de 1967

Es difícil trabajar en secreto; hay implicada una especie de esquizofrenia, en el sentido de que uno tiene que recordar qué es lo que sabe que no se le permite decir. Y lo que ocurre es que uno tiene que refrenarse para evitar decir cosas hasta el punto de que parece incoherente en relación con ciertos temas, porque si empiezas a hablar sobre un tema del que oíste que hay algo secreto, temes decir algo acerca de este por miedo a que quizá esta sea una de las cosas que era secreta. De modo que no me gustan los secretos.

—Entrevista para *Viewpoint*

[Sobre los filósofos]: No es la filosofía lo que me molesta, es la pomposidad. ¡Si al menos se rieran de sí mismos!

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979 (*The Pleasure of Finding Things Out*, p.195)

Encuentro que desde el punto de vista psicológico es muy ofensivo juzgar el «mérito» de las personas.

—Carta al Dr. Detlev W. Bronk y a la Academia Nacional de Ciencias, agosto de 1961 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.108)

Mi lamento era que un tipo de intensa belleza que yo veo que la ciencia me proporciona, lo ven muy pocas personas.

—Carta a la esposa de Robert Weiner, octubre de 1967 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.248)

Sospecho que hay mucha gente ingeniosa capaz de tratar, tan bien como yo, los problemas que usted menciona, y que en la actualidad están empleados en cualquier cosa, desde gestor hasta criminal.

—Carta a Jarrold R. Zacharias, Laboratorio de Ciencia e Ingeniería Nuclear (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.82)

Para mí fue una gran conmoción ver que un comité de hombres podía presentar todo un conjunto de ideas, cada uno de ellos pensando en una nueva faceta, al tiempo que recordaba lo que había dicho el otro colega, de modo que, al final, se tomaba la decisión de qué idea era la mejor (recapitulándolo todo) sin

tener que decirlo tres veces. De modo que esto fue una conmoción. Eran realmente hombres muy grandes.

—Sobre su experiencia en el Proyecto Manhattan, «Los Álamos desde abajo», 1976

Me agradó hojear su revista *Science and Children*, pero creo que debo rechazar su invitación para escribir un artículo para la misma. Entiendo que mis talentos son mucho mejores en la línea de bailar y de ser un acompañante que de escribir artículos para una revista de este tipo.

—Carta a Diane Ruth (*Science and Children*), junio de 1966

De modo que tomé la decisión de no ser un miembro de una sociedad honorífica, si sólo era una sociedad honorífica. Si esta maldita cosa hacía algo, entonces todo iría bien.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

[Sobre *Surely You're Joking, Mr. Feynman!*]: Yo le contaba todas estas cosas a un amigo. No había idea alguna de que yo se las contara a nadie más, de modo que no hubo corrección ni preocupación por lo estúpido o inteligente que la cosa parecía o por si yo aparecía en la historia como un egoísta o un idiota. No suponía mucha diferencia. Yo lo conté de la manera como me ocurrió. Después Ralph tuvo la idea de escribirlas, de modo que las arregló un poco e hizo que parecieran como si las hubiera escrito yo.

—«El extraordinario Dr. Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 20 de abril de 1986

Ahora que estoy quemado y nunca lograré nada, he conseguido esta magnífica posición en la universidad, dando clases con las que disfruto, y de la misma manera que me gusta leer *Las mil y una noches* por placer, me dedicaré a jugar con la física, siempre que quiera, sin preocuparme en absoluto por su importancia.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.173

No soy muy bueno en este tipo de espectáculos, pero veamos qué ocurre.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 12, 7 de noviembre de 1961

De alguna manera, yo sabía que iba a ser un científico.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Las cosas no son realmente tan duras; simplemente, es divertido tener aventuras estrafalarias. La vida me apasiona, de modo que algunas veces me ocurren cosas raras.

—Carta a Mary Bowers, noviembre de 1960

A Mulaika le alegrará saber que estoy sentado aquí con uno de los ojos a la funerala más hermosos que yo, al menos, haya visto. Al parecer, los bares en Buffalo son más duros que los chiles y los marineros cerca del Arsenal Naval de Brooklyn.

—Carta a Bert y Mulaika Corben, 1948

Probablemente, fue simplemente el tipo de ocasión que todo el mundo tiene en California, pero a mí me pareció que era especialmente bueno.

—Carta al profesor E. O. Lawrence, julio de 1947 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.76)

A los brasileños les impresionó mi portugués, y de hecho las conferencias se impartieron en el idioma que ellos llamaban el portugués de Feynman.

—Carta al profesor Joe Keller, septiembre de 1949

[En relación con una solicitud para que diera una charla]: ¡Oh!, diablos, nos conocemos bastante bien, lo que quiero decir es que no quiero darla.

—Carta al Dr. Victor F. Weisskopf, abril de 1962

La primera mañana en que llegué en automóvil fue tremendamente impresionante; la belleza del paisaje, para una persona del este que no había viajado mucho, era sensacional. Hay aquellos grandes riscos; probablemente han visto ustedes las imágenes, no entraré en demasiados detalles. Estas cosas se

hallaban a gran altura sobre el altiplano y nos acercábamos desde abajo y veíamos estos grandes riscos y nos sorprendió mucho. Lo más impresionante para mí fue que, a medida que subíamos, dije que quizá todavía había indios que incluso vivían allí, y el chico que conducía el automóvil lo detuvo; detuvo el automóvil y dio la vuelta a la esquina y allí había cuevas indias que se podían inspeccionar.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Me dirigí al lugar de los dormitorios para que me asignaran habitaciones, y me dijeron que podía elegir mi habitación entonces. Intenté elegir una; ¿saben qué hice? Busqué dónde estaba el dormitorio de las chicas y elegí una desde la que podía observarlo. Después descubrí que había un gran árbol que crecía directamente frente a ella.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Bueno, los solteros, y las chicas solteras, la gente que vivía en el dormitorio, sentían que habían de tener una disensión, porque se había promulgado una nueva norma: nada de mujeres en el dormitorio de los hombres, por ejemplo. Bueno, esto es absolutamente ridículo. Todos éramos adultos, desde luego. ¿Qué clase de tontería? De modo que teníamos que emprender una acción política.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

El problema con hacerle una broma a un hombre muy inteligente como el señor Teller es que el tiempo que pasa desde que se da cuenta de que hay algo que no funciona hasta que comprende exactamente qué es lo que ocurrió, es tan condenadamente reducido que no le da a uno ningún placer.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

No puedo olvidar Hawai. Miro mi vieja máscara y mis guantes y anhelo estar de nuevo entre los peces de la bahía de Hanauma.

—Carta al Dr. San Fu Tuan (Universidad de Hawai), septiembre de 1973

Conocí a algunos hombres muy grandes además de los hombres del comité

de evaluación, los hombres que conocí en Los Álamos. Y hay tantos que una de mis grandes experiencias en la vida es haber conocido a todos estos físicos maravillosos.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

No sé nada, pero lo que sí sé es que todo es interesante si uno lo aborda con la suficiente profundidad.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Hay una diferencia entre el nombre de la cosa y lo que ocurre.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Quizá es simplemente que me complace ser peculiar.

—Carta al Dr. Detlev W. Bronk y a la Academia Nacional de Ciencias, agosto de 1961 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.108)

Mi política es mantener el nivel de mi obra publicada.

—Carta a Alladi Ramakrishnan, enero de 1963 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.130)

Por favor, le aseguro que no estoy interesado en propaganda o en persuadir a la gente. Estamos de acuerdo en que sólo debiéramos estar interesados en lo que está bien en ciencia.

—Carta a F. Harrison Stamper, febrero de 1962

Las palabras pueden carecer de significado. Si se usan de manera que no se puedan extraer conclusiones nítidas, como en mi ejemplo de «umf», entonces la proposición que enuncian es casi huera.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Se podría decir que, en el caso de que ustedes empiecen a creer que algunas de las cosas que dije antes son ciertas porque soy un científico y, según el folleto

que tienen, gané algunos premios, etcétera, en lugar de considerar las ideas por sí mismas y juzgarlas directamente; que, en otras palabras, ustedes tienen alguna sensibilidad hacia la autoridad. Esta noche me libraré de esto. Dedico esta conferencia a demostrar lo ridículas que pueden ser algunas conclusiones y lo extrañas que pueden ser algunas afirmaciones que hombres como yo pueden hacer. Por lo tanto, deseo destruir cualquier imagen de autoridad que se haya generado previamente.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

Entre las muchas cosas de las que sé muy poco, una es lo que uno tiene que hacer para prepararse para ser un físico teórico.

—Carta a Eric W. Leuliette, septiembre de 1984 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.369)

Siempre tiene que haber un paralelismo entre un teorema general y un ejemplo especial de aquel tipo. En realidad, personalmente encuentro que la gente es diferente; algunas personas piensan muy bien de manera abstracta; yo, no. Siempre he de disponer de ejemplos para comprender algo la primera vez que lo oigo, y después generalizo a partir de los ejemplos. A otras personas les gusta la cosa general, y después la aplican a una cosa.

—Lección Esalen, «Visión de la realidad desde la mecánica cuántica» (1.^a parte), octubre de 1984

No realicé experimentos, nunca los hice, sólo hacía chapuzas. Construí aparatos de radio y artilugios. Hice chapuzas. Gradualmente, mediante libros y manuales, empecé a descubrir que había fórmulas aplicables a, pongamos por caso, la electricidad y que relacionaban la corriente y la resistencia.

—Conferencia en el 14.^o Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

El resultado de esto es que no puedo recordar el nombre de nadie, y cuando la gente discute sobre física conmigo, a menudo se exasperan cuando dicen: «el efecto Fitz-Gronin», y yo pregunto: «¿Cuál es el efecto?». No puedo recordar el nombre.

—Conferencia en el 14.^o Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Me encanta el tema de la física y mi deseo ha sido intentar compartir las delicias de comprenderla con cualquier mente que fuera capaz de ello, masculina o femenina, y no creo que haya ninguna razón, nunca he creído que haya ninguna razón que sepamos, para que haya diferencia en la capacidad de una u otra persona para comprender la física.

—Discurso de aceptación de la Medalla Oersted, 1972

Lamento ser incapaz de darle una recomendación para una nominación para la Medalla Niels Bohr, pero siempre he hecho un principio de no recomendar nunca a un colega, ni de criticarlo.

—Carta a Bjorn Andersen, febrero de 1976

Un día me convenceré de que hay un tipo determinado de simetría en el que todos creen, y al día siguiente intentaré imaginar las consecuencias de que no es así, y todos se ponen de los nervios menos yo.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

No sé el efecto que tengo. Quizá sea sólo mi carácter; no lo sé. No soy un psicólogo ni un sociólogo, no sé cómo comprender a la gente, yo incluido.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

En el programa dice que esto es una conferencia fundamental. Cuando me enteré de que yo iba a dictar una conferencia fundamental, telefoneé para preguntar «¿Qué significa esto?», y me dijeron que sería la conferencia de después de la cena, y yo dije: «No». De modo que la desplazaron a ahora, pero no cambiaron el título, y no sé qué es una conferencia fundamental. No intento en modo alguno sugerir lo que en este congreso deben ser los temas fundamentales o nada que se le parezca. Tengo mis propias cosas que decir y de qué hablar, y no hay ninguna implicación de que nadie tenga que hablar acerca de la misma cosa ni nada que se le parezca.

—Conferencia en el MIT,^[8] mayo de 1981

Todas estas cosas no las entiendo: cuestiones de envidia, cuestiones profundas; sin embargo, los físicos tienen una manera aturdida de evitar todas estas cosas.

—Conferencia en el MIT, mayo de 1981

Es necesaria alguna forma nueva de pensar, pero los físicos, al ser algo aburridos, sólo contemplan la naturaleza y no saben cómo pensar de estas maneras nuevas.

—Conferencia en el MIT, mayo de 1981

Yo nunca pienso: «Esto es lo que me gusta, y esto es lo que no me gusta»; yo pienso: «Esto es lo que es, y esto es lo que no es», y si me gusta o no me gusta es realmente irrelevante, y lo he sacado de mi pensamiento.

—«Electrodinámica cuántica: fotones, corpúsculos de luz», conferencias *in situ* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

No podré hablar de la manera en que suelo hacerlo porque hablo demasiado deprisa, de manera que tendré que hablar lentamente y no tendré tiempo para decir muchas cosas.

—«Las máquinas computadoras del futuro», Lección Conmemorativa Nishina, agosto de 1985

Les cuentas que algunas personas solían creer en brujas, y desde luego nadie cree en brujas en la actualidad, y preguntas: «¿Cómo podía ser que la gente creyera en brujas?», y después te giras y dices: «¡Oh!, ¿en qué brujas creemos ahora? ¿Qué ceremonias efectuamos? ¡Cada mañana nos cepillamos los dientes! ¿Qué pruebas hay de que cepillarnos los dientes nos sirve de algo con las caries? A medida que la Tierra gira en su órbita, hay un límite entre la luz y la oscuridad, y en dicho límite, toda la gente... está en este límite haciendo el mismo ritual por ninguna buena razón. De la misma manera que en la Edad Media tenían otros rituales, ¡intentad imaginaros esta línea perpetua de gente que se cepilla los dientes que gira alrededor de la Tierra!».

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

El placer de la física, para mí, es que se revela que la verdad es muy notable y asombrosa. Tengo esta enfermedad, y otras muchas personas que han estudiado lo suficiente para empezar a comprender un poco cómo funcionan las cosas se sienten fascinadas por ello, y esta fascinación las guía hasta tal extremo que han sido capaces de convencer a gobiernos para que sigan apoyándolas en esta

investigación que la carrera está realizando.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

He intentado comprender el universo físico de muchas maneras distintas.

—Carta a Richard D. Farley, agosto de 1975

[Respuesta a la sugerencia de un colega de que escribiera una autobiografía]: En realidad, su sugerencia me ha producido una obsesión que espero que muera antes de que me disponga a trabajar.

—Carta al Dr. Erik M. Pell, marzo de 1976

Me causa un enorme placer pensar de forma diferente acerca de las cosas, y me encanta descubrir que le he infectado con el mismo placer.

—Carta al Dr. Frank Potter, julio de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.413)

Me pregunta usted qué pienso acerca de la vida, etc., como si yo poseyera alguna sabiduría. Quizá, por accidente, la tengo (desde luego, no lo sé); todo lo que sé es que tengo opiniones.

—Carta a V. A. Van Der Hyde, julio de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.413)

Gracias por su carta sobre mi entrevista en la KNXT. Tiene usted mucha razón cuando dice que soy un ignorante en relación con la neblina fotoquímica y otras muchas cosas, incluido el uso del inglés más refinado.

—Carta a Raymond Rogers, enero de 1996 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.209)

Existe muchísima intimidación por parte de los intelectuales en un país de gente menos intelectual. Se da en la forma de estudios pomposos y palabras altisonantes para describir ideas que son relativamente sencillas o que tienen muy poco contenido. Si alguien dice que no entiende una de estas ideas, lo suelen menospreciar, lo que tiene que ser duro para quienes no tienen mucha confianza en su propia inteligencia.

—Entrevista en *U. S. News and World Report*, febrero de 1985

Puedo escribir bajo presión. Es la única manera en que realmente puedo escribir.

—«La alegría de la carrera», *The Daily Telegraph*, 5 de julio de 1988

¿Y qué hay de mí? Tuve que venir aquí directamente para dar clases después de que dos hermosas ninfas y sus comandos asistentes me esperaran dispuestas a todo. Fue duro.

—Carta a Mariela Johansen, enero de 1975

Mi esposa y yo pensamos que estoy loco.

—Carta a Mariela Johansen, enero de 1975

Si vas en la misma dirección que todos los demás, tienes toda una multitud de gente a la que tienes que adelantar.

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

Esta gente que durante años ha estado insistiendo, a pesar de todas las pruebas evidentes en contra, en que machos y hembras son igualmente capaces de pensamiento racional, puede que tengan algo de razón.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Decidí quedarme en el Caltech^[9] para siempre. No podía soportar echar en falta a gente corriendo por ahí, todos excitados por los descubrimientos.

—*The Daily Times*, 5 de octubre de 1966

Sé que la fraternidad fue una cosa muy importante en mi vida. Lo sé (quiero decir, en lo que se refiere a cosas sociales) porque, aunque fue difícil hacerlo, me obligó a hacerlo. Es fácil no hacerlo, es alarmante, y es fácil no hacerlo, pero se aseguraron de que yo lo hiciera. Me enseñaron a bailar. De modo que al poco tiempo la confianza llegó con relativa rapidez.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos

de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

[Sobre las clases de inglés]: Sí. No veía la razón por la que tenía que preocuparme por ello entonces. Después de todo, ¿cómo se deletrea algo? Supongamos que cometo una equivocación. (Esta era mi actitud; era la actitud por aquel entonces.) Se comete una equivocación al deletrear. ¿Qué significa? Significa que el maldito lenguaje es irracional. No es más que un método estúpido de deletrear. Un chico tendría que hacer algún progreso. Si estos profesores de inglés se sentaran e imaginaran cómo enderezar la ortografía, en lugar de enseñar esta idiotez continuamente... no tenían ninguna sensación de progreso, ninguna sensación de desarrollo, como las ciencias o alguna cosa.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

[Sobre los cursos en el instituto]: Intento poner énfasis en que mi esfuerzo en humanidades fue siempre imaginar de qué manera podía, empleando la ciencia, librarme de las humanidades. Luché contra ellas hasta las últimas consecuencias.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

No puedo concebir que de la manera como me expresé pudiera producirse antagonismo, sino quizá sólo del hecho de que me expresara.

—Carta a Bill Whitley (KNXT), mayo de 1959 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.101)

El mundo físico era real, y las matemáticas, que me habían cautivado, pero no por sí mismas, realmente; ¿comprende lo que quiero decir? Era fascinante, pero mi corazón real estaba en alguna otra parte. De modo que decidí: tengo que ensuciarme las manos, no puedo soportar estas cosas abstractas. Así que me pasé a la ingeniería eléctrica, porque había algo que era real. Pero entonces, unos meses después, me di cuenta de que había ido demasiado lejos, y que algo intermedio... que la física era el lugar adecuado. De modo que al principio me moví un poco, y terminé con el curso de física.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Fui a una facultad de ciencias, el MIT. Y en la fraternidad, cuando entras por

primera vez, intentan, si piensas que eres listo, evitar que pienses que eres demasiado listo planteándote lo que parecen preguntas sencillas, para intentar que imagines lo que ocurre realmente. Es como entrenarte para la imaginación. Es divertido.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Siempre intenté hacerlo yo, porque había aprendido algo, quizá una idea diferente. Nunca lo busqué.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Sucedió que las notas que yo tomaba en los congresos no fueron nunca demasiado útiles para nada, y ya no tomo muchas notas en los congresos.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Tienes gran cantidad de espacio y no demasiada gente, y parece que esto tendría que ser bueno. En cualquier caso, lo haces, y no olvides que tienes a Rutherford, de modo que es perfecto.

—Sobre la vida en Nueva Zelanda, «Electrodinámica cuántica: fotones, corpúsculos de luz», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, junio de 1979

Sí, escribiré para usted un artículo sobre «energía». Sin embargo, en lugar de la compensación que me propone de 225 dólares más 25 copias de mi contribución, me gustaría recibir una colección completa de la nueva enciclopedia cuando salga publicada.

—Carta a Warren E. Preece (*Encyclopaedia Britannica*), enero de 1970

La gente suele pensar que soy un farsante, pero por lo general soy honesto, de una cierta manera... ¡de tal manera que la gente no suele creerme!

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.41

Mis talentos no incluyen competencia para asesorar en relaciones internacionales.

—Carta a Clarence Streit, enero de 1966

Cualquier teoría vaga que no sea completamente absurda puede ser apañada mediante charlas más vagas en todos los puntos que planteen inconsistencias; y si empezamos a creer en la charla y no en las pruebas, nos hallaremos en un estado lamentable.

—*Feynman Lectures on Gravitation*, p.22

Así que me gradué. Y para graduarme tenía que ponerme un atuendo académico. Y también recuerdo que se burlaban de mí, que Princeton no sabía qué es lo que le esperaba, que Princeton era un lugar elegante, y que yo era simplemente, ¿sabe?, un tipo rudo, y cosas así. No es que realmente me preocupara, pero me lo tomé en serio, que algo había de eso; ¿sabe usted?, Princeton tiene una cierta elegancia. Y yo no era una persona elegante.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Yo me encontraba perfectamente, pero era un tipo rudo, sencillo, en el aspecto social. Pero eso no me preocupaba. Más bien me sentía medianamente orgulloso por ello.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Esto solía preocuparme: ¿qué aspecto tengo, qué parezco? Pero dejé todo esto cuando estuve en el MIT. Probablemente fue lo usual, que crecí, aunque tengo razones, afirmo que lo entiendo un poco en términos de esta lucha, etcétera. Pero en cualquier caso cambié en el MIT, mi personalidad, mi temor a las chicas; mi carácter joven, tímido, temeroso y algo inseguro desapareció.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Creo, aunque no puedo garantizarlo, que la mayor parte de mi educación como estudiante graduado se debió a mi propio estudio, se debió a preocuparme por problemas, a hablar con los amigos, y a muy pocos cursos. Y así es como era en aquellos días.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos

de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Cuando estaba en el MIT, leía mucho. Esto no lo había explicado; olvidé hacerlo. Pasaba mucho tiempo en la biblioteca. Leía libros avanzados. Esta es la manera como aprendía, leía cantidad de temas; tenía gran avidez por leer, estudiar y aprender. Leí sobre la relatividad general, lo aprendí de un libro, y leí mucho sobre mecánica cuántica junto con Welpin,^[10] y todos estos temas, los aprendí leyendo.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Yo tenía una gran fe en esta manera de contemplar el mundo: científica; asegúrate de lo que es la realidad, no te confundas.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Puedo contarle una anécdota divertida; después siempre puede descartarla, ¿sabe? Llegué finalmente a Ithaca a las 2 de la madrugada o pasadas las 12, de noche. Bajé del tren y me cargué mi maleta al hombro, como hacía siempre. Después me dije: «Espera un minuto. Eres un profesor, y tienes que intentar comportarte como tal». Un maletero me preguntó: «¿Puedo llevar su maleta?». «No, la llevo yo mismo». Después me di cuenta: he de empezar a vivir de una manera digna. De modo que dejé que la llevara hasta un taxi, y me senté de manera más bien elegante en el asiento de atrás del taxi, y el tipo me pregunta: «¿Adónde?». Y yo le digo: «Al mayor hotel de la ciudad, por favor».

—Entrevista con Charles Weiner, 27 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

¿Sabe usted?, yo soy un tipo parcial. Entiendo y me gustan las ciencias. Pero hay muchos campos de cosas intelectuales que realmente no me interesan, como la literatura, la psicología, la filosofía, etcétera, a menos que se planteen de una manera muy científica. Soy muy parcial. No soy un tipo muy abierto, sólo soy muy abierto en las ciencias, pero mucho en las ciencias, y limitado.

—Entrevista con Charles Weiner, 27 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

No me gustan los problemas que no son técnicos. No son de mi agrado.

Simplemente, no me siento bien con ellos. De modo que no tengo mucho que hacer con ellos y, por esta razón, nunca he hecho mucha consultoría.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

No quiero decir que no creo en pensar acerca de lo que hago. Hablar de ello es otro asunto. Ya no me gusta hablar de ello.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Se me consultó sobre un problema de seguridad para las plantas de energía nuclear en época de paz. Pensé en diseñar una en la compañía General Electric. Desde luego, la razón por la que me impliqué en ello era porque estuve implicado en la seguridad en Los Álamos. De modo que pensé: tendrías que ayudar si sabes de estas cosas para su uso en los negocios en época de paz.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Soy un hombre muy complicado. Quiero decir que tengo todo tipo de cosas laterales, una cantidad infinita de ellas.

—Entrevista con Charles Weiner, 27 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Bob Wilson vino y dijo que le habían financiado para hacer un trabajo que era secreto, y que se suponía que no iba a contárselo a nadie, pero que iba a contármelo porque sabía que tan pronto como yo supiera qué es lo que iba a hacer, yo comprendería que tendría que aceptarlo.

—«El extraordinario Dr. Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 20 de abril de 1986

Pero lo que yo hice de inmoral, diría, fue no recordar la razón por la que dije que lo haría, de modo que cuando la razón cambió (Alemania estaba derrotada), ni siquiera se me ocurrió que ahora tendría que reconsiderar por qué continuaba haciéndolo. Simplemente, no pensé en ello, ¿de acuerdo?

—BBC, «El placer de descubrir», 1981

La física teórica es una empresa humana, uno de los mayores progresos de los seres humanos; y este deseo perpetuo de probar que las personas que la cultivan son humanos demostrando que hacen otras cosas que también hacen otros seres humanos (como tocar los bongos) me resulta insultante.

—Carta a Tord Pramberg, enero de 1967, en relación con las fotografías de un libro de física en el que aparecía Feynman tocando los bongos (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.230)

¿Sabe usted?, el problema real (tiene usted que apreciar, realmente, todo el tiempo que pasé en estas facultades y por ahí) era la falta de existencias. Quizá esto era bueno, de modo que tenía muchísimo tiempo para preocuparme de cosas elementales antes de que me encontrara inundado por cosas avanzadas. No podía obtener libros. La biblioteca no tenía ningún libro de cálculo. Cuando por fin lo tuvieron, no pasaron una o dos semanas, estoy seguro, hasta que lo tomé prestado: el primer tipo que se lo llevaba. El primer libro de cálculo que hubo en la ciudad.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Esto era también lo que te preocupaba: que las chicas pensaran que eras un afeminado. Estúpido, pero la vida es así.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

No me siento feliz como miembro de una sociedad honoraria que se autoperpetúa.

—Carta al Dr. Detlev W. Bronk y a la Academia Nacional de Ciencias, agosto de 1961 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.108)

Al principio, teníamos secretos terriblemente importantes. Habíamos descubierto cantidad de cosas sobre el uranio, cómo funcionaba, y todo este material estaba en documentos que se guardaban en archivos que estaban hechos de madera y que tenían candados pequeños y ordinarios.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Sí que recuerdo un momento. Yo estaba en pijama, trabajando en el suelo y

completamente rodeado de papeles, llenos de estos diagramas de aspecto divertido de burujos de los que salían líneas. Me dije: ¿no sería divertido que estos diagramas fueran realmente útiles, y otra gente empezara a usarlos, y la *Physical Review* tuviera que imprimir estas ridículas imágenes?

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979, contemplando los diagramas de Feynman

Era radiactivo; era plutonio. Y nos encontrábamos a la puerta de esta habitación hablando de ello. Había un nuevo elemento que el hombre había producido y que nunca antes había existido en la Tierra, excepto posiblemente durante un período muy breve, en el principio mismo.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Debo explicar que por el hecho de que yo sea un científico, ello no significa que no haya tenido contacto con seres humanos. Seres humanos ordinarios. Sé qué aspecto tienen. Me gusta ir a Las Vegas y hablar con las cabareteras, con los jugadores, etcétera. He dado muchos tumbos por la vida, de modo que conozco a gente ordinaria.

—«La época acientífica», serie de conferencias John Danz, 1963

[Cuando se le preguntó si le gustaría leer su obituario preparado]: He decidido que no es una idea muy buena el que un hombre lo lea antes de tiempo; le quita el elemento de sorpresa.

—«El culto de Richard Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 2 de diciembre de 2001

Arte, música y poesía



Cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

La verdad es muchísimo más maravillosa de lo que ningún artista del pasado llegó a imaginar. ¿Por qué no hablan de ello los poetas del presente? ¿Qué clase de hombres son los poetas que pueden hablar de Júpiter si fuera un hombre, pero que si es una inmensa esfera giratoria de metano y amoníaco han de permanecer mudos?

—*Feynman Lectures on Physics*,^[11] vol. 1, pp.3-6

Comprendí finalmente para qué es realmente el arte, al menos en determinados aspectos. Proporciona a alguien, individualmente, placer. ¡Puedes producir algo que a alguien le guste tanto que se sienta deprimido, o que se sienta feliz, debido a la maldita cosa que hiciste! En ciencia, en cierto modo y en líneas generales, no conoces a los individuos que la han apreciado directamente.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.267

Si se quiere decir que esta es una época de ciencia, en el sentido de que en el arte, en la literatura, y en las actitudes y en el pensamiento, etcétera, de la gente la

ciencia desempeña un papel importante, no creo que esta sea en absoluto una época científica.

—«La época acientífica», serie de conferencias John Danz, 1963

Pienso que la mayoría de chicos en el instituto son muy maduros. Porque conozco a mis amigos que estaban en literatura (¿sabe usted?, que escribían) y mis amigos que escribían obras de teatro, y leían las grandes obras de teatro. No leían las obras para niños, ¿sabe? Es lo mismo. Quienquiera que sea bueno en el instituto ya sabe que tiene que dedicarse a las cosas reales.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Tengo un amigo que es artista y a veces manifiesta un punto de vista con el que no estoy muy de acuerdo. Sostiene una flor y dice: «Mira qué bonita es», y estoy de acuerdo. Pero después dice: «En tanto que artista, puedo ver lo bonita que es una flor. Pero tú, como científico, lo desmontas todo, y se convierte en algo apagado». Pienso que está un poco chiflado. En primer lugar, la belleza que él ve está disponible para otra gente, y también para mí, según creo. Aunque quizá yo no sea tan refinado estéticamente como es él, puedo apreciar la belleza de una flor. Pero, al mismo tiempo, puedo ver mucho más en una flor de lo que él ve. Puedo imaginar las células de su interior, que también tienen una belleza. Existe belleza no sólo a la dimensión de un centímetro; también hay belleza a una dimensión menor. Están las complicadas acciones de las células, y otros procesos. El hecho de que los colores de las flores hayan evolucionado con el fin de atraer insectos que las polinicen es interesante; esto significa que los insectos pueden ver los colores. Esto añade una pregunta: este sentido estético que nosotros poseemos, ¿existe también en las formas de vida inferiores? Hay todo tipo de preguntas interesantes que proceden de un conocimiento de la ciencia, y que no hace más que sumarse a la excitación y el misterio y asombro de la flor. No hace más que sumarse. No comprendo cómo puede restar.

—*What Do You Care What Other People Think?*, p.11

Yo deseaba muchísimo aprender a dibujar, por una razón que mantuve para mí: quería transmitir una emoción que tengo acerca de la belleza del mundo.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.261

Los artistas del Renacimiento decían que la primera preocupación del

hombre debiera ser para el hombre, y sin embargo hay otras cosas de interés en el mundo. Incluso los artistas aprecian las puestas de sol, y las olas del océano, y la marcha de las estrellas a través de los cielos. Así, pues, hay alguna razón para hablar a veces de otras cosas.

—*The Character of Physical Law*,^[12] p.13

Para mí, tocar los bongos no ha sido nunca «música» (no leo las notas ni sé nada de música convencional), sólo ha sido divertirme en hacer ruido con ritmo; en ello no hay implicada mucha «inteligencia» en el sentido intelectual.

—Carta al Dr. William L. McConnell, marzo de 1975 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.281)

Lamento no querer enviarle un dibujo, porque mi política ha sido no vendérselos a personas que los quieren porque los ha hecho un físico.

—Carta al Dr. William L. McConnell, marzo de 1975 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.282)

El poema de Auden sólo confirma su falta de respuesta a las maravillas de la naturaleza, porque él mismo dice que quisiera saber más claramente «para qué queremos el conocimiento». Lo queremos para que podamos amar más a la naturaleza.

—Carta a la esposa de Robert Weiner, octubre de 1967 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.248)

Y la vulgaridad de nuestra época, tan lamentada, es una vulgaridad que sólo puede ser paliada por el arte, y con seguridad no por la ciencia sin arte. El arte y la poesía pueden recordar a la mente la belleza, y hacer gradualmente que la vida sea más hermosa.

—Carta a la esposa de Robert Weiner, octubre de 1967 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.248)

Nunca había pensado en esta idea de que muchos puntos de vista posibles no obviamente equivalentes sean también una señal de grandeza en el arte.

—Carta a Jay A. Young, agosto de 1966

El valor de la ciencia sigue sin ser cantado por los cantantes, de modo que nos vemos reducidos a escuchar... no una canción o un poema, sino una conferencia vespertina sobre ella. Esta no es todavía una época científica.

—«El valor de la ciencia», diciembre de 1955

El hecho de que yo golpee un tambor no tiene nada que ver con el hecho de que haga física teórica.

—Carta a Tord Pramberg, enero de 1967, en relación con las fotografías de un libro de física en el que aparecía Feynman tocando los bongos (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.230)

[Sobre el trabajo del premio Nobel]: Es cierto que la mayor parte de trabajo se hizo en la atmósfera tranquila y pacífica en Telluride,^[13] una quietud y paz que yo intentaba disipar continuamente mediante ritmos de la jungla.

—Carta a Erik M. Pell, noviembre de 1965

La mente humana, cuando evolucionó, lo hizo a partir de un animal, y evoluciona de tal manera que es como una nueva herramienta, en el sentido de que tiene sus enfermedades y sus dificultades. Tiene sus problemas, y uno de los problemas es que resulta contaminada por sus propias supersticiones y se confunde, y que el descubrimiento se hace finalmente de una manera que la mantenga más o menos en línea, de modo que pueda hacer un poco de progreso en una determinada dirección en lugar de girar en círculo y meterse en un agujero.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Naturaleza



Cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

Los poetas dicen que la ciencia hurta la belleza de las estrellas, meros pegotes de átomos de gas. También yo puedo ver las estrellas en una noche en el desierto, y sentirlas. Pero ¿veo menos o más? La vastedad de los cielos despliega mi imaginación: fijo en este tiovivo, mi pequeño ojo puede captar la luz de un millón de años de antigüedad. Un patrón enorme, del que yo formo parte... ¿Cuál es el patrón, o el significado, o el porqué? No hace ningún daño al misterio saber un poco más sobre este.

—*Feynman Lectures on Physics*, vol. 1, pp.3-10

El propósito de mis observaciones sobre los poetas no pretendía ser una queja de que los poetas modernos no muestran interés por la física moderna, sino que no demuestran apreciación emocional para aquellos aspectos de la naturaleza que han sido revelados en los últimos cuatrocientos años.

—Carta a la esposa de Robert Weiner, octubre de 1967 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.248)

Los físicos intentan descubrir cómo se comporta la naturaleza.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Si observamos desde la física, que desde luego es el centro del universo, y vemos lo que nos rodea...

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 3, 3 de octubre de 1961

Si alguien quisiera quemar un diamante en el aire, podría hacerlo... pero sería una especie de bobo.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 1, 26 de septiembre de 1961

Pero ilustra que, si metemos la pata de manera suficiente en la geometría, es posible que toda la gravitación esté relacionada de alguna manera con pseudofuerzas.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 12, 7 de noviembre de 1961

A pequeña escala, las cosas no se comportan en absoluto como a una escala grande. Esto es lo que hace que la física sea difícil, y muy interesante.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 2, 29 de septiembre de 1961

La naturaleza, por cierto, parece estar diseñada de tal manera que las cosas más importantes del mundo real resultan ser un tipo de resultados accidentales complicados de un montón de leyes.

—*The Character of Physical Law*, p.122

Hay el valor de la visión del mundo creada por la ciencia. Hay la belleza y la maravilla del mundo que se descubre mediante los resultados de estas nuevas experiencias.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

El núcleo es muy pequeño. El átomo tiene un diámetro de 10^{-8} cm, y el núcleo tiene un diámetro de 10^{-13} cm. ¿Qué significa esto? Si tenemos un átomo y queremos ver el núcleo, tendríamos que expandirlo, agrandararlo, de manera que todo el átomo tuviera el tamaño de esta sala y entonces el núcleo sería una simple mota que apenas podríamos discernir a simple vista, con un diámetro de 1/50 centímetros.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 2, 29 de septiembre de 1961

La vida está muy cercana a la vida. La universalidad de la química profunda de los seres vivos es de hecho una cosa fantástica y hermosa. Y durante todo el tiempo los seres humanos hemos sido demasiado orgullosos para reconocer nuestro parentesco con los animales.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Es fácil demostrar que si la naturaleza fuera no relativista, entonces si las cosas se iniciaran de esta manera sería de esta manera para toda la eternidad, y de este modo el problema se remontaría hasta la misma Creación, y sólo Dios sabe cómo se hizo aquello.

—Lecciones Conmemorativas Dirac, «La razón para las antipartículas», 1986

Para una tecnología de éxito, la realidad ha de tener prioridad ante las relaciones públicas, porque no se puede engañar a la naturaleza.

—Informe de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, volumen 2: apéndiceF, junio de 1986

Hay un número muy grande de estrellas en la galaxia. Si intentáramos ponerles nombre, un segundo para cada nombre, bautizar a todas las estrellas de nuestra galaxia (y no quiero decir a todas las estrellas del universo, sólo las de esta galaxia) tomaría tres mil años. Y, aun así, este no es un número muy grande. Porque si estas estrellas dejaran caer un billete de un dólar sobre la Tierra durante un año, si cada estrella dejara caer un billete de un dólar, podrían encargarse del déficit que se sugiere que tiene el presupuesto de los Estados Unidos.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

[En respuesta a la pregunta de un niño: «¿Qué ocurre cuando una fuerza

irresistible topa con un objeto inamovible?»]: Se dan la mano.

—De las notas para el programa *Sobre el tiempo*, 1957

Todas las cosas que hacemos son naturaleza. Las disponemos de manera que se adapten a nuestro propósito.

—«Las máquinas computadoras del futuro», Lección Conmemorativa Nishina, agosto de 1985

Si dejamos caer un huevo en la acera, se rompe y salpica en todas direcciones. En cambio, si viéramos la mancha de huevo en la acera, no esperaríamos que se aglutinara para formar un huevo completo y que volviera a nuestra mano. De modo que tendría que ser evidente que las leyes de la naturaleza parecen diferentes si pudiéramos invertir la dirección del tiempo.

—De las notas para el programa *Sobre el tiempo*, 1957

El ejemplo biológico de escribir información a una escala pequeña me ha inspirado a pensar en algo que debe ser posible. La biología no es simplemente escribir información; es hacer algo con ella. Un sistema biológico ha de ser sumamente pequeño. Muchas de las células son muy diminutas, pero son muy activas; fabrican varias sustancias; se desplazan; se contonean; y hacen todo tipo de cosas maravillosas... todo ello a una escala muy pequeña.

—«Hay mucho espacio en el fondo», diciembre de 1959

El origen de la fuerza de gravitación es un problema que también me intriga, y no creo en absoluto que la comprendamos plenamente.

—Correspondencia con R. I. Elliott sobre la gravitación, enero de 1949

Intentar comprender la manera en que funciona la naturaleza implica una prueba absolutamente terrible de la capacidad de razonamiento humano. Implica un sutil engaño, hermosas cuerdas flojas de lógica sobre las que uno tiene que andar con el fin de no cometer un error al predecir lo que sucederá.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

La imaginación se extiende de forma repetida intentando conseguir algún nivel superior de comprensión, hasta que de repente me encuentro

momentáneamente solo frente a un nuevo rincón del patrón de belleza y de la verdadera majestad de la naturaleza revelada. Este fue mi premio.

—«Los premios Nobel en 1965» [Fundación Nobel], Estocolmo, 1966

Por ejemplo, me hallo a la orilla del mar, solo, y empiezo a pensar.

Están las olas que se precipitan

montañas de moléculas

cada una de ellas dedicada estúpidamente a sus propios asuntos

billones de ellas separadas

pero formando al unísono el blanco oleaje.

Eones y eones

antes que ningún ojo pudiera ver

año tras año

golpeando estruendosamente en la costa como ahora.

¿Para quién, para qué?

En un planeta muerto, sin albergar vida.

Nunca en reposo

torturado por la energía

despilfarrada prodigiosamente por el Sol

vertida al espacio.

Algo hace que el mar ruja.

En lo profundo del mar

todas las moléculas repiten

los patrones de una a otra
hasta que se forman otras nuevas y complejas.
Hacen otras como ellas
y empieza una nueva danza.
Crecen en tamaño y complejidad
seres vivos
masas de átomos
DNA, proteína
que danzan un patrón más intricado todavía.
Salen de la cuna
y penetran en la tierra seca
aquí se hallan
parados:
átomos con consciencia;
materia con curiosidad.
Se halla junto al mar
se maravilla de maravillarse: yo
un universo de átomos
un átomo en el universo.
—«El valor de la ciencia», diciembre de 1955

Aunque admiramos la mente humana, que es algo que nos gusta hacer
(siempre es la mente de alguna otra persona la que nos gusta admirar), deberíamos

tomarnos algún tiempo para permanecer asombrados ante la naturaleza, una naturaleza que puede seguir, con una tal completitud y generalidad un principio tan elegantemente simple como la ley de la gravitación.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 7, 17 de octubre de 1961

Es característico de las leyes físicas que tengan este carácter abstracto. De la misma manera que la conservación de la energía es un teorema sobre cantidades que uno tiene que sumar sin una maquinaria, así las grandes leyes de la mecánica son leyes matemáticas cuantitativas para las que no existe una maquinaria disponible.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 7, 17 de octubre de 1961

[Sobre su padre]: Solía decir que en el mundo, siempre que existe una fuente de algo que pueda ser comido para que la vida siga, alguna forma de vida encuentra una manera de utilizar dicha fuente; y que cada pedacito de material que no se utiliza es comido por algo.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Hemos aprendido de mucha experiencia que todas las intuiciones filosóficas acerca de lo que es la naturaleza están condenadas al fracaso.

—*The Character of Physical Law*, p.53

Solíamos reírnos de los griegos que afirmaban que los planetas tenían que moverse en círculos porque esta era una figura perfecta. Si hablaran en la época moderna utilizarían argumentos de teoría de grupos e implicarían que desde un punto de vista del planeta, el Sol siempre tiene el mismo aspecto, o que tenemos invariancia según un desplazamiento de tiempo y rotación. ¡Pero los planetas no se mueven en círculos! La naturaleza no es «simétrica», y la pregunta es: ¿por qué no?

—Programa de la Reunión Anual de la Sociedad Física de América, 1950

La naturaleza sólo utiliza las hebras más largas para tejer sus pautas, de modo que cada pequeño pedazo de tejido revela la organización de todo el tapiz.

—*The Character of Physical Law*, p.34

Las aparentes complejidades enormes de la naturaleza, con todas sus leyes y reglas divertidas, cada una de las cuales os ha sido explicada detenidamente, se hallan en realidad entretejidas a fondo. Sin embargo, si no apreciáis las matemáticas, no podréis ver, entre la gran variedad de hechos, que la lógica os permite ir de uno a otro.

—*The Character of Physical Law*, p.41

Contemplamos las estrellas: toda la luz que vemos, esta minúscula e influyente luz se extiende desde la estrella a lo largo de esta enorme distancia de tres años luz, para la estrella más cercana. De manera continua, esta luz procedente de la estrella se extiende, los frentes de onda se hacen cada vez más amplios, cada vez más débiles, más y más débiles, hacia todo el espacio, y finalmente, la minúscula fracción de luz llega en la vigésima parte de un centímetro, un minúsculo agujero negro, y me hace algo, de manera que sé que está ahí.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Todas las argumentaciones intelectuales que puedas hacer no comunicarán a oídos sordos lo que es realmente la experiencia de la música.

—*The Character of Physical Law*, p.58

¿Qué es lo que tiene la naturaleza que deja que ocurra esto, que sea posible adivinar a partir de una parte lo que va a hacer el resto? Esta pregunta no es científica: no sé cómo darle respuesta, y por lo tanto daré una respuesta que no es científica. Creo que ello se debe a que la naturaleza tiene simplicidad, y por lo tanto una gran belleza.

—*The Character of Physical Law*, p.173

Existe siempre otra manera de decir lo mismo que no se parece en nada a la manera en que se dijo antes. No sé cuál es la razón de ello. Creo que, de alguna manera, es una representación de la simplicidad de la naturaleza.

—*Nobel Lectures, Physics 1963-1970*, Elsevier, Ámsterdam, 1972

Quizá una cosa es simple si se la puede describir completamente de varias maneras distintas sin saber de inmediato que se está describiendo la misma cosa.

—*Nobel Lectures, Physics 1963-1970*, Elsevier, Ámsterdam, 1972

La naturaleza siempre ha tenido el aspecto de una horrible confusión, pero a medida que avanzamos vemos pautas y encajamos teorías; se produce una cierta claridad y las cosas se tornan más simples.

—*QED: The Strange Theory of Light and Matter*,^[14] p.149

Podemos saber el nombre de un pájaro en todos los idiomas del mundo, pero cuando hayamos acabado, no conoceremos absolutamente nada de nada acerca del pájaro. Sólo conoceremos acerca de los seres humanos en diferentes lugares, y cómo llaman al pájaro. De modo que observemos el pájaro y veamos qué hace; esto es lo que cuenta.

—*What Do You Care What Other People Think?*, p.14

Si tomáramos una manzana y la agrandaríamos hasta el tamaño de la Tierra, entonces los átomos de la manzana tendrían aproximadamente el tamaño de la manzana original.

—*Feynman Lectures on Physics*, vol. 1, pp.1-3

A la naturaleza no le importa cómo la llamemos, simplemente sigue haciendo las cosas de la manera que quiere.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 1, 26 de septiembre de 1961

El hecho de que no exista en absoluto el movimiento perpetuo es una afirmación general de la ley de la conservación de la energía.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 4, 6 de octubre de 1961

Si uno quiere hablar sobre la naturaleza, tendrá que hablar sobre algo complicado y sucio, y por lo tanto en primeras aproximaciones, cada vez de manera creciente en precisión.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 12, 7 de noviembre de 1961

La naturaleza es, sin ninguna duda, más simple que todos nuestros pensamientos acerca de ella.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

Intento descubrir no cómo podría ser la naturaleza, sino cómo es. Ver lo que está bien.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

De modo que puede ser que parezca que distancias y tiempos cambien, y las cosas serán aterradoras y alarmantes y disfrazarán un sentido del tiempo diferente de nuestro sentido del tiempo, pero ello es sólo porque nos dejamos algo. Hay otra manera de verlo, en la que el tiempo y el espacio se suman, lo que hace que este sea un nuevo sentido, pero ello requiere una cantidad enorme de imaginación, porque no tenemos ninguna experiencia análoga de este tipo.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

Si hubiera una experiencia común para que los sistemas biológicos se movieran tan rápidamente, entonces sin duda dentro del cerebro se habría desarrollado una conexión especial que, de hecho, no necesitaría que aprendiéramos la teoría de la relatividad; sería una sensación innata de que esto es lo correcto.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

Esta comprensión más bien trivial de la relatividad se podía haber comprendido en el momento en que se comprendió la perspectiva, y la famosa leyenda del Imperio Antiguo acerca de los tipos^[15] que tocaban un elefante, ¿sabe usted?, y lo interpretaban como una cuerda porque cogían la cola, o como una hoja porque cogían la oreja, y así sucesivamente, es simplemente la misma idea de que las cosas dependen de nuestro punto de vista.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

La energía es un concepto muy sutil. Es muy, muy difícil captarlo correctamente.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

¿Acaso es increíble que una parte del cerebro pueda realizar mucho «pensamiento» e interpretación y que nosotros no seamos conscientes de ello y no podamos controlarlo? Quizá. Pero quizá no. El animal más sencillo tiene que poder pensar a esta clase de nivel si es que ve.

—Sobre la visión animal y humana, en una carta a Edwin H. Land (Compañía Polaroid), de mayo de 1966 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.224)

La relatividad no es simplemente que las cosas dependen de nuestro punto de vista; existe.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

La luz tiene peso, un peso finito proporcional a su masa finita: ni cero ni infinito. A medida que aumenta su velocidad, cualquier objeto se hace más pesado hasta que a la velocidad de la luz es infinitamente más pesado de lo que sería en reposo. Pero la luz nunca está en reposo, de modo que este argumento no es de aplicación a la luz. En los campos gravitatorios la luz cae, muy poco, y las imágenes de estrellas que se ven muy cerca del Sol (durante un eclipse) se hallan ligeramente desplazadas porque la luz no se mueve en línea recta, sino que se curva levemente hacia el Sol al desplazarse, porque cae.

—De las notas para el programa *Sobre el tiempo*, 1957

El mundo es una bola que gira, y la gente permanece sobre ella en todos los lugares, algunos cabeza abajo. Y giramos como un asador frente a un gran fuego. Damos vueltas alrededor del Sol. Esto es más romántico, más excitante. ¿Y qué nos sostiene? La fuerza de la gravedad, que no es sólo una cosa de la Tierra, sino que es lo que, para empezar, hace que la Tierra sea redonda, mantiene el Sol unido y nos hace girar alrededor del Sol en nuestro intento perpetuo de permanecer lejos. Esta gravedad domina no sólo en las estrellas, sino entre las estrellas; las mantiene en las grandes galaxias a lo largo de kilómetros y kilómetros en todas las direcciones.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

El principio de la relatividad puede enunciarse de este modo: que el movimiento de los cuerpos entre ellos en un espacio cerrado es el mismo si el espacio cerrado permanece inmóvil o si se mueve de manera uniforme a una velocidad constante en línea recta.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

La maquinaria interna de la vida, la química de las partes, es algo hermoso.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Lo que a nuestros ojos toscos les parece inmóvil, es una danza salvaje y dinámica.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Todos los demás aspectos y características de la ciencia pueden entenderse directamente cuando comprendemos que la observación de la ciencia es el juez último y final de la verdad de una idea.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Si uno tiene algo de aprecio por las complejidades de la naturaleza y por la evolución de la vida en la Tierra, podrá comprender la tremenda variedad de formas posibles que la vida debe tener.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

Así, nuestra sensación psicológica del flujo del tiempo se ha convertido en una idea física definida de una cantidad que podemos medir con precisión y podemos hablar de intervalos iguales de tiempo.

—De las notas para el programa *Sobre el tiempo*, 1957

De modo que ahora, cuando preguntamos cuán antiguo es el universo, sería mejor que preguntáramos dónde.

—De las notas para el programa *Sobre el tiempo*, 1957

La cuestión es si dos acontecimientos que me parece que tienen lugar de forma simultánea, también le parecen simultáneos a cualquier otra persona. Esta cuestión es la cuestión de si existe un significado absoluto del «presente», porque el presente son todos estos acontecimientos que tienen lugar al mismo tiempo como «ahora». Si un conjunto diferente de acontecimientos tiene lugar «ahora» desde vuestro punto de vista, entonces tendremos que decir que el presente para mí y para vosotros no es el mismo, y no tiene un significado absoluto.

—De las notas para el programa *Sobre el tiempo*, 1957

Tienes suerte de tener este profundo interés por la naturaleza, e incluso si encuentras que es mucho más complicada y difícil de comprender de lo que pensabas, cuando aprendas más sobre ella, de determinadas maneras también es más simple y hermosa de lo que puedas imaginar.

—Carta al estudiante Charles E. Tucker, abril de 1967

Todos ustedes saben algo acerca de las maravillas de la ciencia (no estoy hablando a una audiencia popular), de modo que no intentaré entusiasmarles una vez más con las realidades sobre el mundo; el hecho de que todos estemos constituidos por átomos, la enorme extensión de tiempo y espacio que existe, nuestra posición desde el punto de vista histórico como resultado de una notable serie de evolución, nuestra posición en la secuencia evolutiva, y además el aspecto más notable de nuestra visión científica del mundo es su universalidad en este sentido, aunque hablamos como si fuéramos especialistas, lo que en realidad no somos.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

El hecho de que nuestro conocimiento sea en realidad universal es algo que no se acaba de apreciar del todo, que la posición de las teorías sea tan completa que salimos a la búsqueda de excepciones y resulta que son muy difíciles de encontrar (al menos en física), y el gran coste de todas esas máquinas y todo esto es para encontrar alguna excepción a lo que ya se sabe.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

¿Tiene usted alguna idea acerca de los mesones y de las partículas fundamentales? Las ideas de la teoría de los mesones que tengo son o bien sólo

observaciones fenomenológicas o bien modificaciones infantiles de la electrodinámica. ¡A buen seguro la naturaleza tiene una imaginación mejor que utilizar la teoría del campo pseudoescalar!

—Carta al profesor L. Landau, noviembre de 1954

Había otra cosa que alguien podía medir en la física clásica, que era algo como la velocidad; en realidad se denomina «momento»: es la velocidad multiplicada por la masa, ¡que nos dice lo bien que algo va en punto muerto!

—Lección Esalen, «Visión de la realidad desde la mecánica cuántica» (1.^a parte), octubre de 1984

De modo que llegó una época, quizá, en la que para algunas especies el ritmo al que aumentaba el aprendizaje alcanzó una pendiente tal que, de repente, ocurrió una cosa completamente nueva; un animal podía aprender cosas, transmitir las a otro y a otro con la suficiente rapidez para que no se perdieran para la especie. Así fue posible una acumulación de saber de la especie. A veces a esto se le ha llamado enlazar el tiempo.

—Conferencia en el 14.^o Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Este fenómeno de tener memoria para la especie, de poseer un conocimiento acumulado transmisible de una generación a otra, era nuevo en el mundo. Pero tenía asociada una enfermedad. Era posible transmitir ideas equivocadas. Era posible transmitir ideas que no eran posibles para la especie humana.

—Conferencia en el 14.^o Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Entonces se descubrió una manera de evitar la enfermedad. Esta es dudar de que lo que se transmite desde el pasado sea en realidad cierto, y tratar de encontrar *ab initio*, de nuevo a partir de la experiencia, cuál es la situación, en lugar de confiar en la experiencia del pasado en la forma en que fue transmitida.

—Conferencia en el 14.^o Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Los árboles están compuestos de aire, básicamente. Cuando se queman, retornan al aire, y en el calor ardiente se libera el calor ardiente del Sol que se

combinó para convertir el aire en árbol, y en la ceniza se encuentra el pequeño residuo de la parte que no venía del aire, que procedía de la tierra sólida.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Y no me siento nada feliz con todos los análisis que se hacen únicamente con la teoría clásica porque la naturaleza no es clásica, ¡demonios!, y si queréis hacer una simulación de la naturaleza, es mejor que la hagáis con la mecánica cuántica, y vaya que es un problema maravilloso porque no parece nada fácil.

—«Simular la física mediante ordenadores», conferencia en el MIT, mayo de 1981

Hay una gama enorme de esta propiedad (la longitud de onda), una gama de fenómenos que es este espectro completo y enorme. El ojo ve una porción muy reducida de dicho espectro, y todo se ensambla con esta teoría única de las ondas electromagnéticas. Voy a hablar de esta parte del espectro, y la voy a llamar «luz» en lugar de decir «radiación electromagnética». La luz, lo que vemos, es sólo una pequeña parte, pero el punto de vista del físico es que el accidente de que el ojo humano resulte ser sensible a ondas que van desde aquí hasta aquí no es esencial. Los fenómenos son los mismos: ¡es toda una gama!

—«Electrodinámica cuántica: fotones, corpúsculos de luz», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, junio de 1979

Si queremos saber la manera en que la naturaleza funciona, la contemplamos alegremente, ¡y este es el aspecto que tiene! ¿No os gusta? Id a algún otro lugar... ¡a otro universo en el que las reglas sean más simples!

—«Electrodinámica cuántica: fotones, corpúsculos de luz», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

Siempre es posible que mañana alguien lo descubra, pero será muy difícil y muy extraño.

—«Electrodinámica cuántica: fotones, corpúsculos de luz», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

Por mucho que admiremos la mente humana, también hemos de contemplar con asombro la naturaleza, que sigue con tanta completitud y

generalidad un principio tan elegante y simple como esta ley de la gravedad. ¿Y qué es esta ley? Que todo objeto en el universo atrae a cualquier otro con una fuerza que es proporcional a la masa de cada uno y que varía con el inverso del cuadrado de la distancia entre ellos.

—Notas personales

Cosas que son muy comunes y que se observan continuamente y que parecen perfectamente evidentes son totalmente diferentes en este mundo. Resulta que lo que pensábamos que era evidente está equivocado, y es mucho más complicado... o no más complicado, ¡sino simplemente diferente! En realidad, a veces es más sencillo y más hermoso.

—«Electrodinámica cuántica: los electrones y sus interacciones», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, junio de 1979

La mayoría de objetos elásticos, como los muelles de acero y otros parecidos, no son otra cosa que este retroceso eléctrico: separamos un poco los átomos cuando doblamos algo, y después intentan volver a la situación anterior. Pero las cintas de goma funcionan según un principio distinto. Hay algunas moléculas largas, como cadenas, y otras pequeñas que se agitan continuamente, que las bombardean. Y todas las cadenas son como onduladas. Cuando distiendes la cinta de goma, las cuerdas se ponen más tensas. Pero estas cuerdas son bombardeadas lateralmente por otros átomos que intentan acortarlas retorciéndolas. De modo que retroceden, intentan retroceder. ¡Retroceden únicamente debido al calor!

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Siempre he considerado que las tiras de goma son fascinantes. Pensar que cuando han estado en un viejo paquete de papeles durante mucho tiempo, manteniendo juntos estos papeles, ello se consigue mediante un golpeteo, golpeteo, golpeteo perpetuo de los átomos contra estas cadenas, intentando retorcerlas e intentando retorcerlas, un año tras otro.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

El mundo es una confusión dinámica de cosas que se menean.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Estamos muy acostumbrados a las circunstancias en las que estos fenómenos eléctricos se neutralizan, todo queda como neutro, en que empujar y tirar es algo apagado, pero la naturaleza tiene estas cosas maravillosas: fuerzas magnéticas y fuerzas eléctricas.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Tiene usted que comparar sus ideas con la naturaleza; ella le dirá sí o no. Produce fenómenos que requieren explicación. No puede usted hacer sus propias conjeturas y analizar las consecuencias.

—Carta a Robert Bonic, enero de 1974

[Sobre las leyes de la gravitación]: Las únicas aplicaciones del conocimiento de la ley en que puedo pensar son en la prospección geofísica, en la predicción de las mareas y, en la actualidad, más modernamente, en deducir los movimientos de los satélites y las sondas planetarias que enviamos al espacio, y cosas por el estilo; y al final, también modernamente, para calcular las predicciones de las posiciones de los planetas, que tienen gran utilidad para los astrólogos que publican sus predicciones en los horóscopos de las revistas. Es un mundo extraño este en el que vivimos: que todos los nuevos avances en el conocimiento se utilicen sólo para continuar las sandeces que han existido durante dos mil años.

—*The Character of Physical Law*, p.27

La astronomía es más antigua que la física. En realidad, hizo que la física iniciara su andadura al demostrar la hermosa simplicidad del movimiento de estrellas y planetas, cuya comprensión fue el principio de la física.

—*Feynman Lectures on Physics*, vol. 1, p.59

Pienso que la imaginación de la naturaleza es muchísimo mayor que la del hombre: ¡nunca dejará que nos relajemos!

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

El descubrimiento más notable en toda la astronomía es que las estrellas están constituidas por átomos del mismo tipo que los de la Tierra.

—*Feynman Lectures on Physics*, vol. 1, p.3

Desde luego, los hombres quieren el conocimiento también para otras muchas cosas, para hacer la guerra, para tener éxito comercial, para ayudar a los enfermos o los pobres, etc., motivos de diversos valores. Los poetas comprenden estos motivos obvios y sus consecuencias, y escriben sobre ellos. Pero las emociones de asombro, maravilla, deleite y amor que se evocan al descubrir las maneras de la naturaleza a la vez en el mundo animado e inanimado (porque son una sola cosa) rara vez se expresan en la poesía moderna, en la que el aspecto que se aprecia de la naturaleza es uno que ya podía ser conocido por los hombres del Renacimiento.

—Carta a la esposa de Robert Weiner, octubre de 1967 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.248)

¿Cómo es posible, al contemplar un fragmento de la naturaleza, adivinar qué aspecto debe tener otra parte, en la que no hemos estado nunca antes? Es únicamente en época moderna cuando el hombre ha sido realmente capaz de adivinar qué es lo que hará la naturaleza en situaciones que nunca antes había contemplado.

—BBC, *Extrañeza menos tres*, 1964

Este universo lo han descrito muchos, pero continúa expandiéndose, y su borde es tan desconocido como el fondo del mar sin fondo que imaginaban los antiguos; igual de misterioso, igual de asombroso, e igual de incompleto que las imágenes poéticas que hubo antes.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Me gusta la ciencia porque cuando pensamos en algo se puede comprobar mediante experimentos: la naturaleza dice «sí» o «no», y a partir de aquí avanzamos progresivamente. No hay otro saber que tenga una manera igualmente cierta de separar la verdad de la falsedad.

—Carta a Beata Kemp, febrero de 1983 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.356)

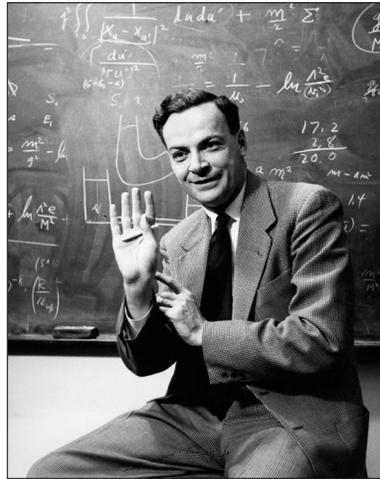
Estamos tan acostumbrados a contemplar el mundo desde el punto de vista de los seres vivos que no podemos comprender lo que significa no estar vivo, y sin embargo durante la mayor parte del tiempo el mundo no tenía nada vivo. Y probablemente, en la mayoría de lugares del universo en la actualidad no hay nada vivo.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

¿Qué le hace estar tan seguro de que el nuevo descubrimiento de la interrelación entre las fuerzas nucleares será tan maravilloso? ¿Cómo sabemos que no va a ser una cosa complicada, sucia o simple? No lo sabemos. Pero seguimos intentándolo. No estamos seguros. El riesgo vale la pena. Porque es muy probable que sea peculiar y, si lo es, será muy interesante.

—BBC, *Extrañeza menos tres*, 1964

Imaginación



Fotógrafo Richard Hartt, cortesía del Instituto de Tecnología de California.

No sé por qué hay personas que encuentran que la ciencia es aburrida y difícil, y otras personas que la encuentran divertida y fácil, pero hay una característica que me produce un gran efecto, y es que hace falta mucha imaginación para intentar llegar a comprender cómo es realmente el mundo.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

No me gustaría subestimar el valor de la forma de ver la vida que es el resultado del esfuerzo científico. Nos hemos visto compelidos a imaginar toda suerte de cosas infinitamente más maravillosas que lo que imaginaron los poetas y soñadores del pasado. Este demuestra que la imaginación de la naturaleza es muchísimo mayor que la imaginación del hombre.

—«El valor de la ciencia», diciembre de 1955

En la Edad Media se pensaba que la gente hace simplemente muchas observaciones, y que las propias observaciones sugieren las leyes. Pero la cosa no funciona de esta manera. Hace falta mucha más imaginación que esto. De modo que lo siguiente de que hablaremos es de dónde proceden las nuevas ideas. En realidad, esto no supone ninguna diferencia, mientras estas vengan.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Es sorprendente que la gente no crea que haya imaginación en la ciencia. Es un tipo muy interesante de imaginación, diferente de la del artista. La gran dificultad estriba en intentar imaginar algo que nunca se ha visto, que es consistente en todos los detalles con lo que ya se ha visto, y que es diferente de lo que se pensaba; además, tiene que ser algo definido y no una proposición vaga. Esto es realmente difícil.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

El juego al que juego es muy interesante. Es imaginación, en una camisa de fuerza muy apretada, que es esta: esto tiene que concordar con las leyes físicas conocidas.

—«Máquinas minúsculas», Instituto Esalen

Intento imaginar todo tipo de cosas, continuamente, y es algo que me flipa, del mismo modo que a un corredor le flipa sudar. Me flipa pensar en estas cosas. ¡No puedo detenerme!

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Pienso que una de las cosas que hace que la ciencia sea muy difícil es que hace falta mucha imaginación.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

La gran parte de la astronomía es la imaginación que ha sido necesaria para adivinar qué tipo de estructuras, qué tipo de cosas, podían estar ocurriendo para producir la luz y los efectos de la luz, etcétera, de las estrellas que vemos.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

En ciencia, muchas veces al usar la imaginación hemos imaginado algo que podría ser, según todo el saber conocido de la ley, y no sabemos si es o no.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Hemos de imaginar qué aspecto podrían tener las cosas desde otro punto de vista. Un punto de vista que quizá nunca hemos sido capaces de adoptar.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio

Douglas de Investigación Avanzada, 1967

Es necesario un estudio detenido de los experimentos detallados, y gran cantidad de reflexión, para que nuestra imaginación se eleve hasta el punto de poder ver esto. De otro modo, estaríamos bien. Si pudiéramos movernos, pongamos por caso, muy rápidamente, entonces podríamos ver todas estas cosas de manera bastante directa.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

Para mí es mucho más interesante (a menos que esté trabajando en ello) dejar que un misterio siga siendo un misterio, en lugar de fingir que sé una respuesta al mismo.

—BBC, «El placer de descubrir», 1981

El conocimiento no tiene un valor real si todo lo que puedes decirme es qué ocurrió ayer. Es necesario decir qué es lo que ocurrirá mañana si haces algo no sólo necesario, sino divertido. Sólo tú estarás deseando arriesgar el pellejo.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Nuestra imaginación está estirada al máximo, no como en la ficción, para imaginar cosas que no están realmente allí, sino sólo para comprender aquellas cosas que sí están allí.

—*The Character of Physical Law*, pp.127-128

El hecho de fantasear al contemplar el mundo, de imaginar cosas, que realmente no es fantasear porque uno simplemente intenta imaginar cómo es realmente, a veces resulta muy útil.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

¡Tendré que detenerme alguna vez, para dejaros algo que imaginar!

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Humor



Retrato formal de los premios Nobel, 1965, Clemens de Copenhague.
Cortesía del Instituto de Tecnología de California.

Soy el profesor Feynman, a pesar de este traje.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Un poeta, creo que fue, dijo una vez,

todo el universo está en un vaso de vino

no creo que sepamos nunca en qué sentido lo dijo

(porque los poetas no escriben para que se les comprenda)

pero es cierto que si se contempla un vaso de vino lo bastante cerca
veréis el universo entero.

Ahí están las cosas físicas:

el líquido que se agita, los reflejos en el vaso,

y nuestra imaginación añade los átomos.

Se evapora, en función del viento y del tiempo.

El vaso es una destilación de las rocas de la Tierra,

y en su composición, como hemos visto,

el secreto de la edad del universo,

y la evolución de las estrellas.

¿Qué extraña variedad de sustancias químicas hay en el vino?

¿Cómo llegaron a formarse?

Están los fermentos, los enzimas,

los sustratos y los productos.

Y aquí, en el vino, se encontró la gran generalización:

toda la vida es fermentación.

Ni se puede descubrir la química del vino

sin descubrir, como hizo Pasteur,

la causa de muchas enfermedades.

¡Qué alegre es el vino clarete, que imprime su experiencia

en la consciencia que lo observa!

Y si nuestra pequeña mente, por alguna conveniencia,

divide este vaso de vino, este universo, en partes

(la física, biología, geología, astronomía, psicología y todas)

recordad que la naturaleza no lo sabe.

De modo que tenemos que ponerlas otra vez todas juntas,

y no olvidar, finalmente, cuál es su finalidad.

Dejemos que nos proporcione otro placer último:

¡bebámoslo y olvidémonos de todo!

—*Feynman Lectures on Physics*, pp.3-10

Aunque mi madre no sabía nada de ciencia, tuvo también una gran influencia sobre mí. En particular, tenía un maravilloso sentido del humor, y de ella aprendí que las mayores formas de comprensión que podemos alcanzar son la risa y la compasión humana.

—*What Do You Care What Other People Think?*, p.19

Mi esposa no podía creer que yo hubiera aceptado realmente una invitación para dar una charla en un lugar en el que tuviera que llevar esmoquin. Cambié de opinión un par de veces.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Me encanta oír que creas que el espectáculo está muy bien, pero me sorprende mucho saber que tengo un «enfoque profesional». ¿Qué profesión? ¿Personalidad de televisión? Bueno, todo lo que sé lo aprendí de mi director. ¡Quizá con «enfoque profesional» quisiste decir que actúo como puede hacerlo un contenedor de basura de acero!

–Correspondencia con Philip Daly (BBC), agosto de 1964

Gracias por su invitación para asistir al Congreso sobre Color, Sabor y Unificación, que tendrá lugar el 30 de noviembre. Puesto que me indica usted el año 1975 y me ofrece pagar el desplazamiento en avión, ¿puedo suponer que vamos a efectuar un viaje hacia atrás en el tiempo a bordo del *Enterprise*? En cualquier caso, me complace aceptar.

–Carta al Dr. Gordon Shaw, mayo de 1979

[Mientras dibujaba flechas]: Estas flechas se denominan amplitudes, de modo que puedo decir amplitud en lugar de flecha. No es más que una palabra, y podemos tener la palabra que queramos, ¡como decía Lewis Carroll!

–Lección Esalen, «Visión de la realidad desde la mecánica cuántica» (2.^a parte), octubre de 1984

Hay 10^{11} estrellas en la galaxia. Antes este era un número enorme. Pero sólo son cien mil millones. ¡Es menos que el déficit nacional! Antes los denominábamos «números astronómicos». Ahora debíamos llamarlos «números económicos».

–*Feynman Lectures on Physics*

Creo que es mucho más probable que los informes de platillos volantes sean el resultado de las conocidas características irracionales de la inteligencia terrestre que de los esfuerzos desconocidos de inteligencia extraterrestre.

–*The Character of Physical Law*, pp.165-166

Pero podemos apreciar las dificultades que los químicos tienen y apreciar también por qué los nombres son tan largos. No es debido a que quieran ser obstinados, sino porque tienen un problema muy difícil, describir esta cosa en palabras. Por qué no dibujan simplemente las imágenes siempre, es algo que desconozco.

–Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 1, 26 de septiembre de 1961

¿Qué hay de malo en ello? Esta es una manera excelente de hacer las cosas: primero hacer una buena estimación a ojo, y después comprobarla.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 8, 20 de octubre de 1961

Todos los que asisten a una conferencia científica saben que no van a entenderla, pero quizá el conferenciante lleve una corbata bonita y coloreada que poder contemplar. ¡No es este el caso!

—*QED: The Strange Theory of Light and Matter*, p.9

No digas nunca que vas a dar una charla a menos que sepas claramente de qué vas a hablar y de manera aproximada lo que dirás.

—Notas personales

Para aquellos que quieren alguna prueba de que los físicos son humanos, la prueba está en la idiotez de todas las diferentes unidades que emplean para medir la energía.

—*The Character of Physical Law*, p.75

Si dirigimos nuestra mirada hacia arriba, al cielo, para muchos antiguos este tenía el aspecto de la superficie de una cúpula en la que hay puntos de luz. Y esta idea de que podía tratarse de un armazón con puntos de luz no es algo que sea evidentemente estafalario. Sólo el resultado de mucha observación astronómica permite la idea de que no es esto lo que estamos observando.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

Una de las herramientas mayores y más importante de la física teórica es la papelera.

—Entrevista en *Future for Science*

Para mí fue una completa sorpresa cuando me dijo: «Quería decirte que ganaste el premio». «¿Gané?», dije, «¡perrito caliente!». ¿Ve? Y va y me dice: «Es interesante oír a un científico serio diciendo algo como “perrito caliente”». Le dije: «Oye, llama a cualquier científico serio diciéndole que ganó 15 000 dólares, y te dirá “perrito caliente”».

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos

de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Y, por lo tanto, sopla a la sopa si quieres que se enfríe.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 1, 26 de septiembre de 1961

Estás en el aire, dicen. Desde luego, no tiene nada que ver con el aire. Podríamos tener emisiones de radio sin nada de aire.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 2, 29 de septiembre de 1961

Todas estas partículas son realmente huellas de gallinas en una cámara de niebla.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 2, 29 de septiembre de 1961

¡Si no podéis ver que la gravitación actúa aquí, es que no tenéis alma!

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 7, 17 de octubre de 1961

Los griegos estaban algo confundidos... les ayudaron, desde luego, algunos griegos muy poco claros.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 8, 20 de octubre de 1961

La cuestión es: ¿cómo le contestaríais si fuerais el policía? Bien, si sois realmente el policía, entonces no hay sutilezas que valgan; es muy sencillo. Le dices: «Dígaselo al juez».

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 8, 20 de octubre de 1961

Soy lo bastante humano para decirle que se vaya al diablo.

—Carta a Tord Pramberg, enero de 1967, en relación con las fotografías de un libro de física en el que aparecía Feynman tocando los bongos (*Perfectly*

Reasonable Deviations from the Beaten Track, p.230)

He estado pensando acerca de la gente culta que hace cosmología y 1) puedo escribir el capítulo 25 con un manuscrito para usted el 1 de abril de 1969, 2) puedo hablar en una grabadora y usted puede hacer lo que pueda del lío resultante, 3) espero que deje de atosigarme, maldito cabrón. En el caso que sean los dos primeros, mis cordiales saludos.

—Carta a Allan Sandage, febrero de 1969

Cuando voy al este, siempre tengo la impresión de que el este está retrasado. Si en el oeste tuviéramos una habitación tan calurosa, le pondríamos aire acondicionado.

—«Current Algebras and Strong Interactions», 1967

[Después del fallo de un micrófono]: ¡Ahora predigo que la probabilidad de que tenga un micrófono de este tipo la próxima vez es muy baja!

—«Electrodinámica cuántica: ajustes de reflexión y transmisión», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

Siempre es posible seguir las líneas adecuadas después de los acontecimientos.

—Programa de la Reunión Anual de la Sociedad Física de América, 1950, en relación con la lectura que hacían unos sacerdotes de las líneas del hígado de ovejas para predecir el futuro

Cuando trabajas duramente, hay momentos en los que piensas: «Por fin, he descubierto que las matemáticas son inconsistentes». Pero muy pronto descubres el error, como yo hice finalmente.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 63

[De pie ante tres micrófonos de la prensa]: ¿Por qué tres micrófonos? Es ridículo. ¿Por qué no conectar tres líneas a un micrófono, si necesitáis tres?

—Conferencia de prensa, 23 de abril de 1963

Yo obtuve las felicitaciones, y todo lo que tú consigues es alguna

observación como «y no hubo ningún comentarista bufón que le hiciera preguntas tontas», o algo parecido. La mayoría de gente (incluso algunos del oficio) apenas se dio cuenta de cómo se hizo realmente. Todos creyeron en la ilusión de que todo lo que tuve que hacer fue abrir la boca y hablar durante una hora. Como todo el arte verdadero, el artista desaparece y todo parece natural y maravilloso.

—Carta a Christopher Sykes (BBC), marzo de 1983

Mi programa va tan retrasado que he de rechazar empantanarme leyendo la teoría de alguna otra persona; puede resultar que sea maravillosa, y entonces yo tendría alguna otra cosa en la que pensar.

—Carta a Francis Crick, marzo de 1978 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, pp.317-318)

Algo de lo que pienso que los físicos teóricos tendríamos que avergonzarnos: cuando se piensa en la gran cantidad de dinero que se inyecta en estos experimentos, y los aparatos grandes y todo eso, ¡y nosotros no hacemos más que estar sentados ahí, con una bonita teoría y farfullando sobre ella, sin poder calcular ningún número! No tendríamos que cobrar nuestros salarios, creo. O quizá tendrían que aumentarlos: ¡trabajaríamos más deprisa!

—«Electrodinámica cuántica: nuevos interrogantes», conferencias *sir Douglas Robb*, Universidad de Auckland, 1979

Hay ciertos tipos de hombres en cualquier campo a los que puedo hablar tan bien como puedo hablar a un buen científico.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

Si se da más dinero a la física teórica, esto no hace ningún bien si sólo aumenta el número de tipos que siguen la cabeza del cometa.

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

De modo que mientras fui profesor, podía actuar como si fuera un estudiante, incluso un estudiante de primer año. Se me podía confundir con un principiante de manera perfectamente legítima.

—Entrevista con Charles Weiner, 27 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos

de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Si el doctor dice «A este chico le están saliendo chichones», hacemos algo. Pero si dice «Está un poco chiflado», tememos hacerle preguntas. Muy divertido.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Bien, lamentablemente, usted ya ve que siempre he sido pasado de moda. Pero esto del partón^[16] ha tenido tanto éxito que ahora estoy de moda. Tengo que encontrar una cosa pasada de moda para hacer.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de febrero de 1973, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Este congreso fue peor que un test de Rorschach. Hay una mancha de tinta que no tiene ningún sentido, y los demás te preguntan qué crees ver, pero cuando se lo dices, ¡empiezan a discutir contigo!

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*

[En respuesta a la carta de una admiradora]: Ahora soy único: un físico con una admiradora que se ha enamorado de él al verlo en la televisión. ¡Gracias, admiradora! Ahora tengo todo lo que cualquiera puede desear. Ya no necesito tener celos de las estrellas de cine. [Carta firmada: Tu admirado (o como sea que lo llames; todo esto es nuevo para mí), Richard P. Feynman]

—Carta a Ilene Ungerleider, agosto de 1975 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.286)

Me encanta el olor de las ratas, porque es el rastro de una aventura apasionante.

—Carta a Gweneth y Michelle Feynman, febrero de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.402)

De modo que he inventado otro mito para mí: que soy irresponsable. Soy activamente irresponsable. A todos les digo que no hago nada. Si alguien me pide que esté en un comité para cuidarme de las admisiones, le digo: «No, soy irresponsable. Me importan un bledo los estudiantes». Naturalmente, los estudiantes me importan, pero sé que alguna otra persona lo hará.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

Es grato ser honrado por los amigos y vecinos. Sin embargo, he descubierto que ganar premios siempre ocasiona algunos inconvenientes y obstáculos. Tuve que ir a Suecia para aceptar un premio, y tuve que levantarme a las 7 de la mañana para aceptar otro.

—Discurso de aceptación del premio de Ciudadano Distinguido de la Cámara de Comercio

Esta es una idea tremenda: que uno haga algunos experimentos minuciosos en lugar de profundos debates filosóficos y que descubra algo.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 7, 17 de octubre de 1961

Por lo tanto, no tengo mucho que decir. Pero de todos modos hablaré durante un buen rato.

—Programa de la Reunión Anual de la Sociedad Física de América, 1950

Desde luego, en el mundo hay muchos fenómenos que no puedes ocultar que son simplemente el resultado de una estupidez general. Y todos nosotros hacemos cosas estúpidas, y sabemos que algunas personas hacen más cosas estúpidas que otras, pero no tiene sentido intentar comprobar quién hace el mayor número.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

[En respuesta a la carta de un admirador]: Uno obtiene una sensación agradable cuando lee cartas de personas a las que les agradó algo que uno hizo, y por lo general el brillo no desaparece a la hora del almuerzo.

—Carta a J. S. Paxton, enero de 1982

Por ejemplo, ahí está lo absurdo de que estos días los jóvenes canten cosas acerca de comedores de hombres de color púrpura y perros de caza, algo que no podemos criticar en absoluto si formamos parte de los antiguos tíos pies planos o de la música descende y nos rodea. Hijos de madres que cantaban sobre «Ven, Josefina, en mi máquina voladora», que parece tan moderna como «Me gustaría

llevarte en un barco lento a la China».^[17] De modo que, en la vida, en la alegría, en la emoción, en los placeres y actividades humanos, y en la literatura y cosas por el estilo, no hay necesidad de ser científico, no hay razón para ser científico. Uno debe relajarse y gozar de la vida.

—«La época acientífica», serie de conferencias John Danz, 1963

Es extraño, pero en las ocasiones infrecuentes en que se me ha pedido que toque los bongos en un lugar formal, al presentador nunca le parece que sea necesario mencionar que también hago física teórica.

—*The Character of Physical Law*, p.13

Amor



Cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

Es necesario enamorarse de una teoría, y al igual que enamorarse de una mujer, esto sólo es posible si uno no la comprende totalmente.

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

Rubia hermosa o no rubia hermosa, sigo sin estar casado, de manera que todavía puedo trabajar en física.

—Carta al Dr. Ted Welton, octubre de 1948

Si estoy sentado junto a una piscina y alguien se lanza al agua y no es demasiado hermosa, de modo que yo pueda pensar en alguna otra cosa, pienso en las olas y en las cosas que se han formado en el agua.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Hay otras cosas en las que los métodos científicos serían de algún valor; son perfectamente evidentes, pero cada vez es más difícil discutirlos; cosas tales como tomar decisiones. No quiero decir que tengan que hacerse científicamente, de la

misma manera que en los Estados Unidos la compañía Rand se prepara y realiza cálculos aritméticos. Esto me recuerda la época en que era estudiante de segundo año en el instituto, en que al hablar sobre mujeres descubrimos que mediante el uso de terminología eléctrica (impedancia, reluctancia, resistencia) teníamos una comprensión más profunda de la situación.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

[Acerca de lo que se sentía más orgulloso]: Pude amar a mi primera esposa con un amor todo lo profundo que yo podía dar.

—*Los Angeles Times*, 16 de febrero de 1988

Mi madre me instruyó, me dijo que debía bajar primero del autobús y ayudarla a bajar a ella, y todo eso, y yo estaba preocupado: ¿de qué le hablaré? Todavía recuerdo de qué hablamos. Es tan tonto, porque, ¿sabe usted?, era la primera experiencia. Me preguntó si yo tocaba el piano, y le dije que había intentado aprender, y que había tomado lecciones durante un corto período. Después ya era mayor; después de muchos largos meses de eso yo sólo podía tocar algo llamado «El baile de las margaritas», o hadas o algo parecido, y esto no me parecía una cosa muy buena, de modo que no seguí con el piano. Hablamos de esto y de aquello. Después, cuando nos despedíamos, ella dijo: «Gracias por una velada encantadora». Yo estaba muy impresionado. Yo estaba muy feliz. Después descubrí, en mi segunda cita, que la chica dijo: «Gracias por una velada encantadora». En mi tercera cita, cuando nos dimos las buenas noches, a la puerta de su casa, le dije: «Gracias por una velada encantadora», y ella quedó paralizada, incapaz de decir nada, porque esto era lo que ella iba a decir. De modo que pronto aprendí a distinguir lo formal de la verdad, ¿ve usted?

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Me asustaban las chicas cuando fui allí. Recuerdo cuando tenía que repartir el correo. Sólo estoy intentando contarle las diferencias. Es interesante la manera en que se desarrollan las actitudes sociales. Cuando yo tenía que repartir el correo y recoger el correo del piso de arriba. Era una época en que algunos de los estudiantes de tercero del instituto tenían unas cuantas novias, dos novias. Allí estaban, sentados en las escaleras y hablando, y yo no tenía la menor idea de cómo iba a poder llevar aquellas cartas pasando entre ellos. Las chicas me aterrorizaban.

Todo esto me asustaba.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

[Sobre su primera esposa]: Esto probablemente le ocurre a todo el mundo, pero en cualquier caso para mí era algo independiente y personal, que su dulzura femenina y su visión distinta del mundo (y ella también era una artista), de lo que era valioso, de lo que era hermoso, etc., eran cosas por las que de ordinario yo no tenía interés, como la falta de interés por las humanidades, en cierto modo. Pero debido a su interés en estas cosas y al amor que se estaba desarrollando entre nosotros, presté mucha atención a estos temas, y me ablandé. Me convertí en mejor persona como resultado de la relación y de escuchar sus ideas.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Filosofía y religión



Impartiendo una clase en el Día del Seminario de Caltech, mayo de 1978.
Cortesía del Instituto de Tecnología de California.

Los filósofos dicen muchas cosas acerca de lo que es absolutamente necesario para la ciencia, y siempre es, hasta donde uno puede ver, bastante ingenuo, y probablemente falso.

—*Feynman Lectures on Physics*, pp.2-7

La ciencia crea un poder mediante su conocimiento, un poder para hacer cosas. Uno es capaz de hacer cosas una vez que algo se conoce desde el punto de vista científico. Pero la ciencia no da instrucciones con este poder acerca de cómo hacer algún bien o en contra de hacer el mal.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

En la mente de muchas personas se plantea la cuestión de si comprenderán alguna vez lo que les gusta denominar consciencia subjetiva o una consciencia personal.

—Conferencias en la Universidad de California en Berkeley, «Tiempo y física en la historia evolutiva», primavera de 1968

¿Cómo podemos mantener esta inspiración sin una teoría metafísica, sin creer necesariamente determinadas ideas, como que Jesucristo ascendió de entre los muertos, o algo por el estilo? ¿Acaso es esto necesario con el fin de creer que la idea de que uno ha de ayudar a su vecino, de que hemos de comportarnos con nuestro vecino como él se comporta con nosotros, es necesario creer que Cristo ascendió de entre los muertos, con el fin de vivir como un cristiano?

—Entrevista para *Viewpoint*

No obstante, hay muchísima más verdad que puede conocerse que la que puede demostrarse.

—*Nobel Lectures, Physics 1963-1970*, Elsevier, Ámsterdam, 1972

Yo, un universo de átomos, un átomo en el universo.

—«El valor de la ciencia», diciembre de 1955

No me parece que este universo fantásticamente maravilloso, esta tremenda extensión de tiempo y espacio y diferentes tipos de animales, y todos los diferentes planetas, y todos estos átomos con todos sus movimientos, etc., toda esta cosa complicada pueda ser meramente un escenario para que Dios pueda contemplar a los seres humanos luchando por el bien y el mal... que es la visión que tiene la religión. El escenario es demasiado grande para el drama.

—Entrevista para *Viewpoint*

Yo diría que la concepción del mundo que tienen los físicos no infringe ninguna de las conjeturas de la biología, o de la religión, o de cualquier otra cosa.

—Conferencias en la Universidad de California en Berkeley, «Tiempo y física en la historia evolutiva», primavera de 1968

No podemos definir *nada* de manera precisa. Si intentamos hacerlo, entramos en esta parálisis del pensamiento que les acaece a los filósofos que están sentados uno frente a otro, y uno le dice al otro: «¡Tú no sabes de lo que hablas!». Y el segundo dice: «¿Qué es lo que quieres decir con *sabes*? ¿Qué quieres decir con *hablas*? ¿Qué quieres decir con *tú*?», y así sucesivamente.

—*Feynman Lectures on Physics*, lección 8, 20 de octubre de 1961

Yo no pretendía realmente insistir en que ética y ciencia están separadas, sino en que la base fundamental de la ética ha de escogerse de alguna manera no científica. Después, una vez esto se ha escogido, la ciencia puede ayudar a decidir si hemos de hacer o no hemos de hacer determinadas cosas. La ciencia puede ayudarnos a ver qué podría ocurrir si las hacemos, pero la cuestión de si queremos que ocurra algo depende de una elección del bien ético último.

—Carta al profesor Lawrence Cranberg, marzo de 1965

Pero resulta que la falsedad y el mal pueden enseñarse tan fácilmente como el bien.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

La paz es una gran fuerza para el bien o para el mal. Cómo pueda serlo para el mal, no lo sé. Lo veremos, si acaso alguna vez logramos la paz.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Los científicos son exploradores, los filósofos son turistas.

—*No Ordinary Genius*, p. 260

Los partidarios de una idea han contemplado con horror las acciones de los que creen en otra. Horror porque desde un punto de vista de discrepancia todas las grandes potencialidades de la raza se canalizaban en un callejón falso y confinado. En realidad, es a partir de la historia de las enormes monstruosidades que se han generado debido a las falsas creencias cuando los filósofos han acabado por darse cuenta de las fantásticas potencialidades y de las maravillosas capacidades de los seres humanos.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Si se contemplan retrospectivamente las peores épocas, siempre parece que hubo tiempos en los que había gente que creía con fe absoluta y dogmatismo absoluto en algo. Y eran tan serios en este asunto que insistían en que el resto del mundo estuviera de acuerdo con ellos.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Digo que no sabemos cuál es el significado de la vida y cuáles son los valores morales correctos, que no tenemos manera de escogerlos.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Todo lo que intento hacer es plantear una cierta duda de confusión en el principio de que la supervivencia permite la ética sin cuestión, y que todo el mundo estará de acuerdo en que la supervivencia es el determinante real del bien. Si uno puede ver que cabe una cierta duda acerca de ello, ¿quién resolverá la duda para la ciencia?

—Carta al profesor Lawrence Cranberg, marzo de 1965 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.150)

Bien, y ahora qué pasa con el vocabulario. ¿Acaso tenemos demasiadas palabras? No, no. Las necesitamos para expresar ideas. ¿Acaso tenemos demasiado pocas palabras? No. Por algún accidente, desde luego, a lo largo de la historia del tiempo, resulta que desarrollamos por accidente la perfecta combinación de palabras.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

Este problema de valores morales y juicios éticos es uno en el que la ciencia no puede entrar.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

Para ver la generosidad, uno tiene que ser lo bastante generoso para no ver la mezquindad, y para ver sólo mezquindad en un hombre uno tiene que ser lo bastante mezquino para no ver la generosidad.

—Carta al reverendo John Alex y a la señora Marjorie Howard, diciembre de 1965 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.184)

Si pensaras que intentabas descubrir más cosas porque obtendrías una respuesta a alguna profunda cuestión filosófica, puede que estuvieras equivocado. Puede ser que no puedas obtener una respuesta a esta pregunta particular al descubrir más cosas acerca del carácter de la naturaleza. Mi interés en ciencia es simplemente descubrir cosas sobre el mundo.

—BBC, «El placer de descubrir», 1981

No deseo ser elegido miembro de la Sociedad Filosófica Americana. Mis razones son completamente personales y no reflejan en absoluto mi opinión de la sociedad. Por el contrario, creo que es una organización magnífica.

—Carta a George W. Corner y a la Sociedad Filosófica Americana, julio de 1968

¿Cuál es, pues, el significado de todo esto? ¿Qué podemos decir hoy en día para disipar el misterio de la existencia?

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Estoy de acuerdo en que la ciencia no puede refutar a Dios. Estoy absolutamente de acuerdo. También acepto que creer en la ciencia y la religión es consistente. Conozco a muchos científicos que creen en Dios. No es mi propósito refutar nada.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Me parece que hay una especie de independencia entre los puntos de vista éticos y morales y la teoría de la maquinaria del universo.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Porque un poco de conocimiento es peligroso, que el joven que aprende únicamente un poco de ciencia piensa que lo sabe todo.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Parece que los aspectos metafísicos de la religión no tienen nada que ver con los valores éticos, que de alguna manera los valores morales parecen estar fuera del ámbito científico.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Los hombres, filósofos de todas las épocas, han intentado encontrar el secreto de la existencia, el significado de todo ello. Porque si pudieran encontrar el significado real de la vida, entonces todo este esfuerzo humano, toda esta maravillosa potencialidad de los seres humanos, podría moverse en la dirección correcta y avanzaríamos con mucho éxito. Y por lo tanto probamos estas ideas diferentes. Pero a la pregunta del significado de todo el mundo, de la vida, y de los

seres humanos, etcétera, han dado respuesta muchísimas personas y muchísimas veces. Lamentablemente, todas las respuestas son diferentes, y la gente que tiene una respuesta contempla horrorizada las acciones y el comportamiento de la gente con otra respuesta.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

No sabemos cuál es el significado de la existencia. Cuando consideramos el resultado de estudiar todos los puntos de vista que hemos tenido antes encontramos que no sabemos el significado de la existencia; pero al decir que no sabemos el significado de la existencia, probablemente hemos encontrado un canal abierto.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Lo que la ciencia es, no es lo que los filósofos han dicho que es.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

En la religión, se enseñan las lecciones morales, pero no se enseñan sólo una vez; se nos suscita una y otra vez, y creo que es necesario que se nos suscite una y otra vez, para recordar el valor de la ciencia para los niños, para los adultos, para todo el mundo, de diversas maneras.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Un hombre no puede vivir más allá de la tumba.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Ahora sabemos que, incluso con valores morales asumidos, los seres humanos son muy débiles; se les han de recordar los valores morales con el fin de que puedan seguir a su consciencia. No es simplemente cuestión de tener la consciencia correcta; es asimismo cuestión de mantener la fortaleza para hacer lo que sabemos que es correcto. Y es necesario que la religión confiera fortaleza y consuelo y la inspiración para seguir estos pareceres morales. Este es el aspecto

inspirador de la religión. Confiere inspiración no sólo para la conducta moral; confiere inspiración asimismo para las artes y para todo tipo de grandes pensamientos y acciones.

—«La relación entre ciencia y religión», mayo de 1956

Es una gran aventura contemplar el universo más allá del hombre, pensar en lo que significa sin el hombre: como fue durante la mayor parte de su larga historia, y como es en la gran mayoría de lugares. Cuando se alcanza finalmente esta opinión objetiva, y se aprecia el misterio y la majestad de la materia, volver entonces el ojo objetivo de nuevo al hombre considerado como materia, ver la vida como parte del misterio universal de la mayor profundidad, es sentir una experiencia que rara vez se describe. Por lo general termina en risa, placer en la futilidad de intentar comprender. Estas opiniones científicas terminan en asombro y misterio, perdidas en los confines de la incertidumbre, pero parecen ser tan profundas e impresionantes que la teoría de que todo está dispuesto simplemente como un escenario para que Dios contemple la lucha del hombre por el bien y el mal parece ser inadecuada.

—«La relación entre ciencia y religión», mayo de 1956

Aunque creo que, de vez en cuando, se encuentran pruebas científicas que pueden interpretarse parcialmente como que confieren determinada evidencia de algún aspecto particular de la vida de Jesucristo, por ejemplo, o de otras ideas religiosas metafísicas, me parece que no hay pruebas científicas relacionadas con la regla de oro. Me parece que esto es, en cierto modo, diferente.

—«La relación entre ciencia y religión», mayo de 1956

La civilización occidental, me parece, se basa en dos grandes tradiciones. Una es el espíritu científico de la aventura: la aventura hacia lo ignoto, un ignoto que ha de reconocerse que es desconocido para poder ser explorado; la demanda de que los misterios incontestables del universo permanezcan incontestados; la actitud de que todo es inseguro; para resumirlo: la humildad del intelecto. La otra gran tradición es la ética cristiana, la base de la acción en el amor, la hermandad de todos los hombres, el valor del individuo: la humildad del espíritu. Estas dos tradiciones son lógicamente, absolutamente consistentes. Pero la lógica no lo es todo; se necesita el corazón para seguir una idea.

—«La relación entre ciencia y religión», mayo de 1956

Una cosa que Von Neumann me proporcionó fue una idea que él tenía y que era interesante. Y es que uno no ha de ser responsable del mundo en el que vive, de modo que he desarrollado un sentido muy potente de irresponsabilidad social como resultado del consejo de Von Neumann. Desde entonces he sido un hombre muy feliz.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

La incertidumbre que es necesaria con el fin de apreciar la naturaleza no se correlaciona fácilmente con la sensación de certeza de la fe que por lo general se asocia con una profunda creencia religiosa.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

La mayoría de las personas son malas, ¿sabe usted?, de una manera o de otra; pero no siempre son malas, y tienen otros puntos buenos para compensar.

—Correspondencia con Mimi Phillips, publicada en el *Wheeling News Register*, 5 de octubre de 1958

A los trece años no sólo me convertí a otros puntos de vista religiosos, sino que dejé de creer que el pueblo judío fuera «el pueblo elegido».

—Carta a Tina Levitan, febrero de 1967 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.236)

Aquí están todos los que han venido, según creo, pero veo a alguien que no está aquí... ¿Qué les parece esto? Ahora bien, esta es una antigua cuestión filosófica, ¿no es verdad?, si uno puede ver a alguien que no está aquí. Recuerdo discutir durante horas y horas en Princeton con los estudiantes graduados, los estudiantes de filosofía, acerca de lo que se quería decir cuando uno decía que no hay pollo en la nevera. Esta es la razón por la que no quiero tener nada que ver con los filósofos.

—Lección Esalen, «Visión de la realidad desde la mecánica cuántica» (1.^a parte), octubre de 1984

En mi opinión, no es posible que la religión encuentre un conjunto de ideas metafísicas que garantice que no entrarán en conflicto con una ciencia siempre en progreso y siempre cambiante que penetre en lo desconocido. No sabemos cómo

dar respuesta a las preguntas; es imposible encontrar una respuesta que algún día no se demuestre que es errónea. La dificultad surge porque tanto la ciencia como la religión intentan aquí dar respuesta a preguntas del mismo ámbito.

—«La relación entre ciencia y religión», mayo de 1956

De modo que a menudo me pregunto: ¿cuál es la relación entre la integridad y trabajar en el gobierno?

—*What Do You Care What Other People Think?*, p.218

Una cosa es que ya no tengo estómago para cuestiones filosóficas y cuestiones políticas. Una de las razones es que me... Las evito de manera mucho más positiva de lo que nunca hice antes. Ni siquiera las discutiré. No sé por qué.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966; 4 de febrero de 1973, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

¿Por qué hacerse a sí mismo desdichado diciendo cosas tales como «¿por qué tenemos tan mala suerte?, ¿qué nos ha hecho Dios?, ¿qué he hecho yo para merecer esto?», ¿todas las cuales, si uno entiende la realidad y se la toma en serio, son irrelevantes e irresolubles? Simplemente, son cosas que nadie puede saber. Su situación es simplemente un accidente de la vida.

—*What Do You Care What Other People Think?*, p.51

En esta época de especialización, hombres que conocen a fondo un campo suelen ser incompetentes a la hora de discutir otro. Los grandes problemas de las relaciones entre un aspecto y otro de la actividad humana se discuten cada vez menos en público, por esta razón. Cuando contemplamos los grandes debates del pasado sobre estos temas, sentimos celos de aquella época, porque nos hubiera gustado la emoción de aquellas discusiones. Los viejos problemas, como la relación entre la ciencia y la religión, están todavía entre nosotros, y creo que presentan dilemas tan difíciles como siempre, pero no se suelen discutir públicamente debido a las limitaciones de la especialización.

—«La relación entre ciencia y religión», mayo de 1956

Naturaleza de la ciencia



Cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

Usted me pregunta, ¿estamos consiguiendo algo? Recuerdo una situación en la que se me preguntó lo mismo. Yo intentaba abrir una caja fuerte. Alguien me preguntó: «¿Qué tal va? ¿Estás consiguiendo algo?». No se puede decir hasta que la abres. Pero has probado con muchos números que sabes que no funcionan.

—Mesa redonda, congreso de física de partículas, Irvine, California, 1971

[Sobre la relación de la física con otras ciencias]: En cualquier caso, uno ve que todo está tan interconectado que no vale la pena darles nombres diferentes excepto por conveniencia.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 3, 3 de octubre de 1961, Preguntas y respuestas

Porque hoy en día todos los físicos saben, a partir del estudio de Einstein y Bohr, que a veces una idea que parece completamente paradójica al principio, si se

analiza enteramente en todo detalle y en situaciones experimentales, puede, en realidad, no ser paradójica.

—*Nobel Lectures, Physics 1963-1970*, Elsevier, Ámsterdam, 1972

Estoy relacionado con varios físicos experimentales y son gente con los pies en el suelo. Por lo tanto, siempre he sospechado que, un día, trabajando lejos de los teóricos, cerca de sus grandes máquinas, se les ocurrirá la idea de un nuevo experimento: un experimento que pondrá a prueba el oráculo. Querrán ver qué ocurriría, sólo para divertirse, si informaran falsamente de que existe una determinada protuberancia, o una oscilación en cierta curva, y ver cómo los teóricos lo predicen. Conozco tan bien a estos hombres que desde el momento en que pensé en esta posibilidad, honestamente siempre me ha preocupado que algún día hagan precisamente esto. Pueden ustedes imaginarse lo absurdos que parecerán los físicos teóricos, al hacer todos estos cálculos complicados para demostrar la existencia de aquella protuberancia, mientras aquellos tipos se desternillan de risa. Por esta razón, he descubierto que casi soy incapaz de hacer cálculos del tipo que la mayoría de la otra gente hace. ¡Tengo miedo de que me pillen!

—Programa de la Reunión Anual de la Sociedad Física de América, 1950

Hay tanta distancia entre las reglas fundamentales y los fenómenos finales que es increíble que la variedad final de fenómenos pueda surgir de una operación tan uniforme de reglas simples.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

El conocimiento científico nos permite hacer todo tipo de cosas y producir todo tipo de cosas. Desde luego, si hacemos cosas buenas, ello es mérito no sólo de la ciencia; es mérito asimismo de la elección moral que nos condujo a un buen trabajo. El conocimiento científico es un poder que nos autoriza a hacer el bien o el mal; pero no lleva instrucciones de cómo usarlo.

—«El valor de la ciencia», diciembre de 1955

Nos gusta decir que el mundo exterior es real o que lo que podemos medir es real, y si observamos durante un poco más de tiempo nos damos cuenta de que la única cosa que es real es lo que sentimos que medimos y cómo sentimos que el mundo exterior podía haber sido fácilmente una ilusión del cerebro.

—Conferencias en la Universidad de California en Berkeley, «Tiempo y física en la historia evolutiva», primavera de 1968

Es probable que una discusión científica implique una gran cantidad de risa e incertidumbre por ambas partes, y que ambas partes piensen en experimentos y ofrezcan apostar por el resultado.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Esta es una de las ventajas de la sociedad moderna: que no tenemos que habérmolas con estos difíciles problemas técnicos.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

Pero no hay nada que se haya encontrado todavía en la biología que indique la inevitabilidad de la muerte.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Ahora pueden ver por qué me siento un tanto incómodo cuando alguien me pide que dé una charla: «Por favor, cuéntenos lo último», porque entonces, naturalmente, ¡les hablo acerca de los problemas que tenemos para comprender las entrañas de un protón! Así, pues, esto les proporciona una cierta idea de por qué me siento tan incómodo al hablar todo el tiempo acerca de cosas de las que no sabemos mucho, ¡y nadie me pide que hable de las cosas de las que lo sabemos todo!

—«Electrodinámica cuántica: fotones, corpúsculos de luz», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

La única manera de tener un éxito real en ciencia, el campo que me es familiar, es describir con mucho detalle las evidencias, sin tener en cuenta la manera como uno cree que debieran ser. Si uno tiene una teoría, ha de intentar explicar de igual manera lo que tiene de bueno y lo que tiene de malo. En ciencia, uno aprende una especie de integridad y de honestidad habituales.

—*What Do You Care What Other People Think?*, pp.117-118

El problema con los profesores de física, dicen ustedes, es que no explican la

mecánica cuántica de esta manera, que las partículas se comportan como ondas, o que se comportan como bolas de billar, o que se comportan como... no sé qué. No se comportan como nada que conozcamos, ¿saben? De modo que es imposible describir las cosas excepto de manera analítica.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 2, 29 de septiembre de 1961

Como de costumbre, la imaginación de la naturaleza sobrepasa con mucho a la nuestra, como hemos visto a partir de las otras teorías que son sutiles y profundas. Conseguir esta hipótesis sutil y profunda no es tan fácil. Uno ha de ser realmente listo para adivinar, y no es posible hacerlo ciegamente, mecánicamente.

—*The Character of Physical Law*, p.162

Sí, bueno, iluminamos un rincón y es apasionante cuando llegamos allí, pero si te quedas atascado en un muro, entonces no sirve de nada; hemos de encontrar otra salida, ¿de acuerdo?

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de febrero de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

La física no es matemáticas, y las matemáticas no son física. Una ayuda a la otra. Pero en física has de tener una comprensión de la conexión de las palabras con el mundo real. Es necesario, al final, traducir lo que has imaginado al inglés, al mundo, a los bloques de cobre y vidrio con los que vas a hacer experimentos. Sólo de esta manera descubrirás si las consecuencias son ciertas.

—*The Character of Physical Law*, p.55

Ahora bien, este poder para hacer cosas no lleva consigo instrucciones de cómo usarlo, si usarlo para el bien o para el mal. El producto de este poder es el bien o el mal, depende de cómo se use.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

En general, buscamos una nueva ley según el proceso siguiente. Primero la suponemos. Después computamos las consecuencias de la suposición para ver qué implicaciones habría si esta ley que supusimos es correcta. Entonces comparamos el resultado del cómputo con la naturaleza, con experimento o experiencia, lo comparamos directamente con la observación, para ver si funciona. Si no coincide

con el experimento, es errónea. En esta sencilla afirmación está la clave de la ciencia. No supone ninguna diferencia lo bonita que sea tu suposición. No supone ninguna diferencia lo listo que seas, quién hizo la suposición o cuál sea su nombre: si no está de acuerdo con el experimento, está equivocada.

— *The Character of Physical Law*, p.156

Los matemáticos exploran en todas direcciones, y para un físico es más rápido ponerse al día en lo que necesita que intentar estar informado de todo lo que concebiblemente le sería útil.

— Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Intentamos demostrar que estamos equivocados tan rápidamente como sea posible, porque sólo de esta manera podemos encontrar el progreso.

— *The Character of Physical Law*, p.158

Descubrir las leyes de la física es como intentar ensamblar las piezas de un rompecabezas. Tenemos todas estas piezas diferentes, y hoy en día proliferan muy rápidamente. Muchas de ellas se encuentran por ahí y no pueden encajarse con otras. ¿Cómo sabemos que corresponden al mismo rompecabezas? ¿Cómo sabemos que forman realmente parte de una imagen? No estamos seguros, y esto nos preocupa en cierto modo, pero nos anima ver que varias piezas tienen características comunes. Todas muestran un cielo azul, o bien están todas hechas del mismo tipo de madera.

— *The Character of Physical Law*, p.83

Lo que es necesario «para la existencia misma de la ciencia», y lo que son las características de la ciencia, no han de estar determinados por precondiciones pomposas, están determinados por el material con el que trabajamos, la misma naturaleza. Observamos, y vemos lo que encontramos, y no podemos decir satisfactoriamente con antelación qué aspecto tendrá.

— *The Character of Physical Law*, p.147

Si la ciencia ha de avanzar, lo que necesitamos es la capacidad de experimentar, honestidad a la hora de informar de los resultados (los resultados han de difundirse sin que nadie diga cómo le hubiera gustado que fueran los resultados) y finalmente, una cosa importante, la inteligencia para interpretar los

resultados.

— *The Character of Physical Law*, p.148

De modo que mi antagonista preguntó: «¿Es imposible que existan platillos volantes? ¿Puede usted demostrar que es imposible?». «No», le dije. «No puedo demostrar que es imposible. Sólo es muy improbable». Y a esto me contestó: «Usted es muy poco científico. Si no puede demostrar usted que es imposible, ¿entonces cómo puede decir que es improbable?». Pero esta es la manera de ser científico. Es científico decir únicamente lo que es más probable y lo que es menos probable, y no estar demostrando continuamente lo posible y lo imposible.

— *The Character of Physical Law*, pp.165-166

Cuando uno está poniendo juntas ideas que son vagas y difíciles de recordar, esto es algo parecido (tengo muchas veces esta sensación), es parecido a construir estos castillos de naipes y cada carta es inestable, y si nos olvidamos de una, todo el conjunto se viene abajo y no sabes cómo llegaste hasta allí. Tienes que construirlo de nuevo. Si te interrumpen, y si olvidas cómo van juntas las cartas (las cartas son partes diferentes de la idea, o diferentes tipos de ideas que tienen que ponerse juntos para construir la idea principal), es un jaleo y es fácil equivocarse. Hace falta mucha concentración: mucho tiempo para pensar.

— BBC, «El placer de descubrir», 1981

Es un conocimiento mucho más profundo y cálido, y significa que uno puede estar excavando en algún lugar en el que está convencido temporalmente de que encontrará la respuesta, y llega alguien y dice: «¿Has visto con lo que han dado ahí al lado?», y miras y dices: «¡Vaya! ¡Estoy en el lugar equivocado!». Ocurre continuamente.

— Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

La idea es intentar dar toda la información para contribuir a que otros juzguen el valor de tu contribución: no sólo la información que conduce al juicio en una dirección concreta u otra.

— «La ciencia del culto al cargamento», discurso inaugural en el Caltech, 1974

Integridad científica. Un principio de pensamiento científico que es

honestidad absoluta.

—Notas personales

El principio de la ciencia, casi su definición, es el siguiente: el distintivo de todo el saber es el experimento. El experimento es el único juez de la «prueba».

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 1, 26 de septiembre de 1961

En este complicado surtido de cosas que se mueven, se puede imaginar que es algo parecido a intentar contemplar una gran partida de ajedrez que juegan los dioses. Y no conocemos cuáles son las reglas del juego, pero todo lo que se nos permite es observar cómo juegan. Ahora bien, desde luego, si observamos durante un tiempo lo bastante prolongado, podemos captar al final algunas de las reglas. Las reglas del juego es lo que yo quiero decir con física fundamental.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 2, 29 de septiembre de 1961

Si nos dicen que una determinada situación ha de producir siempre el mismo resultado, eso está muy bien. Pero si cuando lo probamos no ocurre, entonces no ocurre. Simplemente, hemos de tomar lo que vemos.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 2, 29 de septiembre de 1961

Puesto que la ciencia es buena, digámoslo así, ello no significa que lo que no es ciencia no sea bueno.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 3, 3 de octubre de 1961

Incidentalmente, el psicoanálisis no es una ciencia: es un asunto médico, es como la curandería. Tiene una teoría acerca de qué causa la enfermedad: muchos espíritus diferentes, y esto y aquello. Digamos que el curandero tiene una teoría según la cual la enfermedad es causada por un espíritu que viene a través del aire; es cierto, hay algo que, efectivamente, se transmite por el aire; pero no es el mismo tipo de espíritu, y no nos libraremos de él, pongamos por caso, agitando una serpiente, pero la quinina sí que ayuda a combatir la malaria. De modo que, si caes enfermo, te sugeriría que vayas al curandero porque es el hombre de la tribu que

más sabe sobre la enfermedad; por otro lado, no es ciencia.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 3, 3 de octubre de 1961

Es bastante fácil inventar una teoría hablando.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 7, 17 de octubre de 1961, Preguntas y respuestas

No es que yo supiera que era listo. Sólo es que... ¿ve?, las cosas científicas son racionalmente correctas.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Sí, siempre he estado interesado en la relación, los asuntos prácticos; que la cosa no significa realmente nada a menos que haya alguna manera de hacer que algo funcione.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Has de saber, si sabes cómo jugar al ajedrez, que es fácil aprender todas las reglas, y aun así es muy difícil seleccionar el mejor movimiento, o comprender por qué Alekhine^[18] hizo aquello. Y así, de la misma manera, ocurre en la naturaleza, sólo que mucho peor, que podemos ser capaces de encontrar todas las reglas (en realidad, no tenemos todas las reglas, sabemos que no poseemos todas las reglas), y de vez en cuando ocurre algo parecido al enroque, o algo parecido, que todavía no comprendemos.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 2, 29 de septiembre de 1961

Porque hay muchas personas que sienten que la manera de hacerlo es encontrar en qué problemas están trabajando las grandes figuras, y trabajar en ello. No es un plan demasiado bueno. Puede que estés persiguiendo el objetivo equivocado, si es que tú no pensaste en ello antes.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Si es física, es interesante. ¿Ve?, todo encaja perfectamente.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Pero el experimento precioso, que todavía recuerdo, en el laboratorio, era este. Había una anilla. ¿Sabe usted?, otros experimentos... bajar con el aparato, con tapones que despedían chispas, con ruedas, con todo tipo de cosas. Había un gancho en la pared; quiero decir un clavo clavado en la pared, y una anilla de metal, una anilla metálica, un *anellus*, como quiera que se le llame, como una arandela grande, un gran objeto. Decía: «Colgadlo en la pared, medid el período, calculad el período a partir de la forma, y ved si concuerdan». Me encantaba. Pensé que era la cosa más condenadamente buena. Los otros experimentos no me importaban tanto (estoy intentando recordarlo), me gustaban, pero implicaban chispas y todos los demás abracadabras, que eran demasiado fáciles. Con todo este equipo, se podía medir la aceleración de la gravedad. Pero pensar que la física es tan buena, no que puedas resolver algo cuidadosamente preparado, sino algo tan natural como una anilla vieja y asquerosa que colgaba de un gancho... esto me impresionó, que ahora yo tuviera el poder de decir qué es lo que algo tan estúpido como esto iba a hacer.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

La situación es, como ocurre siempre que estamos cerca de la respuesta, que parece mucho más sencillo de lo que tiene ningún derecho a ser. Y hemos de comprender esta simplicidad. Y por qué pensamos que tendría que ser más complicado. Nuestra mente es demasiado complicada, de alguna manera.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

Yo tengo un principio para las teorías de la interacción fuerte: si la teoría es complicada, es errónea.

—Mesa redonda, congreso de física de partículas, Irvine, California, 1971

No soy en absoluto pesimista: la respuesta acabará por caer. No podemos fracasar. La naturaleza no puede resistir la penetración perpetua mediante experimento, y estos simios que están sentados de manera tosca y torpe, contemplando lo que ocurre, más pronto o más tarde acabarán viendo, cuando se

les restriegue la respuesta por la nariz, lo que es.

—Mesa redonda, congreso de física de partículas, Irvine, California, 1971

Se puede reconocer la verdad por su belleza y su simplicidad.

—*The Character of Physical Law*, p.171

Algunos teóricos no comprenden la relación de la teoría con el experimento; ¿y dónde residen el origen y prueba reales de todo su conocimiento?

—Carta al Dr. Blas Cabrera, septiembre de 1982 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.349)

En ciencia (a diferencia de lo que ocurre en los negocios o en cualquier otra empresa) todos trabajamos juntos, cooperando para intentar entender la naturaleza, y hemos aprendido a ser muy cautos a la hora de reconocer y elogiar a quienquiera que consigue una nueva idea realmente útil.

—Carta al Dr. Rafael Dy-Liacco, junio de 1978 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.321)

Las ideas nuevas siempre son fascinantes, porque los físicos quieren descubrir cómo funciona la naturaleza. Cualquier experimento que se aparte de las expectativas según la ley conocida reclama la atención inmediata, porque podemos encontrar algo nuevo.

—Carta a L. Dembart (*Los Angeles Times*), enero de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.397)

La mayoría de nuestros problemas son provocados por el hombre, de este tipo.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

En realidad, seguramente la mejor manera de definir a un ingeniero es como un hombre que sabe cómo convertir energía de una unidad en otra.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

Las complicaciones de los argumentos relativistas son que uno tiene dos puntos de vista. Lo común que hace un principiante es pasar de uno a otro una vez y otra durante un cálculo.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

Es asombrosa la reducida capacidad predictiva que tiene la física teórica, aunque se basa únicamente en principios fundamentales bien establecidos.

—Carta al Dr. Hans Bethe, junio de 1951

No existe en la actualidad, según mi opinión, ninguna ciencia capaz de seleccionar o juzgar adecuadamente a las personas. De modo que dudo que se conozca ningún método inteligente.

—Carta a Douglas M. Fowle, septiembre de 1962 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.135)

Los físicos que consideran la psicología, a fuerza de hábito, intentan sugerir que se encuentre algún elemento simple para estudiar, en lugar de todo el cerebro humano a la vez.

—Sobre la visión humana y animal, en una carta a Edwin H.Land (Compañía Polaroid), mayo de 1966 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.223)

Cada vez hay más personas que encuentran que la física fundamental es un tema relativamente poco interesante. Así permanece en un estado incompleto, con unos cuantos que trabajan muy lentamente a la vanguardia de la pregunta de ¿cuál es el campo tensor de tercer orden que tiene una constante de acoplamiento 10^{30} veces menor que la gravedad?

—Centenario del MIT, «Conferencia de nuestra época», diciembre de 1961

El objetivo del pensamiento científico es predecir qué ocurrirá en determinadas circunstancias experimentales.

—Carta a F. Harrison Stamper, abril de 1962

No siempre es una buena idea ser demasiado preciso.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

La característica más obvia de la ciencia es su aplicación, el hecho de que como consecuencia de la ciencia tenemos el poder de hacer cosas.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Pero si una cosa no es científica, si no puede someterse a la prueba de la observación, esto no significa que esté muerta, o que esté equivocada, o que sea estúpida. No intentamos aducir que la ciencia es algo de alguna forma bueno y que otras cosas son de alguna forma no buenas.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Incidentalmente, el mero hecho de que existan reglas que pueden comprobarse es una especie de milagro; que sea posible encontrar una regla, como la ley cuadrática inversa de la gravitación, es algo así como un milagro.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

La ciencia no es un asunto de especialistas; es completamente universal.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

La velocidad a la que la ciencia se ha desarrollado durante los últimos doscientos años ha ido aumentando progresivamente, y ahora hemos alcanzado una culminación de la velocidad.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

El que algo no sea científico no es malo, no tiene nada que ver con ello.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

A diferencia de otros temas científicos, no ha habido un desarrollo general detallado de nuestras ideas del tiempo. No sabemos mucho más de lo que se conoce a partir del sentido común. Todos conocen como fluye inexorablemente hacia delante, y el científico con todos sus estudios ha encontrado relativamente poco que añadir a nuestro conocimiento de este misterio.

—De las notas para el programa *Sobre el tiempo*, 1957

Los problemas científicos, por así decirlo, se separan en dos clases. Una, los destinados a comprender el origen de la disposición de las cosas tal como las encontramos, y otra, los que quieren entender cómo se comportarán si empiezan en una circunstancia dada.

—De las notas para el programa *Sobre el tiempo*, 1957

Es interesante que esta minuciosidad, que es una virtud, a menudo sea mal interpretada. Cuando alguien dice que algo se ha hecho científicamente, a menudo todo lo que quiere decir es que se ha hecho minuciosamente.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Supongamos que Galileo estuviera aquí y que le mostráramos el mundo tal como es hoy en día e intentáramos hacerlo feliz, o ver qué es lo que descubre. Y le hablaríamos acerca de las cuestiones de evidencia, aquellos métodos de juzgar las cosas que él desarrolló. Y le indicaríamos que todavía nos hallamos exactamente en la misma tradición, la seguimos exactamente, incluso en el detalle de realizar mediciones numéricas y de utilizarlas como una de las mejores herramientas, al menos en física. Y que las ciencias se han desarrollado de una manera muy buena de forma directa y continua a partir de su original, en el mismo espíritu que él desarrolló. Y que como resultado ya no hay más brujas ni fantasmas.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Ahora bien, podría ser verdad que la astrología esté en lo cierto. Podría ser verdad que si vamos al dentista el día en que se encuentra en ángulo recto con respecto a Venus, esto sea mejor que si vamos otro día distinto. Podría ser verdad que pudiéramos curarnos por el milagro de Lourdes. Pero si es verdad, debería investigarse. ¿Por qué? Para mejorarlo. Si es verdad, entonces quizá pudiéramos descubrir si las estrellas influyen realmente sobre la vida; que pudiéramos hacer que el sistema fuera más potente al investigar estadísticamente, al juzgar científicamente las pruebas y hacerlo de manera objetiva y más detenida.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

La ciencia es una larga historia de aprender la manera de no engañarnos.

—Citado en K. C. Cole, *The Universe and the Teacup: The Mathematics of Truth*

and Beauty, 1998^[19]

Creo que hemos de atacar aquellas cosas en las que no creemos. No atacar por el método de cortar la cabeza de la gente, sino atacar en el sentido de discutir.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Estoy absolutamente convencido de que la visión del mundo de la física es adecuada para describir los fenómenos de experiencias de otras ciencias.

—Conferencias en la Universidad de California en Berkeley, «Tiempo y física en la historia evolutiva», primavera de 1968

En física creemos amablemente que tenemos una teoría por la que, si se nos dicen las condiciones iniciales, predeciremos lo que ocurrirá en el futuro.

—Conferencias en la Universidad de California en Berkeley, «Tiempo y física en la historia evolutiva», primavera de 1968

Otras teorías, temas, poseen una cosa llamada «pasado» como una parte fundamental de esta estructura teórica. Pero la física no suele requerir un estudio del pasado con el fin de analizar qué es lo que ocurrirá a continuación.

—Conferencias en la Universidad de California en Berkeley, «Tiempo y física en la historia evolutiva», primavera de 1968

Hay una manera de pensar en el pasado que lo convierte en el presente, lo que hace que una teoría del pasado sea realmente una teoría predictiva de lo que ocurrirá en el futuro.

—Conferencias en la Universidad de California en Berkeley, «Tiempo y física en la historia evolutiva», primavera de 1968

Hay esta relación de la física y la biología en la que todos hablamos mucho e intentamos describir el mundo biológico describiendo siempre cosas exteriores. Siempre intentamos describirte a ti, nunca a mí.

—Conferencias en la Universidad de California en Berkeley, «Tiempo y física en la historia evolutiva», primavera de 1968

Si existe esta consciencia, entonces tenemos un gran número de preguntas acerca de cómo apareció por evolución, cuán extensa es, cuán extendida está en el mundo natural entre otros animales o incluso en el mundo natural, etcétera. Produce más preguntas que respuestas. No obstante, hay muchos de vosotros que sospecho que tienen una especie de sensación de que todo es real desde dentro, como lo es a la luz.

—Conferencias en la Universidad de California en Berkeley, «Tiempo y física en la historia evolutiva», primavera de 1968

No intentamos descubrir con seguridad qué aspecto tiene el mundo, sino lo que hemos visto hasta ahora.

—Lección Esalen, «Visión de la realidad desde la mecánica cuántica» (1.^a parte), octubre de 1984

Suspendemos una conjetura de que somos capaces de decir «esta es una condición de esto o de aquello» cuando todavía no hemos hecho ninguna observación. Y después podemos continuar pensando francamente, y esta es la manera más eficiente que conocemos.

—Lección Esalen, «Visión de la realidad desde la mecánica cuántica» (1.^a parte), octubre de 1984

Esto es lo que es la ciencia: el resultado del descubrimiento que vale la pena volver a comprobar mediante nueva experiencia directa, y no necesariamente confiar en la experiencia de la raza del pasado.

—Conferencia en el 14.^o Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Existe asimismo un valor de la ciencia en el valor que enseña, el valor del pensamiento racional, así como la importancia de la libertad de pensamiento; los resultados positivos que provienen de dudar que las lecciones sean verdad.

—Conferencia en el 14.^o Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Por lo general, cuando publicamos cosas, las cosas que publicamos en las revistas técnicas están pulidas muy cuidadosamente, y se eliminan todas las rutas y callejones laterales y todas las ideas previas, etcétera, que se tomaron. No se

describe nuestra aventura personal ni nuestra sucesión de ideas. Las referencias que se presentan corresponden a la primera persona que pensó en aquello, no al tipo que nos dio la referencia, y así sucesivamente.

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

Pienso que quizá sea esta la razón por la que los jóvenes tienen éxito. No saben lo suficiente. Porque cuando uno sabe lo suficiente es evidente que cualquier idea que uno tenga no es buena.

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

Todo lo que hacen es tomar el mundo físico y cortarlo en lonchas para analizarlo. Y este lo analizáis de una manera distinta, y con independencia de la manera como lo rebanáis, es la misma mortadela, de modo que debierais observar la mortadela, no el proceso de cortarla en lonchas.

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

Fijaos en el rodeo salvaje y maravilloso que di para volver a nada. Ni siquiera resolví el problema de la autoenergía infinita; sigue siendo tan infinita como era antes de que yo empezara.

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

Parece que es posible escribir de muchas maneras diferentes cada una de las teorías que tenemos en el mundo, y observarlas desde muchísimos puntos de vista físicos distintos.

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

Me parece relativamente maravilloso que las leyes de la física sean de tal manera que puedan escribirse de otra manera que no es obviamente la misma y sin embargo es la misma. Quiero proponer, sólo por diversión (aunque tengo que pensar más en ello para ver si es razonable), que ello se debe a que es simple, y que una cosa simple es algo que puede describirse de dos maneras diferentes y uno no sabe que está describiendo la misma cosa. Mientras que si se toma una cosa complicada, con el fin de describirla completamente, ya ha dicho tantas cosas de ella, que no hay otra manera de que uno pueda ver que tiene un aspecto distinto.

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

Cuando observas las cosas desde diferentes puntos de vista, si no vendes tu alma a uno de ellos, que es lo que yo hacía, sino que los tomas todos, entonces eres mucho mejor.

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

Las probabilidades de que tu teoría sea en realidad correcta y de que la cosa general en la que todos están trabajando sea correcta, son bajas. Pero las probabilidades de que tú, Little Boy Schmidt, seas el tipo que descubras la solución, no son más bajas.

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

Es muy importante que no todos sigamos la misma moda. Porque aunque es seguro en un 90 por 100 que la respuesta está ahí, donde trabaja [Murray] Gell-Mann, ¿qué ocurre si no es así, y si todo el mundo está haciendo lo mismo?

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

Si os decidís a poner una teoría a prueba, o queréis explicar alguna idea, siempre tenéis que decidir publicarla, salga como salga. Si sólo publicamos resultados de un determinado tipo, podemos hacer que el argumento parezca bueno. Hemos de publicar AMBOS tipos de resultados.

—«La ciencia del culto al cargamento», discurso inaugural en el Caltech, 1974

A pesar del hecho de que la ciencia puede producir un horror enorme en el mundo, tiene valor porque puede producir algo.

—«El valor de la ciencia», diciembre de 1955

La ciencia es una forma de enseñar de qué manera se llega a conocer algo, lo que no se conoce, hasta qué punto las cosas se conocen (porque nada se conoce absolutamente), cómo manejar la duda y la incertidumbre, cuáles son las reglas de la evidencia, cómo pensar en las cosas de manera que se puedan emitir juicios, cómo distinguir la verdad del fraude y del espectáculo. Estos son ciertamente réditos secundarios importantes de enseñar ciencia, y física en concreto.

—«El problema de enseñar física en Latinoamérica», 1963

Puede que no sea de esta manera, ¡en cuyo caso uno busca la maldita cosa que encontró!

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

¡Toda la idea con la que empezaste se fue! Este es el tipo de cosa excitante que ocurre de vez en cuando.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Hasta aquí, la física ha intentado encontrar leyes y constantes sin preguntar de dónde venían, pero puede que estemos acercándonos al punto en el que nos veremos obligados a considerar la historia.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

La lección que aprendes, a medida que vas creciendo en física, es que lo que podemos hacer es una fracción muy pequeña de lo que hay.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Tenemos la ilusión de que podemos hacer cualquier experimento que queramos. Sin embargo, todos procedemos del mismo universo que evoluciona, y no tenemos realmente ninguna libertad «real». Porque obedecemos a determinadas leyes y procedemos de un determinado pasado.

—Conferencia en el MIT, mayo de 1981

También existe la posibilidad de que no comprendáis porque estéis un poco confundidos. Estáis seguros de que tenéis que haber interpretado mal lo que dije o algo por el estilo, y desconectáis. Dejadme que os asegure que la mayor parte del tiempo interpretasteis correctamente lo que dije porque la manera en la que la naturaleza funciona realmente va a ser tan sorprendente que tampoco vais a creer esto.

—«Electrodinámica cuántica: fotones, corpúsculos de luz», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

La ciencia (es decir, la ciencia pura) no puede florecer, o en el mejor de los casos sólo puede florecer por accidente.

—Notas para la charla «La ciencia en América»

Es natural explicar ideas nuevas en los términos de lo que ya está en nuestra cabeza, pero todos estos conceptos se amontonan unos encima de otros: esta idea se enseña en términos de aquella idea, y aquella idea se enseña en términos de otra idea, que proviene del cálculo, ¡que puede ser distinta para personas distintas!

—*What Do You Care What Other People Think?*, p.59

Cuando el argumento para la existencia de un término es únicamente para explicar un experimento único, es una cuestión de gusto físico.

—Programa de la Reunión Anual de la Sociedad Física de América, 1950

Tengo la sensación de que en cada reunión se hacen muy pocos progresos. No obstante, si consideramos cualquier extensión de tiempo razonable, pongamos que unos pocos años, encontramos un progreso fantástico y es difícil comprender cómo puede suceder esto al mismo tiempo que en cualquier momento dado no ocurre nada. Pienso que es algo parecido a la manera en que las nubes cambian en el cielo: gradualmente desaparecen de aquí y crecen allí, y si miramos más tarde es diferente.

—Programa de la Reunión Anual de la Sociedad Física de América, 1950

En la actualidad, resulta evidente para cualquiera que la física se halla casi totalmente en manos de los experimentadores. Pienso, no obstante, que deberíamos apreciar que se supone que la teoría tiene un valor predictivo.

—Programa de la Reunión Anual de la Sociedad Física de América, 1950

Si intentamos poner a prueba la teoría moderna en función de su valor predictivo, encontramos que este es muy débil.

—Programa de la Reunión Anual de la Sociedad Física de América, 1950

Cuando se descubre una nueva partícula o un nuevo hecho, fijaos que todos los teóricos hacen una de estas dos cosas: o bien forman un grupo, o bien se dispersan.

—Programa de la Reunión Anual de la Sociedad Física de América, 1950

Se ha de buscar con gran esfuerzo para encontrar un fracaso «esperado». Probablemente me he convertido desde mi prejuicio de que ha de fracasar, justo a tiempo para que me coja desprevenido un experimento realizado al mes siguiente que demuestra que, efectivamente, eso es lo que ocurre.

—«La situación actual en electrodinámica cuántica», Congreso Solvay, 1961

En los mares del Sur existe un culto al cargamento. Durante la segunda guerra mundial, aquella gente veía aviones que aterrizaban y descargaban gran cantidad de material bueno, y quieren que ahora ocurra lo mismo. De modo que disponen las cosas para que parezcan pistas de aterrizaje, ponen fuegos a lo largo de las mismas, construyen una choza de madera para que en ella se siente un hombre, con dos piezas de madera en su cabeza como si fueran auriculares, y barras de bambú que sobresalen como antenas: es el controlador. Esperan que los aviones aterricen. Lo hacen todo bien. La forma es perfecta. Pero no funciona. Por eso llamo a estas cosas «la ciencia del culto al cargamento», porque siguen todos los preceptos y formas aparentes de la investigación científica, pero les falta algo esencial.

—Entrevista en *U. S. News and World Report*, febrero de 1985

A menudo, el progreso científico para descubrir cosas nuevas resulta de observar pequeñas desviaciones a partir de las predicciones de teorías antiguas, y esto no puede hacerse a menos que las predicciones sean muy precisas y detalladas.

—«El comportamiento cualitativo de la teoría de Yang-Mills en $2 + 1$ dimensiones», enero de 1981

Si habéis oído que el átomo es como un sistema solar en pequeño, con el núcleo en el centro como el Sol y los planetas girando alrededor como los electrones, entonces habéis retornado a mil novecientos y algo.

—«Electrodinámica cuántica: los electrones y sus interacciones», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

Es interesante que algunas personas encuentren que la ciencia es muy interesante, y otras personas la encuentren aburrida y difícil. Especialmente los niños: algunos simplemente disfrutan con ella.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

En el caso de la ciencia, pienso que una de las cosas que la hacen difícil es que hace falta mucha imaginación. Es muy difícil imaginar todo lo extravagantes que son realmente las cosas.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Hay determinadas disciplinas en el campo de la ciencia en las que tienes que aprender a saber cuándo sabes y cuándo no sabes, y qué es lo que sabes y qué es lo que no sabes. ¡Has de tener cuidado en no confundirte!

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

El mundo es extraño; el universo entero es muy extraño, pero cuando se contemplan los detalles, se encuentra que las reglas son muy sencillas.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

Creo que los números son un problema en astronomía... los tamaños y los números.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Yo diría que Newton es un genio de algo, un maestro de algo. Es el tipo que nos enseñó cómo pensar sobre ciencia de manera moderna, con el fin de que pudiéramos hacer algún progreso. Es quien distinguió de manera muy detallada entre los hechos que quería desarrollar y determinar experimentalmente: «¡Esto ocurrió realmente!».

—«Electrodinámica cuántica: ajustes de reflexión y transmisión», conferencias *sir Douglas Robb*, Universidad de Auckland, 1979

Primero tenéis que decirme por qué un gramo es tan grande como es. Y ello se debe a que alguien eligió un gramo durante la Revolución Francesa o algo parecido. Decidieron que esto y esto es un gramo, ¡y por ello un electrón tiene tantos gramos!

—«Electrodinámica cuántica: nuevos interrogantes», conferencias *sir Douglas Robb*, Universidad de Auckland, 1979

Esta es una ventaja que tenemos los físicos: sabemos qué encontramos hace un siglo.

—Carta al Dr. Robert S. Alexander, noviembre de 1965

Quise ofrecerles una cierta valoración del mundo maravilloso y de la manera que tiene el físico de observarlo que, según creo, es una parte principal de la verdadera cultura de la época moderna. (Probablemente haya profesores de otros temas que objeten, pero creo que están totalmente equivocados). Quizá no sólo tengáis una cierta valoración de esta cultura; incluso es posible que queráis unirlos a la mayor aventura que la mente humana haya iniciado jamás.

—*Feynman Lectures on Physics*, Apéndice

La concentración actual de instalaciones de investigación y de universidades científicas presenta peligros evidentes.

—Carta al profesor M. L. Oliphant, en relación con la expansión de la investigación en el extranjero (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.82)

Muchos físicos están trabajando muy duro para intentar componer una gran imagen que lo unifique todo en un modelo magnífico. Es un juego delicioso, pero en el momento actual ninguno de los especuladores se pone de acuerdo con ningún otro especulador acerca de cuál sea la gran imagen.

—*QED: The Strange Theory of Light and Matter*, p.150

Si estoy jugando en Las Vegas, y estoy a punto de poner una cierta cantidad de dinero en el número veintidós de la ruleta, y la chica que está a mi lado derrama su bebida porque ve a alguien que conoce, de manera que me detengo antes de apostar, y sale el número veintidós, puedo ver que para mí, toda la trayectoria del universo pendía del hecho de que algún pequeño fotón incidiera en las terminaciones nerviosas de la retina de la chica.

—*Feynman Lectures on Gravitation*

[Acerca de lo que señalaría el final de la física]: Buscar problemas... y no encontrar ninguno.

—Mesa redonda en el MIT

[Sobre su padre]: Fue en gran medida un autodidacta: leía mucho y estudiaba mucho porque, como ahora sé, entendía mucho de ciencia.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

La ciencia no tiene un propósito; la investigación en ingeniería sí. Nuestros mayores progresos proceden de investigadores no dirigidos al uso, sino sólo a divertirse, a la curiosidad y al deseo de comprender.

—Notas de Los Álamos

No hay necesidad de detener la investigación atómica para controlar la bomba. El único requisito real es controlar el uso al que se dedica la investigación.

—Notas de Los Álamos

Los problemas de la química y la biología se verán muy facilitados si al final se desarrolla nuestra capacidad de ver lo que estamos haciendo y hacemos cosas a un nivel atómico, una evolución que pienso que es inevitable.

—Notas personales

En ciencia no existe ninguna afirmación exacta sobre nada.

—Notas personales

Lo que ocurre cuando las ideas físicas llegan al mundo exterior, y se aplican a la sociedad y a la psicología, etcétera, es que resultan distorsionadas hasta tal punto que se convierten en cosas triviales, obvias, aburridas, sin precisión ni exactitud.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

Tienes que detenerte y pensar en ello, para obtener realmente el placer acerca de la complejidad, la inconcebible naturaleza de la naturaleza.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Pienso que el descubrimiento de la electricidad y el magnetismo y los

efectos electromagnéticos que finalmente se resolvieron son probablemente la transformación más fundamental de la cosa más notable de la historia, el mayor cambio en la historia.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Con el fin de hablar acerca del impacto de las ideas en un campo sobre las ideas en otro campo uno siempre es propenso a ser un idiota de un tipo u otro. En estos días de especialización, hay pocas personas que tengan un conocimiento tan profundo de dos departamentos de nuestro conocimiento que no se pongan en ridículo en uno u otro.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Cómo podemos decir que sólo se ha de permitir a los mejores unirse a los que ya están dentro, sin proclamar a voces a nuestro yo interior que los que estamos dentro hemos de ser muy buenos, realmente. Desde luego, yo creo que soy muy bueno, pero esto es un asunto privado y no puedo admitir públicamente que lo hago, en la medida en que tengo el coraje de decidir que este hombre, o aquel, no son dignos de unirse a mi club de elite.

—Carta al Dr. Detlev W. Bronk y la Academia Nacional de Ciencias, agosto de 1961 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.108)

Os introduje a las teorías gauge, si lo recordáis. Pero debo confesar que no estoy en absoluto contento con ellas. Son como mapas que muestran las diferentes partículas. Un mapa ordinario que muestra las cumbres de las montañas no nos dice por qué las montañas están ahí. Todavía tenemos que encontrar cómo funciona la Tierra.

—Entrevista en la BBC, «Más allá de las teorías actuales»

La ciencia significa, a veces, un método especial de descubrir cosas. A veces significa el cuerpo de conocimientos que surge de las cosas que se descubren. También puede significar las nuevas cosas que se pueden hacer cuando se ha descubierto algo, o la realización real de cosas nuevas.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Al aprender ciencia aprendes a manejar prueba y error, a desarrollar un espíritu de invención y de indagación libre, que es de un valor tremendo mucho

más allá de la ciencia. Uno aprende a preguntarse: «¿Hay una manera mejor de hacerlo?». (Y la respuesta a esto no es el reflejo condicionado: «Veamos cómo lo hacen en los Estados Unidos», ¡porque ciertamente ha de haber una manera mejor que esta!)

—«El problema de enseñar física en Latinoamérica», 1963

[Sobre la revelación]: Y después, piensas: «¿Por qué diablos fui tan estúpido y no vi esto?». Y esto no sólo es cierto de ti sino cierto de la historia de la ciencia. Siempre puedes contemplar la historia humana y preguntarte por qué no se había pensado en ello veinte años antes, o diez años antes, en función del ritmo.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

Imagino que a veces los físicos experimentales han de mirar a menudo con envidia a hombres como Kamerlingh Onnes, quien descubrió un campo como las bajas temperaturas, que parece no tener fondo, y en el que uno puede descender cada vez más. Un hombre como este es un líder y tiene cierto monopolio temporal en una aventura científica.

—«Hay mucho espacio en el fondo», diciembre de 1959

Comprender el espacio significa realmente comprender qué aspecto podrían tener las cosas desde otro punto de vista.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

En ningún campo se ha hecho toda la investigación. La investigación conduce a nuevos descubrimientos y nuevas preguntas que contestar mediante más investigación.

—Carta al estudiante Mark Minguillón, agosto de 1976 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.306)

Creo con toda seguridad que la ciencia que viene se encontrará en dificultades morales con sus aplicaciones a la biología, y si los problemas de la física en relación con la ciencia parecen difíciles, los problemas del desarrollo del conocimiento biológico serán fantásticos.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

El mundo gira debido a que las diferencias de opinión e intereses resultan en una división del trabajo, incluso del trabajo voluntario. Espero que no todo el mundo piense como yo; si descubriera que lo hacían, cambiaría mi punto de vista. Porque de esta variedad de enfoques ha de surgir el progreso real. Hemos de probarlo todo.

—Carta a John M. Fowler, marzo de 1966

No diré que mi física no estuviera a la altura del premio, pero yo no estoy a la altura, en un aspecto humano, de ser un ganador de premio y un científico importante. No lo estoy, eso es todo. Yo era un niño que hacía el tonto. Yo estaba en pijama en el suelo, jugando con papel y lápiz y pergeñé algo, ¿de acuerdo?

—«El extraordinario Dr. Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 20 de abril de 1986

De modo que es algo divertido imaginar que esta mezcla íntima de opuestos muy atractivos que son tan fuertes que anulan los efectos y que sólo es a veces, cuando se tiene un exceso de un tipo o de otro, que se obtiene esta misteriosa fuerza eléctrica. ¿Y cómo puedo explicar estas fuerzas eléctricas de alguna otra manera? ¿Por qué tendría que intentar explicarlas en términos de algo como jalea u otras cosas que están hechas?

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Pero hemos de continuar, descubrimos más cosas si simplemente continuamos, de modo que continuamos.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 7, 17 de octubre de 1961

Incidentalmente, permítaseme que diga desde el principio que si una cosa no es ciencia, no es necesariamente mala. Por ejemplo, el amor no es una ciencia. De modo que si de algo se dice que no es una ciencia, ello no significa que haya nada erróneo en ello; simplemente significa que no es una ciencia.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 3, 3 de octubre de 1961

Fui al pueblo a buscar provisiones y llevaba un cesto que era una papelería y algunas otras cosas, y me encontré con [Leonard] Eisenbud, que era un físico teórico; me avanzó en la calle. «¡Ah!», me dijo, «parece que vas a ser un buen físico teórico. Llevas las herramientas adecuadas: aquí hay un borrador y una papelería».

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

[Sobre Einstein]: Llevaba aquel jersey, sin camisa debajo, sin calcetines (tal como todos dicen), y era un hombre muy cariñoso y muy agradable en las discusiones, en todos los aspectos. Era un hombre muy interesante con el que hablar.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Usted sabe que la naturaleza puede parecer muy, muy extraña en los aspectos fundamentales, y sin embargo producir al final los fenómenos naturales de una manera que parecen muy distintos de lo que uno pensaría al principio. Está bien. Tenemos que pensarlo, no podemos simplemente llegar a la conclusión de que es algo equivocado.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

[Sobre la primera prueba nuclear]: Siempre me ha impresionado la acústica. La acústica tiene significado para mí. No tanto como lo visual. Cuando oí la solidez del chasquido, a treinta kilómetros de distancia, entonces supe que aquello era algo, y me emocioné.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

He descubierto que mi problema es que no he escrito las cosas. Descubro cosas, y después otra gente las descubre más tarde, y entonces ya no vale la pena escribirlas. Por ejemplo, resolví la teoría cuántica de la gravitación hasta un orden infinitamente superior (quiero decir, hasta un grado de detalle infinitamente superior) que nadie a quien yo conozca. Pero no está completa. Hay algunos pequeños puntos débiles. Por eso no la he publicado. Pero es una locura: de eso ya hace cinco años. Debería publicarse.

—Entrevista con Charles Weiner, 27 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Lo que le ocurre (esto es interesante, porque descubrí que esta es la manera en que la ciencia funciona), lo que le ocurre a una persona, cuando cree algo, es que ve algunas cosas que funcionan de aquella manera, que se deben a alguna otra cosa. Entonces cree en la existencia de la cosa. Entonces, todo el resto de cosas que no son buenas se convierten en pruebas corroborativas, ninguna de las cuales es muy robusta, pero que parecen ser muy numerosas. Pero en el mismo momento que propones que aquello no es cierto, todas las pruebas corroborativas desaparecen de golpe. Quiero decir, son cosas muy pequeñas: sólo la selección de una placa muy pequeña, que parece que se halla en la dirección correcta. No es algo robusto. De modo que uno puede construir un argumento y creer algo, y pensar que tiene una gran cantidad de peso, cuando en realidad si vas y lo observas detenidamente, el peso es muy débil, y cada uno de los elementos es débil, y su suma no significa mucho.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

He adoptado siempre la actitud de que sólo tengo que explicar las regularidades de la naturaleza; no tengo que explicar los métodos de mis amigos. No tengo que aprender los sistemas y métodos de mis amigos, sólo las regularidades de la naturaleza, y esta es una manera muy económica de proceder.

—Entrevista con Charles Weiner, 27 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

La ciencia sólo es útil si te cuenta algún experimento que no se ha hecho; no es buena si sólo te cuenta lo que simplemente ocurre.

—*The Character of Physical Law*, p.164

Por lo tanto, psicológicamente necesitamos mantener todas las teorías en nuestra cabeza, y todo físico teórico que se precie conoce seis o siete representaciones teóricas diferentes para exactamente la misma física.

—*The Character of Physical Law*, p.168

Einstein y Bohr y los demás nos adiestraron a apreciar que una idea que a primera vista es absurda, puede al cabo de un tiempo ponerse en línea, concordar

con la experiencia. Es decir, cosas que parecen absolutamente alocadas, como la falta de tiempo simultáneo o la incertidumbre, etcétera, son perfectamente posibles.

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

Tenemos el hábito, cuando escribimos artículos que se publican en las revistas científicas, de hacer que el trabajo esté tan acabado como sea posible, cubrir todas las pistas, no preocuparnos de los callejones sin salida ni de describir de qué manera primero tuvimos la idea equivocada, etcétera.

—*Nobel Lectures, Physics 1963-1970*, Elsevier, Ámsterdam, 1972

La investigación es un método de conseguir información. Mediante la investigación no construyes una bomba; descubres la manera cómo construirla mediante investigación.

—Notas de Los Álamos

Si esperáis que la ciencia os dé todas las respuestas a las maravillosas preguntas acerca de qué somos, hacia dónde vamos, y cuál es el significado del universo, entonces pienso que es fácil que os sintáis desilusionados y busquéis una respuesta mística a estos problemas. Cómo un científico puede desear una respuesta mística, es algo que ignoro.

—BBC, «El placer de descubrir», 1981

Y lo mismo ocurre con la ciencia. En cierto modo es una llave para las puertas del cielo, y la misma llave abre las puertas del infierno, y no tenemos ninguna instrucción que nos diga qué puerta es una u otra. ¿Acaso hemos de tirar la llave y no disponer nunca de una manera de entrar a través de las puertas del cielo? ¿O bien hemos de bregar con el problema de cuál es la mejor manera de utilizar la llave?

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

El control de las innovaciones científicas significa el fin de la ciencia. La ciencia es el origen de todo nuestro desarrollo ingenieril; procurad no matarlo mediante el control.

—Notas de Los Álamos

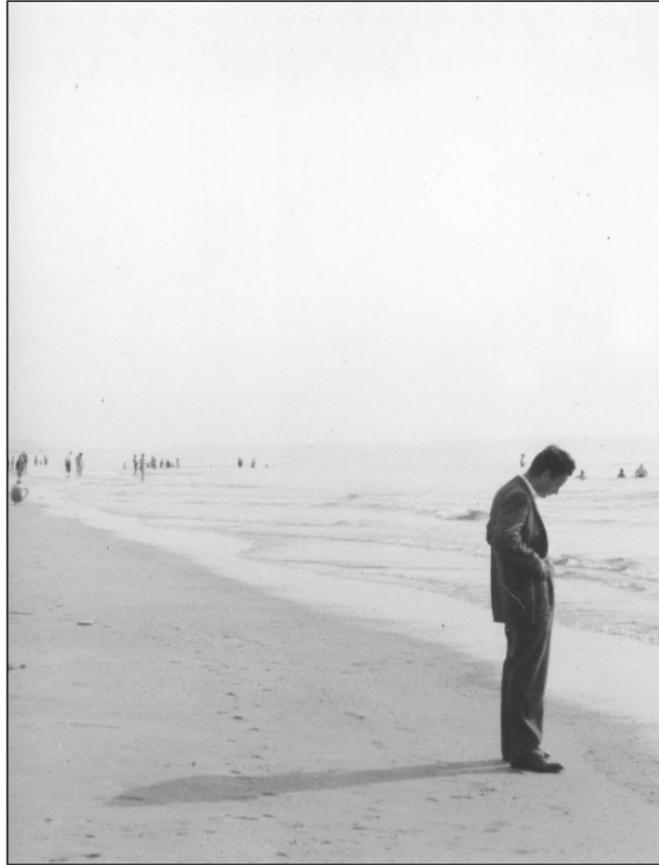
Únicamente la ciencia, de todas las materias, contiene en sí misma la lección del peligro de creer en la infalibilidad de los mayores maestros de la generación precedente.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Bueno, estas opiniones científicas terminan en asombro y misterio, perdidas en el límite de la incertidumbre, pero parecen ser tan profundas y tan impresionantes que la teoría de que todo está dispuesto como un escenario para que Dios contemple la lucha del hombre para el bien y para el mal parece inadecuada.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Curiosidad y descubrimiento



Cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

Cuanto más pregunto por qué, más interesante se vuelve. Esta es mi idea, que cuanto más profunda es una cosa, más interesante se vuelve.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Me encantan los retos. Siempre los tengo. En realidad, los últimos pasatiempos al principio no eran científicos, sino que siempre eran retos. Abrir cerraduras, descifrar códigos, analizar jeroglíficos que nadie sabe cómo traducir; ¿ve usted?, ahora todos son iguales.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

El otro día, estaba yo en el dentista, y este se disponía a agujerear con su taladradora eléctrica, y pensé: ¡es mejor que piense rápidamente en algo, o si no me va a doler! Y entonces pensé en este motorcito que giraba, y qué es lo que lo hacía girar, y qué ocurría.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Pienso que seguir intentando nuevas soluciones es la manera de hacerlo todo.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Me pregunto por qué. Me pregunto por qué. Me pregunto por qué me pregunto. ¡Me pregunto *por qué* me pregunto por qué me pregunto por qué me pregunto!

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.48

El sueño es encontrar el canal abierto.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Lo que un tonto puede hacer, también lo puede hacer otro, y el hecho de que algún otro tonto te gane la mano no debiera inquietarte: debes apasionarte por haber descubierto algo.

—*Feynman Lectures on Computation*, pp.15-16

Supongamos que hay unas personas que exploran un nuevo continente, ¿de acuerdo? Ven correr agua por el suelo, es algo que han visto antes, y lo llaman «ríos». De modo que dicen que van a explorar la cabecera, se dirigen río arriba y, desde luego, allí está, todo va muy bien. Pero hete aquí que cuando suben algo más encuentran que todo el sistema es diferente: hay un gran lago, o manantiales, o los ríos fluyen en círculos. Se podría decir: «¡Ajá! ¡Han fracasado!», ¡pero no es así en absoluto! La razón real por la que lo hacían era para explorar el territorio.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Mientras yo no supiera que ellos lo descubrieron, porque en aquel momento supe algo y había descubierto una ley, y podía hacer predicciones acerca de la naturaleza, que es el objetivo que yo tenía. Y el hecho de que alguna otra persona

ya estuviera haciendo las predicciones, sin que yo lo supiera, de ningún modo me quita el placer, de ningún modo. De modo que aquel fue realmente un gran momento. Me gustaría más momentos como aquel, pero no tengo que pedirselo todo a los dioses.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Hacer chapuzas es la respuesta. Experimentar es hacer chapuzas.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Este asunto de fantasear y de contemplar el mundo, imaginando cosas, que realmente no es fantasear porque sólo intentas imaginar cosas de la manera que realmente son, suele ser útil.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Usted se me acerca ahora, en una entrevista, y me pide que le cuente los últimos descubrimientos que se han hecho. ¿Sabe usted?, nadie pregunta nunca acerca de un fenómeno simple y ordinario en la calle, como: «¿Y qué hay de estos colores?». O algo parecido. Podríamos tener una magnífica entrevista, explicarlo todo acerca de los colores. Alas de mariposas y muchas cosas importantes. No es esto lo que quiere. Usted quiere el gran resultado final. Pues va a ser complicado, porque me encuentro al final de cuatrocientos años de un método muy efectivo de descubrir cosas acerca del mundo.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

La verdad siempre es graciosa en el sentido de que explica mucho más de lo que uno esperaba cuando empezó a descubrir la solución.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 7, 17 de octubre de 1961, Preguntas y respuestas

No puedo entender nada en general a menos de que lleve conmigo mentalmente un ejemplo específico y vea cómo se desarrolla.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.244

Se ha detenido antes al hombre al detener sus ideas.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Además, en la búsqueda de nuevas leyes, siempre tienes la excitación psicológica de sentir que posiblemente nadie ha pensado todavía en la extravagante posibilidad que ahora mismo tú estás considerando.

—*Nobel Lectures, Physics 1963-1970*, Elsevier, Ámsterdam, 1972

Las excepciones a cualquier regla son muy interesantes por sí mismas, porque nos demuestran que la regla antigua es errónea. Y entonces es muy emocionante descubrir cuál es la regla correcta, si es que hay alguna.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

He de entender el mundo, ¿sabe?

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.231

[Sobre la física teórica]: Es como explorar un país nuevo, y no se puede explorar con éxito un país si te preocupa lo que encuentras porque puedes decirte: «No creo que vaya a ocurrir de la manera que pensé, de modo que dejaré de explorar». No, es lo divertido de encontrar lo que es en lugar de empezar con una idea preestablecida y si encuentras que no es de aquella manera, te decepcionas; esto es ridículo, de modo que no lleno mi mente de ideas sobre de qué manera irá la cosa, sólo intento descubrir tanto como puedo.

—Entrevista en la BBC: «Hablando científicamente», abril de 1976

Vivimos en una época de entusiasmo única, heroica y maravillosa. En las épocas venideras será contemplada con gran envidia. ¿Cómo habría sido vivir en la época en la que descubrían las leyes fundamentales? No se puede descubrir América en dos ocasiones, y podemos tener envidia de Colón. Diréis que sí, pero que hay otros planetas que explorar. Es verdad. Y si no en la física fundamental, hay otras cuestiones que investigar.

—*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.440

Y es un milagro que sea posible, haciendo experimentos aquí, predecir qué es lo que va a ocurrir allí. Ya no es tanto un milagro predecir algo si se conocen las

leyes que lo rigen. En otras palabras, ya es bastante milagro que existan leyes, pero lo que es realmente un milagro es encontrar la ley. Es otro tipo de milagro. Veamos, conocer una ley para deducir que esto y aquello hará algo, y después que resulte que la naturaleza lo haga, de acuerdo, está muy bien. Pero observar otros aspectos y adivinar, y saber que ahí hay un patrón, y decirle a la naturaleza que en este experimento ella hará esto (no por deducción, hablando de manera estricta, a partir de lo que se conoce, sino adivinando a partir de lo que se conoce), me parece una cosa maravillosa. Y siempre quise hacerlo.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Fue porque era un desafío, por su propio mérito: completamente, siempre, por su propio mérito. Era la excitación, la diversión de descubrirlo.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Incluso en mi extravagante libro no destacué (pero es cierto) que trabajé tan duro como pude en dibujar, en descifrar el maya, en tocar los bongos, en abrir cajas fuertes, etc. La alegría real de la vida es esta perpetua puesta a prueba para descubrir lo lejos que uno puede ir en cualquiera de sus potencialidades.

—Carta a V. A. Van Der Hyde, julio de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.414)

La manera en que pienso en lo que estamos haciendo es: estamos explorando, intentamos descubrir tanto como podamos acerca del mundo. La gente me pregunta: «¿Está usted buscando las leyes definitivas de la física?». No, no lo hago. Sólo pretendo descubrir más cosas acerca del mundo. Si resulta que existe una ley sencilla y definitiva que lo explica todo, que así sea; estaría muy bien descubrirla. Si resulta que es como una cebolla, con millones de capas, y enfermamos y nos cansamos de observar las capas, entonces así es como es. Pero sea lo que sea que salga a relucir, es la naturaleza, ¡y va a resultar de la manera que es! Por lo tanto, cuando vamos a investigarla no debíamos decidir previamente qué es lo que vamos a encontrar, excepto encontrar más cosas.

—BBC, «El placer de descubrir», 1981

A menudo pienso en ello, especialmente cuando enseño alguna técnica esotérica como integrar funciones de Bessel. Cuando veo ecuaciones, veo las letras

en colores; no sé por qué. Mientras hablo, veo una imagen vaga de las funciones de Bessel del libro de Jahnke y Emde, con *jotas* de color tostado claro, *enes* de color azulado algo violeta y *equis* de color marrón oscuro que vuelan a mi alrededor. Y me pregunto qué caramba debo parecerles a los estudiantes.

—*What Do You Care What Other People Think?*, p.59

Mi interés en la ciencia es simplemente descubrir más cosas sobre el mundo, y cuántas más descubra, mejor. Me gusta descubrir.

—BBC, «El placer de descubrir», 1981

Nunca cometeré esta equivocación otra vez, leer la opinión de los expertos. Desde luego, uno sólo vive una vida: cometes todas tus equivocaciones y aprendes qué es lo que no hay que hacer... y este es tu final.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.255

Desde entonces no presto ninguna atención a nada de lo que digan los «expertos». Lo calculo todo yo mismo.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.255

No te interesará hasta que comprendas en profundidad el problema y sus complejidades. Entonces todos los temas son interesantes.

—Notas personales

El trabajo no se hace por el mérito de una aplicación. Se hace por la emoción de lo que se descubre.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Aprende cómo es el resto del mundo. La variedad vale la pena.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.63

Al día siguiente, en la reunión, vi a [Murray] Slotnick y le dije: «Slotnick, lo calculé la noche pasada, quería saber si obtenía las mismas respuestas que tú. Obtuve una respuesta diferente para cada binomio, pero quisiera comprobar en detalle contigo porque quiero estar seguro de mis métodos». Y él me dijo: «¿Qué

quieres decir con que estuviste trabajando en ello la noche pasada? ¡Yo tardé seis meses!».

Este fue un momento emocionante para mí, como si hubiera recibido el premio Nobel, porque esto me convenció, finalmente, de que tenía algún tipo de método y técnica y que comprendía cómo hacer algo que otras personas no sabían cómo hacer. Este fue mi momento de triunfo, en el que me di cuenta de que realmente había tenido éxito en deducir algo que valía la pena.

—*Nobel Lectures, Physics 1963-1970, Elsevier, Ámsterdam, 1972*

Tiene que ver con la curiosidad. Tiene que ver con gente que se pregunta qué hace que algo haga algo. Y después descubrir que si uno intenta obtener respuestas, que estas están relacionadas entre sí. Las cosas que hacen el viento hacen las olas, y el movimiento del agua es como el movimiento del aire es como el movimiento de la arena. El hecho de que las cosas tengan rasgos comunes resulta cada vez más universal. Lo que estamos buscando es cómo todo funciona. Qué hace que todo funcione.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

Es curiosidad, en relación con dónde estamos, con qué somos. Es muchísimo más apasionante descubrir que estamos sobre una bola, la mitad de nosotros pegados cabeza abajo, que esta gira por el espacio, que existe una fuerza misteriosa que nos sostiene, que la bola da vueltas alrededor de un enorme pegote de gas que arde, alimentado por un fuego que es completamente diferente de cualquier fuego que podamos hacer (bueno, ahora podemos hacer este fuego: el fuego nuclear), pero este es un relato mucho más excitante para muchas personas que los relatos que otras personas solían inventar, personas que se preocupaban por el universo: que vivíamos sobre el caparazón de una tortuga, y cosas por el estilo. Eran relatos maravillosos, pero la verdad es mucho más notable. Para mí, el placer de la física es que se ha revelado que la verdad es muy notable, muy asombrosa.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

La misma emoción, el mismo asombro y misterio, aparecen una y otra vez cuando observamos cualquier problema con la suficiente profundidad. Con más conocimiento se produce un misterio más profundo y más maravilloso, que nos atrae para penetrar todavía más profundamente. No nos preocupamos nunca

porque la respuesta pueda resultar decepcionante, sino que con placer y confianza revolvemos cada nueva piedra para encontrar novedades no imaginadas que conducen a preguntas y misterios todavía más maravillosos; ¡ciertamente, es una gran aventura!

—«El valor de la ciencia», diciembre de 1955

[Sobre los problemas de la física]: La mayoría de las veces no los resuelvo. Lo hago una vez cada mucho tiempo. Y puesto que los problemas en los que he elegido trabajar son relativamente grandes, problemas duros que ninguna otra persona ha resuelto, cuando resuelves algo que ningún otro ha resuelto, te sientes un poco orgulloso. Te anima mucho haberlo hecho.

—«El extraordinario Dr. Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 20 de abril de 1986

No sé nada, pero lo que sé es que todo es interesante si te adentras lo bastante en ello.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Las aplicaciones no son la única cosa en el mundo. Resulta interesante saber de qué está hecho el mundo. Es el mismo interés, la curiosidad del hombre, lo que le hace construir telescopios. ¿Qué utilidad tiene descubrir la edad del universo? ¿O qué son estos cuásares que explotan a grandes distancias? Quiero decir: ¿qué utilidad tiene toda la astronomía? No tiene ninguna. No obstante, es interesante.

—Entrevista en *Future for Science*

Entró un tipo en mi habitación y me encontró reclinado en una ventana completamente abierta en pleno invierno, mientras sostenía un frasco en una mano y removía con la otra. Yo sentía curiosidad por saber si la gelatina se coagularía si se la mantenía continuamente en movimiento.

—*What Do You Care What Other People Think?*, p.56

No contesto a su pregunta, pero le digo lo difícil que es una pregunta de «por qué». Has de saber qué es lo que te está permitido comprender y lo que se te concede entender y saber, y qué es lo que no.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Si calientas una tira de goma, tirará con más fuerza. Por ejemplo, si cuelgas un peso de una tira de goma, y le acercas una cerilla, es algo divertido ver como se eleva.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Me encantan los acertijos: un tipo intenta hacer algo para que otro tipo quede fuera; ha de haber una manera de ganarlo.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.139

Nunca has de temer que aparezca una cosa nueva. Aparecerá a su debido tiempo, y entonces intentarás entenderla. ¡Desde luego, será muy excitante!

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 3, 3 de octubre de 1961, Preguntas y respuestas

Es la manera como estudio: comprender algo intentando deducirlo o, en otras palabras, comprender algo creándolo. No creándolo al cien por cien, desde luego, sino tomando una pista para saber en qué dirección ir, pero sin recordar los detalles. Estos los deduzco por mí mismo.

—*Feynman Lectures on Computation*, p.15

¿No es interesante vivir en nuestra época y tener estos magníficos acertijos para trabajar en ellos?

—Carta al Dr. Victor F. Weisskopf, enero-febrero de 1961

Solía empezar a hablar acerca de las cosas así: «Supongamos que un hombre procedente de Marte aterrizara y contemplara el mundo». Es una manera muy buena de considerar el mundo.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

A veces intento imaginar qué me habría ocurrido si hubiera vivido en la época actual. Me horroriza bastante. Pienso que hay tantísimos libros que la mente queda anonadada. Si me interesara, tendría tantas cosas que consultar que enloquecería. Es demasiado fácil. Quizá. Quizá no. Quizá esto no sea más que un punto de vista anticuado.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Y a veces la gente pregunta: «¿Cómo es que de repente estás trabajando en esto?». Es que finalmente tuve algún éxito. A menudo trabajo en una amplia gama de cosas que no funcionan. Entonces hay silencio. Y después la gente dice: «¿Cómo es que de repente estás trabajando en esto?». Bueno, sí, finalmente llegué a alguna parte con esto. No es que lo hiciera repentinamente.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Lo que estamos buscando es cómo funciona todo y qué es lo que hace que todo funcione. Y lo que ocurre primero en la historia es que descubrimos primero las cosas que son obvias a primera vista, y gradualmente planteamos más preguntas y profundizamos un poco más en cosas en las que necesitamos hacer experimentos un poco más complicados para descubrir algo.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

Muchas de las demás personas que os cuentan cosas acerca de Los Álamos conocen a alguien en la cumbre de algún nivel superior de organización gubernamental o algo, preocupado acerca de alguna gran decisión. Yo no me preocupaba de grandes decisiones. Yo siempre estaba revoloteando en algún lugar de la parte inferior.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Quizá la razón por la que hacemos tantos progresos en física es porque es tan fácil.

—*Great American Scientists*, p. 24

Estudié metalografía, por ejemplo, porque era un campo del que no sabía nada. Siempre estuve interesado en aprender algo sobre lo cual yo no sabía nada: para ver qué ocurriría, ¿sabe usted?, en metalurgia y metalografía. Recuerdo aquel curso en particular. Entonces es cuando descubrí por primera vez el grandísimo uso de nuestro conocimiento de la física, la universalidad.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Pienso que la manera correcta, desde luego, es decir que lo que tenemos que observar es toda la interconexión estructural de la cosa; y que todas las ciencias, y no sólo las ciencias, sino todos los esfuerzos de tipo intelectual, son un empeño para ver las conexiones de las jerarquías, conectar la belleza a la historia, conectar la historia a la psicología humana, la psicología humana al funcionamiento del cerebro, el cerebro al impulso neural, el impulso neural a la química, y demás, arriba y abajo, en ambos sentidos.

—*The Character of Physical Law*, p.125

No puedo contestar preguntas adultas. Son malas preguntas. Por lo general quieren saber el significado de una nueva palabra que han visto y es algo que nunca comprenderán. Odio a los adultos. La gente joven es curiosa acerca de la naturaleza.

—*Columbia Dispatch*, 22 de octubre de 1966

Decidí que, cuando era un niño, me gustaba gozar del tema por lo divertido que era. Me gustaba la naturaleza, porque me entretenía. De modo que lo que tenía que hacer era jugar con ella, simplemente lo que era curioso y que me interesaba: sólo tenía que jugar. ¿Ve? Exactamente igual que cuando era un niño: intentar encontrar una relación entre cosas, hacer esto, hacer aquello, cualquier cosa que crea adecuada. No tengo que abordar este problema porque sea importante o aquel problema porque sea importante, o porque todos esperan que haga algo.

—Entrevista con Charles Weiner, 27 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

En realidad, no leo mucho de lo que hace el otro tipo. Leo cuáles son sus conjeturas, y si parecen razonables entonces deduzco las conclusiones. La mayoría de las veces no necesito leer cómo deduce las conclusiones.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

No quiero tomarme en serio este asunto. Pienso que sólo tenemos que divertirnos imaginándolo y no preocuparnos por él. Al final no habrá un profesor haciéndote preguntas. Si no, es un tema horrible.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983, en relación con la física de partículas

A veces primero se descubre la verdad, y la belleza o la «necesidad» de dicha verdad sólo se ve más tarde.

—«Estructura del protón», conferencia de la Medalla Niels Bohr impartida en Copenhague, Dinamarca, octubre de 1973

Pero si te dedicas a demostrar cosas que los demás han hecho, ganando confianza, aumentando las complejidades de tus soluciones (por diversión), entonces un día te darás la vuelta ¡y descubrirás que nadie hizo realmente aquella cosa!

—*Feynman Lectures on Computation*, p.16

Quiero hacer investigación científica, es decir, descubrir más cosas acerca de cómo funciona el mundo. Y esto no es un secreto; este trabajo no es un secreto.

—Entrevista para *Viewpoint*

La parte más dura del problema del helio se hizo únicamente mediante razonamiento físico, sin poder escribir nada. Simplemente estando de pie, ¿sabe?, recuerdo que apoyado en el fregadero de la cocina, mirándolo, y sólo pensando. Y fue muy, muy interesante poder abrirse camino a través de esta maldita cosa sin tener material para escribir.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Cuando explicas un «por qué», tienes que hallarte en algún marco de referencia en el que permites que algo sea verdad. De otro modo, estarás preguntando perpetuamente por qué.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Empiezas a tener una visión muy interesante del mundo y de todas sus complicaciones. Si intentas hacer el seguimiento de algo, profundizas cada vez más en varias direcciones.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Todo lo que sabemos es que, a medida que avanzamos, encontramos que podemos amalgamar piezas, y después encontrar piezas que no encajan, y seguir intentando ensamblar el rompecabezas. Pero si hay un número finito de piezas, y si hay un límite a este rompecabezas, o no, es algo desde luego desconocido. Y nunca será conocido hasta que consigamos terminar la imagen... si es que lo hacemos.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 2, 29 de septiembre de 1961

Esto fue el principio, y la idea me pareció tan evidente y tan elegante que me enamoré profundamente de ella. Y, al igual que enamorarse de una mujer, ello sólo es posible si no la conoces mucho, de modo que no puedes ver sus defectos. Los defectos se harán aparentes más adelante, pero después de que el amor sea lo bastante fuerte para mantenerte unido a ella. Así, me mantuve unido a esta teoría, a pesar de todas las dificultades, debido a mi entusiasmo juvenil.

—*Nobel Lectures, Physics 1963-1970*, Elsevier, Ámsterdam, 1972

Vivimos en una época heroica. Vivimos en un momento que nunca volverá. Estos descubrimientos no pueden hacerse dos veces. Uno no descubre América dos o tres veces seguidas, realmente, y uno no descubre las leyes de las fuerzas nucleares o de la electricidad más de una vez.

—BBC, «Extrañeza menos tres», 1964

Así es como ocurre siempre en estos descubrimientos cumbre. Pruebas una y otra vez la gran acumulación de material, todas las cosas antiguas que antes habías pensado, pero el gran descubrimiento siempre implica una gran sorpresa filosófica.

—BBC, «Extrañeza menos tres», 1964

Existe una gran probabilidad de que la verdad se encuentre en la dirección novedosa. Pero, en el caso improbable de que se halle en otra dirección (una dirección evidente desde una visión no novedosa de la teoría de campo), ¿quién la encontrará? Sólo alguien que se haya sacrificado aprendiendo electrodinámica cuántica a partir de un punto de vista peculiar y no novedoso; un punto de vista que quizá tenga que inventar él mismo.

—*Nobel Lectures, Physics 1963-1970*, Elsevier, Ámsterdam, 1972

Cómo piensan los físicos



Con Paul Dirac en el Congreso de Relatividad en Varsovia, julio de 1962.
Cortesía del Instituto de Tecnología de California.

Siempre hay la posibilidad de demostrar que cualquier teoría concreta es errónea; pero adviértase que nunca podemos demostrar que sea cierta. Supongamos que uno inventa una buena hipótesis, calcula las consecuencias y descubre cada vez que las consecuencias que ha calculado concuerdan con el experimento. ¿Entonces la teoría es cierta? No, simplemente no se ha demostrado que esté equivocada.

— *The Character of Physical Law*, p.157

La gente está diseñando todavía nuevos giroscopios, nuevos dispositivos, nuevas maneras, y bien pudiera ser que uno de ellos resuelva los problemas, por ejemplo, esta inanidad de que los rodamientos del eje tengan que ser tan precisos. Si se juega durante un tiempo con el giroscopio se verá que la fricción en su eje no es pequeña. La razón es que, si se hiciera que los rodamientos tuvieran poca fricción, el eje se bambolearía, y entonces tendríamos que preocuparnos por esta décima de millonésima de centímetro, lo que es ridículo. Ha de haber una manera mejor.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 129

Es importante darse cuenta de que, en la física de hoy, no tenemos ningún conocimiento de lo que es la energía.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 4, 6 de octubre de 1961

Pensar no es otra cosa que hablar a nuestro yo interior.

—*What Do You Care What Other People Think?*, p.54

A los físicos les gusta pensar que ahora todo lo que hay que hacer es decir: «Estas son las condiciones, ahora, ¿qué es lo que ocurre a continuación?».

—*The Character of Physical Law*, p.114

Todo lo que quisiera hacer es como esto, siempre quisiera tener un problema práctico para ejemplificarlo. Siempre he pensado que la cosa no era buena a menos que se la pudiera usar de alguna manera.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Una gran cantidad de trabajo de formulación se hace al escribir el artículo, trabajo organizacional, organización. Pienso que hay una manera mejor, una manera mejor, una manera mejor de llegar ahí, de demostrarlo. Nunca hago mucho de esto; quiero decir, es sólo más limpio, más limpio y más limpio. Es como pulir un jarrón toscamente acabado. La forma, sabes lo que quieres y sabes lo que es. Sólo se trata de pulirlo. Que quede brillante, limpio y todo lo demás.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Cuando pienso en algo, voy siguiendo un camino determinado, y después me siento jodido, y vuelvo atrás, y pienso... y fácilmente quedo confundido. Me resulta fácil quedar confundido, que es el horror de todo el asunto cuando uno piensa. Es como hacer un castillo de naipes y que todo él se desplome, y sigues probando y se desploma.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos

de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Siempre intento trabajar con el menor conocimiento posible, con poco conocimiento de lo que otras personas están haciendo, porque me siento más feliz siendo más individual, si no sigo la línea marcada y no me confundo con lo que dicen otros.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

No me gusta juzgar a otras personas, o su trabajo, en absoluto. No me gusta. No quiero juzgar el trabajo de los demás.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Cada verano he viajado a algún lugar, y esta vez pensé: ¿a dónde voy a ir? Y me dije: ¡Al diablo! No tengo ganas de viajar. En lugar de viajar, haré experimentos de biología. Iré a un campo distinto, en lugar de ir a un país distinto.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Yo tenía un principio: que todo lo que escribiera, tendría que entenderlo al revés; que sólo estaría un poquitín menos escrito que lo que yo sabía; y que, escribiera lo que escribiera, sería correcto. No me gustaban los artículos que alguien escribía, que sugerían una idea que a los tres meses descubrían que era absurda.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Para mí fue una cosa bastante fastidiosa, porque me di cuenta de que lo que supondría es todo este ruido y este jaleo y este asunto alocado, ¿sabe? Habría periodistas por los que no sentía ningún respeto, publicidad por la que no sentía ningún respeto. Este mundo está tan lleno de aire caliente, y sólo propaganda adicional y basura hoy, que no es real. Simplemente, no quiero verme implicado en todo este asunto, y no sabía cómo librarme de ello. Todavía imaginé que podía hacerlo no contestando al teléfono. De modo que descolgué el teléfono.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos

de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Ha sucedido que muchas cosas que me preocupaban y que pensaba que no las entendía porque no sabía demasiado del tema, resultaron que no las entendía porque no eran lógicas, no eran válidas.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de febrero de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Pero yo no trabajo siguiendo una línea recta. De modo que doy un salto hacia delante en una dirección y espero acercarme con la otra y conseguir un producto acabado, ¿de acuerdo? Pero el salto que se hizo en la dirección de avance funciona. Pienso que no se trata sólo de esto. Pienso que seré capaz de hacer algo más grande, y trabajo en ello, pero no consigo que sea más grande. Quedo confundido o algo parecido. Pero el salto hacia delante fue muy importante.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de febrero de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Usted sabe cómo los científicos suelen considerar al resto del mundo, piensan lo absurdo que es todo, lo estúpido que es todo el mundo, qué bobos los chicos de la Armada que midieron las distancias diferentes, de modo que ¡ja, ja! Pero deberían avergonzarse, deberíamos avergonzarnos, porque no hay diferencia, por ejemplo, en las maneras en que medimos cualquier cosa.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

Imaginad que vais en un taxi, corriendo para alcanzar un avión, y de pronto descubris que estáis siguiendo el horario de ahorro de energía en lugar del horario estándar o algo parecido, y no sabéis si llegaréis a tiempo para coger el avión o no, e intentáis descubrirlo, ¿de qué manera? Sabéis lo complicado que es.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

Tomé este material que obtuve de vuestra junta y lo puse en agua helada, y descubrí que cuando ejerces algo de presión sobre él durante un rato y después dejas de ejercerla, no se recupera. Conserva la misma dimensión. En otras palabras, durante unos pocos segundos al menos, y más segundos que esto, no hay resiliencia en este material concreto cuando se halla a una temperatura de 0° C.

—Transcripción de la sesión de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, 11 de febrero de 1986

La cosa que no encaja es la cosa que es más interesante, la parte que no va según lo que uno esperaba.

—BBC, «El placer de descubrir», 1981

Los físicos tendrían que sentirse avergonzados de sí mismos: los astrónomos no paran de preguntarles: «¿Por qué no resolvéis para nosotros lo que ocurriría si tenemos una gran masa de basura unida por la gravedad y que gira? ¿Podéis comprender la forma de estas nebulosas?». Y nadie les da respuesta nunca.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 127

Creo que esto tiene alguna importancia para nuestro problema.

—Transcripción de la sesión de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, 11 de febrero de 1986

Una vez que pasé a la física, me olvidé de con quién estaba hablando.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Tendrán ustedes que agarrarse bien para esto, y no porque sea difícil de entender, sino porque es absolutamente ridículo: todo lo que hago es trazar unas flechitas sobre un pedazo de papel. ¡Eso es todo!

—*QED: The Strange Theory of Light and Matter*, p.24

La paradoja es únicamente un conflicto entre la realidad y la sensación que uno tiene de cómo tendría que ser la realidad.

—*Feynman Lectures on Physics*, vol. 3, pp.18-19

¿Pensáis que no es una paradoja, pero que todavía es muy peculiar? En esto podemos estar de acuerdo. Es lo que hace que la física sea fascinante.

—*Feynman Lectures on Physics*, vol. 3, pp.18-19

El problema real a la hora de hablar no es el lenguaje preciso. El problema es el lenguaje claro. El deseo es que la idea se comunique de manera clara a la otra persona. Sólo es necesario ser preciso cuando existe alguna duda en relación con el significado de una frase, y entonces la precisión debe ponerse en el lugar en el que existe la duda. Realmente, es casi imposible decir nada con una precisión absoluta, a menos que ello sea tan abstracto en relación con el mundo real que no represente ninguna cosa real.

—«Nuevos libros de texto para las “nuevas” matemáticas», *Engineering and Science*, 28, 6, marzo de 1965

Y uno puede recrear las cosas que ha olvidado perpetuamente... si uno no olvida demasiado y si sabe lo suficiente. En otras palabras, llega un momento en el que conocerás tantas cosas que cuando las olvidas, puedes reconstruirlas a partir de los fragmentos que todavía puedes recordar. Por lo tanto, es de la mayor importancia que sepas cómo triangular; es decir, saber cómo deducir algo a partir de lo que ya sabes. Es absolutamente necesario.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 39

Hay una unidad de tiempo que tengo que usar aquí si uso millas aquí: c es igual a la velocidad de la luz. Si queréis, esta fórmula os dice lo que acabo de indicar. Que es que convertís el tiempo en millas al preguntar, ¿cuál es la unidad de tiempo? El tiempo necesario para recorrer una milla. ¿Queréis medirlo en kilómetros? De acuerdo, y la unidad de tiempo es el tiempo necesario para recorrer un kilómetro. Y si empleáis este intervalo para medir el tiempo, en lugar de segundos, entonces la fórmula es correcta.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

Incidentalmente, desde el punto de vista de la física básica, los fenómenos más interesantes son, desde luego, los nuevos lugares, los lugares que no funcionan, no los lugares que funcionan. Porque allí es donde descubriremos nuevas reglas.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 2, 29 de septiembre de 1961

No servirá de nada memorizar las fórmulas, y decirse a uno mismo: «Sé todas las fórmulas; ¡todo lo que tengo que hacer es deducir dónde tengo que

ponerlas en el problema!».

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 38

Primero, voy a decirles cuál es la teoría; os diré qué aspecto tiene, qué hacemos para realizar los cálculos, sólo lo que es la cosa porque, de otro modo, ¿cómo vais a entender qué «imagen del mundo» es esta cosa? ¡Y es una «imagen del mundo» porque describe todos los fenómenos (excepto la radiactividad y la gravedad) del mundo! ¡Son muchos fenómenos! ¡Esto debiera explicar, si todo se entiende cabalmente, la risa del auditorio cuando hagáis una observación tonta!

—«Electrodinámica cuántica: fotones, corpúsculos de luz», conferencias *in situ* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

En realidad, la cantidad total de cosas que un físico conoce es muy pequeña. Sólo tiene que recordar las reglas que le lleven de un lugar a otro, y ya está.

—*The Character of Physical Law*, p.45

Descubrí que realmente la física es un marco de referencia muy útil para lo que parecen campos diferentes; que el mundo es el mismo, que las leyes físicas no son tan inútiles, ¿entiende lo que quiero decir? Funcionan. Sí, funcionan, y puedes usar las ideas de campos diferentes, y pasas delante de los otros tipos, porque hay un elevado número de cosas que para ti son muy evidentes pero que ellos todavía han de aprender. Pero, desde luego, uno tiene que aprender también por experiencia. No intento decir que... ambas cosas juntas son mucho mejor que cualquiera. Pero es cierto que estudiar física es bueno en todas las situaciones.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

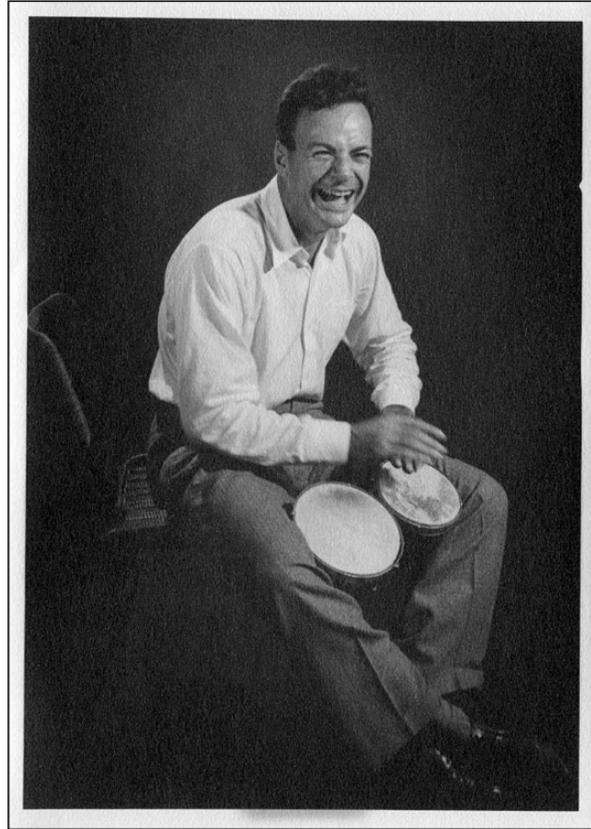
Es un empleo muy duro. Es una gran cantidad de trabajo. ¿Y por qué lo hacemos? Debido a la emoción, debido al hecho de que cada vez que obtenemos una de estas cosas tenemos un El Dorado espectacular, tenemos una nueva visión de la naturaleza. Vemos el ingenio, si puedo decirlo de esta manera, de la propia naturaleza. La peculiaridad de la manera en que trabaja. Hace falta una terrible tensión de la mente para entender estas cosas. Y el valor real del desarrollo de la ciencia, en esta conexión, la cosa que me hace seguir adelante, es esto, la dificultad de comprenderla. El que estos simios, de pie y contemplando la naturaleza, encuentran que para comprenderla realmente han de pulir su mente al máximo.

—BBC, «Extrañeza menos tres», 1964

Resulta que sé eso, y resulta que sé aquello, y quizá conozco aquello otro; y todo lo trabajo a partir de aquí. Mañana quizá olvide que esto es verdad, pero recuerde que otra cosa es verdad, de modo que pueda reconstruirlo todo de nuevo. Nunca estoy totalmente seguro de por dónde se supone que voy a comenzar, o dónde se supone que voy a terminar. Únicamente recuerdo lo bastante durante todo el tiempo de manera que, a medida que la memoria se desvanece y algunos de los fragmentos caen, puedo ensamblar de nuevo la cosa cada día.

—*The Character of Physical Law*, p.47

El mundo cuántico



Fotógrafo Clemens de Copenhague. Cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

Nosotros los físicos siempre estamos comprobando si hay algún problema con la teoría. Este es el juego, porque si hay algún problema, ¡es interesante! Pero hasta ahora, no hemos encontrado nada equivocado en la teoría de la electrodinámica cuántica. Por lo tanto es, me atrevo a decir, la joya de la física: nuestra posesión más imponente.

—*QED: The Strange Theory of Light and Matter*, p.8

Lo que estoy a punto de contarles es lo que explicamos a nuestros estudiantes de física en el tercer o cuarto año de la escuela de posgrado... ¿y piensan ustedes que se lo voy a explicar para que puedan entenderlo? No, no podrán entenderlo. ¿Por qué razón, entonces, voy a fastidiarles con todo eso? ¿Por qué van ustedes a permanecer sentados aquí todo este tiempo, cuando no van a

poder entender lo que voy a decirles? Mi tarea es convencerlos de que no se vayan ustedes porque no lo entienden. ¿Saben ustedes?, mis estudiantes de física no lo entienden. Ello se debe a que yo no lo entiendo. Nadie lo entiende.

—*QED: The Strange Theory of Light and Matter*, p.9

Los escritores de ciencia ficción que han interpretado mi concepción del positrón como un electrón que viaja hacia atrás en el tiempo no se han dado cuenta de que la teoría es completamente consistente con principios de causalidad, y que en modo alguno implica que podamos viajar hacia atrás en el tiempo.

—Correspondencia con David Paterson (BBC), febrero de 1976

En toda mi vida adulta he intentado destilar lo extraña que es la mecánica cuántica en circunstancias cada vez más simples. He dado muchas conferencias de simplicidad y pureza cada vez mayores.

—Carta al Dr. N. David Mermin, marzo de 1984 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.368)

Quizá la gravedad es una manera en que la mecánica cuántica falla a grandes distancias.

—Carta al Dr. Victor F. Weisskopf, enero-febrero de 1961

Antes y después no son ideas absolutas; dependen del punto de vista. Es parecido a la pregunta de qué está enfrente y qué está detrás. Si me giro un poquito, puedo cambiar la disposición. Dos cosas pueden parecerle a un hombre que se hallan a la misma distancia, pero a otro que se hallan a distancias diferentes. Asimismo, es verdad que dos acontecimientos que parecen darse al mismo tiempo desde un punto de vista pueden no parecerlo desde otro. Esto nos lleva a la idea de la representación del tiempo como una cuarta dimensión geométrica.

—De las notas para el programa *Sobre el tiempo*, 1957

Creo realmente que la mecánica cuántica es fundamentalmente correcta, y que todo esto es simplemente dificultad psicológica. Es muy difícil acostumbrarse a ello porque hay mucho de sentido común y de saber popular en esta idea de que cuando no miramos algo, es de esta manera o de esta otra. Y ser capaz de decir: «¡Dios mío!, ¿es que ni siquiera puedes decir que es de esta manera o de esta otra cuando no lo miras? ¡Pero tiene que ser una cosa o la otra!». ¡No, no puedes

decirlo, o te meterás en problemas! Dicen que no puede ser tan malo. Tiene que ser que la naturaleza no es así.

—Lección Esalen, «Visión de la realidad desde la mecánica cuántica» (1.^a parte), octubre de 1984

Y ahora llego a la mayor vergüenza de la física teórica. Durante los últimos veinticinco años, bueno, es más que esto, son casi cuarenta años, ha habido teorías de campo, y todavía nadie puede computar exactamente la mayoría de sus consecuencias. Ni siquiera las predicciones de la teoría de campo de Yukawa, por ejemplo, pueden calcularse con exactitud. Podemos calcular aproximadamente en electrodinámica únicamente porque el acoplamiento es pequeño. Hacemos una expansión en serie en la constante de acoplamiento. Cuando no podemos hacer la expansión en serie somos demasiado estúpidos para imaginar cuáles son las consecuencias. Esto es un pecado. Es una de las razones por las que no hacemos muchos avances.

—Conferencia en Caltech sobre partículas, 1973

Uno es presuntuoso si dice: «Vamos a encontrar la partícula fundamental, o las leyes de campo unificado», o «el» cualquier cosa. Si resulta sorprendente, el científico está todavía más encantado. ¿Pensáis que dirá: «¡Oh!, no es lo que yo pensaba, no es la partícula fundamental, no quiero explorarlo?». No, dirá: «¿Qué demonios es entonces?».

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

El comportamiento de las cosas a una escala pequeña mediante mecánica cuántica es extraño y maravilloso, y los físicos teóricos siempre han intentado deleitar al público general con las maravillas del mundo pequeño.

—«Teoría y aplicaciones de los circuitos superconductores de Mercereau», octubre de 1964

En la actualidad, los problemas más interesantes, y ciertamente los problemas más prácticos, se encuentran desde luego en la física del estado sólido. Pero alguien dijo que no hay nada tan práctico como una buena teoría, y, definitivamente, ¡la teoría de la electrodinámica cuántica es una buena teoría!

—*QED: The Strange Theory of Light and Matter*, p.114

Y lo mejor que podemos hacer es relajarnos y disfrutar de esto: nuestro carácter minúsculo, y la enormidad del resto del universo. Desde luego, si esto les deprime, siempre pueden considerarlo de la otra manera, y pensar lo grandes que somos en comparación con los átomos y las partes de los átomos, y entonces ustedes son un universo enorme para dichos átomos, y digamos que después pueden situarse en medio y gozar de todo de ambas maneras.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Podemos pensar en dos cuarks y anticuarks con una salchicha a su alrededor; pero mover la salchicha implica inercia de campo o masa efectiva proporcional a la longitud de la salchicha.

—«La masa varía con la posición», *Physics*, 230, 1987 (artículos de R.P. Feynman, Archivos del Instituto de Tecnología de California)

Los principios de la física, hasta donde puedo ver, no hablan en contra de la posibilidad de maniobrar las cosas átomo a átomo. No es un intento de violar ninguna ley; es algo que en principio puede hacerse; pero en la práctica no se ha hecho porque somos demasiado grandes.

—«Hay mucho espacio en el fondo», diciembre de 1959

Es muy importante saber que la luz se comporta como partículas, especialmente para aquellos de vosotros que han ido al instituto, donde probablemente os dijeron algo acerca de que la luz se comporta como ondas. Os estoy diciendo de la manera en que se comporta: como partículas.

—*QED: The Strange Theory of Light and Matter*, p.15

Los periódicos decían que hubo una época en la que sólo doce hombres entendían la teoría de la relatividad. No creo que existiera nunca dicha época. Pudo haber habido una época en que sólo un hombre lo hiciera, porque fue el único tipo que lo captó, antes de escribir su artículo. Pero después que la gente leyera el artículo, muchas personas entendieron la teoría de la relatividad de una forma u otra, ciertamente más de doce. En cambio, pienso que puedo decir sin miedo a equivocarme que nadie entiende la mecánica cuántica.

—*The Character of Physical Law*, p.129

La teoría de la electrodinámica cuántica describe la naturaleza como

absurda desde el punto de vista del sentido común. Y concuerda completamente con los experimentos. De modo que espero que se acepte a la naturaleza tal como es: absurda.

—*QED: The Strange Theory of Light and Matter*, p.10

Nuestro primer experimento para intentar entender el protón como objeto complicado, como un reloj, fue hacer chocar entre sí dos de estos relojes a alta energía y observar qué tipo de engranajes y otras piezas surgían y en qué ángulos. Esta es la típica colisión hadrón-hadrón, e implica dos desconocidos, tanto el blanco como el misil.

—Discurso de aceptación de la Medalla Oersted, 1972

A menudo hemos hecho grandes progresos en física al reconocer que la complejidad de las cosas a un nivel es el resultado del hecho de que estas cosas están compuestas por elementos más simples a otro nivel.

—«Estructura del protón», conferencia de la Medalla Niels Bohr impartida en Copenhague, Dinamarca, octubre de 1973

[Sobre la existencia de cuarks]: Existen, sin embargo, varios argumentos teóricos en contra de esta idea. Dichos argumentos eran tan robustos que al principio parecían conducir a paradojas. Pero, de una en una, aprendimos de qué manera puede ser posible sortear dichas paradojas. Quizá estemos contemplando los primeros atisbos de una teoría realmente dinámica de los hadrones.

—«Estructura del protón», conferencia de la Medalla Niels Bohr impartida en Copenhague, Dinamarca, octubre de 1973

Si los experimentos continúan confirmando la necesidad de cuarks en los protones, entonces esta es la manera en que la teoría se desarrollará aparentemente: cuarks de tres colores, es decir, nueve en total. Y ocho tipos de gluones. Esta parte parece complicada pero es simple desde el punto de vista matemático. Y una fuerza de largo alcance, que parece sencilla pero desde el punto de vista matemático resulta poco natural. Las sugerencias para explicar esta fuerza de largo alcance, como la de Kauffmann, parecen todas un poco incómodas y no tienen la belleza interior que solemos esperar de la verdad. Pero a veces se descubre primero la verdad, y la belleza o «necesidad» de dicha verdad sólo se ve posteriormente.

—«Estructura del protón», conferencia de la Medalla Niels Bohr impartida en Copenhague, Dinamarca, octubre de 1973

Además de nuestros ocho gluones y nueve cuarks, quedarían todavía el electrón, el muon, el fotón, el gravitón y dos neutrinos, de modo que todavía dejaremos una nueva proliferación de partículas para que las analice la siguiente generación. ¿Acaso encontrarán que todas están compuestas por elementos todavía más simples a otro nivel?

—«Estructura del protón», conferencia de la Medalla Niels Bohr impartida en Copenhague, Dinamarca, octubre de 1973

El protón y el neutrón son sólo dos de cerca de cuatrocientas variedades conocidas de cosas. ¡Esta es una confusión terrible, peor que la química en la época de Mendeléyev por un factor de cuatro o cinco!

—Conferencia sobre partículas en Caltech, 1973

Si las predicciones funcionan, entonces uno puede decir: «Sí, las cosas no están hechas realmente de partones, pero actúan como si estuvieran hechas de partones en este aspecto, y en aquel aspecto, y en aquel otro aspecto». Esto es lo que la realidad es en física, una idea que se ajusta a una clase incluso mayor de experimentos. En la época en que la gente decía que las cosas están compuestas por átomos, había objeciones en el sentido de que se podían obtener los mismos resultados a partir de la termodinámica. Sólo las propiedades termodinámicas eran correctas. En este caso particular, a medida que se hacían cada vez más experimentos, la proposición de que las cosas estaban constituidas por átomos resultó ser de una generalidad y corrección mucho mayores que sólo la termodinámica.

—Conferencia sobre partículas en Caltech, 1973

Nunca ha habido un modelo satisfactorio de la reflexión de la luz desde superficies delgadas o, después de esto, desde cualquier otro fenómeno. Satisfactorio en su sentido clásico y pasado de moda; se ha de hacer un truco lógico desde la mecánica cuántica con el fin de describir estas cosas.

—Lección Esalen, «Visión de la realidad desde la mecánica cuántica» (2.^a parte), octubre de 1984

El comportamiento de los sistemas subnucleares es tan extraño en

comparación con los que el cerebro evolucionó para tratar que el análisis ha de ser muy abstracto: para entender el hielo, hemos de comprender cosas que son muy distintas del hielo.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Si explicaran que esta es su mejor aproximación pero que muy pocas sirven; en cambio, aprovechan la posibilidad de que puede que no exista ninguna partícula fundamental definitiva, y dicen que deberíamos dejar de trabajar y consideran con gran profundidad: «No has pensado en ello con la suficiente profundidad, deja que primero defina el mundo para ti». Bueno, ¡voy a investigarlo sin definirlo!

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Siempre me he entretenido apretujando la dificultad de la mecánica cuántica en un lugar cada vez más pequeño.

—Conferencia en el MIT, mayo de 1981

La imperfección de nuestra concepción actual de la electrodinámica cuántica no debe cegarnos ante el enorme progreso que se ha hecho.

—«La situación actual en electrodinámica cuántica», Congreso Solvay, 1961

Resulta que a la escala microscópica, todas las leyes de la física son exactamente reversibles; hacia delante en el tiempo, hacia atrás en el tiempo: todo tiene el mismo aspecto. Pero todos estos fenómenos (y hay muchos, desde luego: la vida y los huevos fritos son dos ejemplos) que van en una dirección sólo tienen que ser interpretados por la complejidad de las circunstancias, que hay muchísimas partículas que se mezclan.

—«Electrodinámica cuántica: los electrones y sus interacciones», conferencias *dir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

De modo que de lo que voy a hablar en esta conferencia es de toda la física, realmente: de toda la física que se conoce hasta este momento, más muchas cosas que se suponen. De modo que la conferencia va a ser más extensa incluso que las anteriores porque entonces yo traté de dos partículas, ¡y ahora tengo que habérmelas con dos docenas de partículas!

—«Electrodinámica cuántica: los electrones y sus interacciones», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

Es una suerte que tengamos esta visión a gran escala de todo de manera que podamos verlas como cosas en lugar de preocuparnos continuamente acerca de estos pequeños átomos.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Cuando hablábamos acerca de los átomos, uno de los problemas que la gente tenía con los átomos era que son muy diminutos y que es muy difícil imaginar la escala. Que el tamaño de lo que son los átomos, comparado con el de una manzana, es la misma escala que el tamaño de la manzana comparado con el de la Tierra. Y esto es algo difícil de aceptar. Hay que considerar estas cosas continuamente, y la gente encuentra que estos números son inconcebibles. ¡Y lo mismo me pasa a mí!

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

[Sobre los átomos]: Ahora, lo que hacemos es sencillamente cambiar nuestra escala. Estamos pensando únicamente en pequeñas bolas; muy a menudo no intentamos pensar exactamente en lo muy pequeñas que son, pues si no acabaríamos algo chiflados.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Fue hacia los primeros años de la década de 1900 cuando se descubrió que la luz, en realidad, se comporta como partículas, lo que fue una sorpresa terrible después del gran éxito que había tenido la teoría ondulatoria. Y entonces el problema de intentar ver de qué manera las partículas podían hacer que estos fenómenos de tipo ondulatorio pudieran explicarse tan bien mediante ondas llegó a conocerse como la «dualidad onda-partícula». La luz se comporta como partículas los jueves y como ondas los martes, y esto, desde luego, no es una teoría satisfactoria.

—«Electrodinámica cuántica: ajustes de reflexión y transmisión», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

Recuerdo que me impresionó de manera muy evidente la audacia y la novedad de utilizar la mecánica cuántica para describir estas cosas macroscópicas.

—Carta al Dr. Scully, febrero de 1974

Sólo con que concediéramos que, a medida que avanzamos, permanecemos inseguros, dejaríamos oportunidades para las alternativas. No nos convertiremos en entusiastas por el hecho, el conocimiento, la verdad absoluta del día, sino que permaneceremos siempre inseguros. Con el fin de hacer progresos, hay que dejar entreabierto la puerta a lo desconocido.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Pero lo que es insólito acerca de los buenos científicos es que no están tan seguros de sí mismos como otros suelen estarlo. Pueden vivir con la duda constante, pensar «quizá sea así» y actuar en consecuencia, sabiendo todo el tiempo que sólo es «quizá».

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Multiplica la importancia de un problema por tu capacidad de hacer algo acerca del mismo.

—Notas personales

¡El comportamiento de las cosas a la escala pequeña es tan fantástico! ¡Es tan maravillosamente diferente! Tan maravillosamente diferente de cualquier cosa que se comporte a una escala grande.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Cuando estas ideas nuevas de la relatividad y la mecánica cuántica se desarrollaron a principios de este siglo, parecían tan extrañas que muchas personas conservadoras esperaban que finalmente se demostraría que estaban equivocadas, pero el último medio siglo de experimentos con energía, alcance y precisión cada vez mayores sólo han continuado confirmándolas.

—«Estructura del protón», conferencia de la Medalla Niels Bohr impartida en Copenhague, Dinamarca, octubre de 1973

He intentado explicar que todas las mejoras de la teoría relativista fueron al principio chanchullos más o menos directos y semiempíricos. Sin embargo, cada vez que yo descubría algo, volvía sobre mis pasos y lo comprobaba de muchas

maneras, lo comparaba con todos los problemas que se habían hecho previamente en electrodinámica (y posteriormente, en teoría de acoplamiento débil de mesones) para ver si siempre concordaba, etcétera, hasta que estaba absolutamente convencido de la verdad de las diferentes reglas y regulaciones que yo inventaba para simplificar todo el trabajo.

—*Nobel Lectures, Physics 1963-1970*, Elsevier, Ámsterdam, 1972

Lo que ocurra dentro será lo mismo si esta cosa permanece inmóvil o se mueve a una velocidad constante.

—Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967

Nunca me opuse a lo que otras personas se hubieran opuesto de inmediato, ¿sabe usted? Todos los libros dicen que no podemos usar ondas avanzadas porque ello supondría que los efectos precederían a las causas. Pero cosas como estas nunca me preocuparon. Me importan un comino. Nunca pensé en términos de causa y efecto necesariamente, en nada.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

[Sobre la mecánica cuántica]: No podemos pretender entenderla puesto que ofende todas nuestras ideas de sentido común. Lo mejor que podemos hacer es describir lo que ocurre en matemáticas, en ecuaciones, y esto es muy difícil. Lo que todavía es más complicado es intentar decidir qué significan las ecuaciones. Esta es la cosa más compleja de todas, pero es lo que hace que todo este asunto de la física del núcleo sea tan apasionante. Esta es la razón por la que lo hago. Nadie puede decir de manera honesta que esto conducirá a un conocimiento práctico. No podemos decir que vamos a conseguir una nueva fuente de energía. Lo hacemos porque es lo que somos buenos haciendo y porque es una gran aventura de la imaginación.

—BBC, «Horizonte: la caza del cuark», mayo de 1974

Se solía pensar que los átomos eran pequeños, y que este era el límite de la medida, pero en la actualidad, con los nuevos instrumentos y el nuevo diseño durante todo este tiempo, hemos podido fabricar instrumentos que pueden poner a prueba esta teoría. Ahora las distancias pueden describirse de esta manera: si se hace que el átomo tenga cien kilómetros de lado, entonces lo medimos con una

precisión de un centímetro.

—«Electrodinámica cuántica: fotones, corpúsculos de luz», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

Realizar estos experimentos con partículas es fácil; es mucho más difícil analizar qué significan los resultados. ¿Qué se podría deducir de una colisión en la que dos coches mini chocaran frontalmente a gran velocidad y produjeran un Rolls Royce... o dos Rolls Royce que chocaran para producir una motocicleta?

—BBC, «Horizonte: la caza del cuark», mayo de 1974

Ciencia y sociedad



Cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

No se puede entender la ciencia ni su relación con nada a menos que se entienda y se aprecie la gran aventura de nuestra época. Uno no vive en nuestra época a menos que se comprenda que esta es una aventura tremenda y algo salvaje y apasionante.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Es necesario enseñar tanto a aceptar como a rechazar el pasado con una especie de equilibrio que requiere una habilidad considerable.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

La conclusión de todos los investigadores es que toda la gente del mundo es tan boba como se puede ser, y que la única manera de decirles algo es insultar perpetuamente su inteligencia.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

En cualquier decisión para la acción, cuando uno tiene que decidir qué

hacer, siempre hay implícito un «debería», y esto no puede resolverse únicamente a partir de «si hago esto, ¿qué ocurrirá?». Uno dice: «Es claro, vemos lo que ocurrirá y entonces decidimos si queremos que ocurra o no». Pero este último paso, la decisión de si quieres que ocurra o no, es el paso en el que los científicos no pueden ayudaros.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Pienso que decir que estos son problemas científicos es una exageración. Son, muchísimo más, problemas humanitarios. El hecho de cómo trabajar la energía es fácil, pero cómo controlarla no lo es, es algo no científico y no es algo acerca de lo cual los científicos sepan muchas cosas.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Tengo un elevado número de sentimientos incómodos acerca del mundo.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

La actitud del pueblo es intentar encontrar la respuesta en lugar de intentar encontrar un hombre que tenga una manera de conseguir la respuesta.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

Estar predispuesto contra la capacidad de leer la mente en una proporción de un millón a uno no significa que nunca puedas convencerte de que un hombre es un lector de la mente.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

Quisiera señalar que la gente no es honesta. Los científicos tampoco son honestos, en absoluto. Es inútil. Nadie es honesto. Los científicos no son honestos. Y la gente suele creer que lo son. Esto lo empeora. Por honesto no quiero decir que sólo dirás lo que es verdad. Sino que clarifiques toda la situación. Que clarifiques toda la información que se necesita para que alguien que es inteligente tome una decisión.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

¿Quiénes son los chamanes? Los psicoanalistas y los psiquiatras, desde luego. Si se observan todas las ideas complicadas que han desarrollado en un

espacio de tiempo infinitesimal, si se compara con lo mucho que se tarda en cualquiera de las ciencias para tener una idea tras otra. Si se consideran todas las estructuras e invenciones y cosas complicadas, los ids y los egos, las tensiones y las fuerzas, y los impulsos y las pulsiones, os digo que no todos pueden estar allí. Es demasiado para que un cerebro o unos pocos cerebros lo hayan inventado en un período tan corto.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

Los artículos de los periódicos y los libros de divulgación tienden a intentar «explicar» las últimas teorías de una manera que es simplificada para que sea fácil de entender, pero entonces lo que se entiende está equivocado; a veces sólo un poquitín equivocado, pero lo suficiente para desconcertarnos.

—Carta al estudiante Charles E. Tucker, abril de 1967

Encontrar el lugar adecuado de la cultura científica en la sociedad moderna no es resolver los problemas de la sociedad moderna. Hay un gran número de problemas que no tienen mucho que ver con la posición de la ciencia en la sociedad, y es un sueño pensar, si es que acaso se piensa esto, que decidir simplemente que un aspecto, como la manera en que la ciencia y la sociedad debieran casar idealmente, resolverá de una manera u otra todos los problemas.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Esta concepción del mundo todos nosotros intentamos comunicarla de vez en cuando a nuestros amigos no científicos y con mucha frecuencia tenemos dificultades porque intentamos explicarles las últimas cuestiones, como el significado de la conservación de la CP,^[20] mientras que no saben nada acerca de las cosas más preliminares. Durante cuatrocientos años, desde Galileo, hemos estado acopiando información acerca del mundo que ellos desconocen.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

La gran mayoría de la gente, la enorme mayoría de la gente, es lamentablemente, patéticamente, absolutamente ignorante de la ciencia del mundo en que vive, y pueden seguir siéndolo, no quiero decir eso, digo que al diablo con ellos, lo que quiero decir es que son capaces de permanecer de esta manera sin que esto les preocupe en absoluto (sólo un poco); de modo que de vez en cuando,

cuando ven que en el periódico se menciona la CP preguntan qué es. Una cuestión interesante de la relación de la ciencia con la sociedad moderna es precisamente esta: ¿por qué es posible que la gente sea tan lamentablemente ignorante, y sin embargo razonablemente feliz, en la sociedad moderna cuando carecen de tanto saber?

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Del mismo modo que me gustaría poderle enseñar nuestro mundo a Galileo, también tendría que mostrarle algo con una enorme vergüenza. Si dejamos de lado la ciencia y contemplamos el mundo que nos rodea, encontramos algo que es bastante deplorable. Que el ambiente en el que vivimos es tan activamente, tan intensamente científico.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Creo que la ciencia ha permanecido irrelevante porque esperamos hasta que alguien nos hace preguntas o hasta que se nos invita a dar una charla sobre la teoría de Einstein a personas que no entienden la mecánica newtoniana, pero nunca nos invitan a atacar la curación por la fe o la astrología, a explicar cuál es la opinión científica actual sobre la astrología.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Creo que debiéramos pedir que la gente intente en su propia mente obtener por sí misma una imagen más consistente de su propio mundo; que no acepten el lujo de tener su cerebro cortado en cuatro pedazos o incluso en dos pedazos, y que en un lado crean esto y en el otro crean aquello, pero que nunca intenten comparar los dos puntos de vista. Porque hemos aprendido que, al intentar poner juntos los puntos de vista que tenemos en la cabeza y al compararlos entre sí, hacemos algún progreso en comprender y apreciar dónde estamos y qué somos.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Creo que vivimos en una época acientífica en la que casi todo el zarandeo de palabras de las comunicaciones y la televisión, los libros, etcétera, son acientíficos. Esto no significa que sean malos, sino acientíficos. Como resultado, hay una

considerable cantidad de tiranos intelectuales en el nombre de la ciencia.

— Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

La gente cree que los expertos saben lo que hacen. Pero la mayoría de expertos, ya sea en el mercado bursátil, la educación, la sociología o algunas partes de la psicología, no saben más que la persona promedio. Realizan estudios, siguen determinados métodos, y tienen resultados.

— Entrevista en *U. S. News and World Report*, febrero de 1985

La publicidad es una mala cosa: una vez ha empezado a funcionar, sus practicantes no saben cuándo detenerse y se hace cada vez mayor.

— Carta a Jeanne Henry, julio de 1974

Aunque usted dice «Me encantaría obtener toda la publicidad que podamos soportar», yo personalmente no puedo soportar la publicidad, y mi deseo sería exactamente lo contrario. Me encantaría no tener publicidad, en absoluto. Ambos tendremos que hacer algunas concesiones.

— Carta a Jeanne Henry, julio de 1974

Parece que en el mundo hay un cierto interés acerca de cómo es, cómo se siente, etcétera, hacer física, etcétera. Y siempre tenemos el aliento de varios psicólogos tras el cuello para descubrir el modo, cómo funciona la creatividad.

— Charla en el CERN, diciembre de 1965

Leí su artículo detenidamente, y debo decir que el *Pakistan Observer* contenía uno de los mejores artículos, y más claros, sobre lo que hicimos para obtener el premio Nobel. Realmente, los grandes diarios y sistemas de noticias no presentan nada que se asemeje a un intento de la verdad o a una explicación de la situación real. Hace falta un periódico local y un hombre que realmente entiende de qué van las cosas, para crear un artículo serio y adecuado que no está lleno simplemente de cumplidos y banalidades.

— Carta al Dr. A. M. Harun-ar Rashid, noviembre de 1965

Es injusto que me use para promover su propia compañía.

—Carta a Jeanne Henry, julio de 1974

Una de las maneras de hacer que la ciencia se detenga sería hacer experimentos únicamente en las áreas de las que se conoce la ley.

—*The Character of Physical Law*, p.158

Sea cierta o equivocada, tuve la idea de que las tradiciones de la ciencia no son... son frágiles. Las tradiciones del pensamiento científico, no creo que sean frágiles. Creo que son muy frágiles, y que se pueden perder fácilmente, y que la ciencia tiene realmente un valor. El punto de vista implícito, la objetividad, la manera de hacer las cosas son valiosos, ¿ve? De modo que pensé que tenía valor, y que podría ser destruido. Podría ser destruido porque quizá las personas sin esta tradición serían las únicas que quedarán que tendrían un cierto poder.

—Entrevista con Charles Weiner, 27 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

La gente tiene esta sensación de que los científicos saben más de esto que ellos. No es verdad. Es como el Mago de Oz. Miras atrás y ves que es un tipo ordinario, como lo eres tú.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Si el empleo de una tal actitud científica produjera el éxito, se podría animar a un país a seguir y desarrollar un nuevo interés en los problemas de la ciencia misma.

—Centenario del MIT, «Conferencia de nuestra época», diciembre de 1961

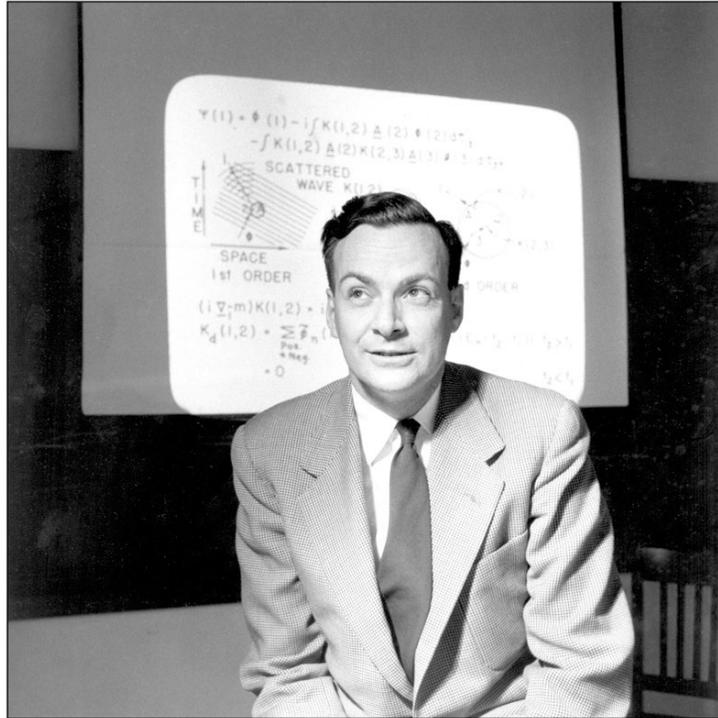
Encuentro que los señuelos que emite la industria suelen exceder la realidad.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

¿Tiene algún valor la ciencia? Creo que un poder de hacer algo tiene valor. Si el resultado es una buena o una mala cosa depende de cómo se use, pero el poder es un valor.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Matemáticas



Fotógrafo Richard Hartt. Cortesía del Instituto de Tecnología de California.

Desearía que ustedes, señoras y señores que se hallan ahí afuera, conocieran algo de estas matemáticas. No es sólo su lógica y su precisión lo que se pierden: también es la poesía.

—Entrevista en la BBC, «Una nueva fuerza en la naturaleza»

Tomemos esta ecuación pequeña y clara de aquí. Me dice todas las maneras en que un electrón puede sentirse cómodo en o alrededor de un átomo. Esta es su lógica. Su poesía es que me dice lo brillante que es el oro, por qué las rocas son duras, qué hace que la hierba sea verde, y por qué no podemos ver el viento. Y un millón de otras cosas, acerca de la manera en que funciona la naturaleza.

—Entrevista en la BBC sobre las teorías gauge, «Una nueva fuerza en la naturaleza»

No es un número grande accidental, como el número grande que es la

proporción del volumen de la Tierra al volumen de una pulga.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 7, 17 de octubre de 1961

Un vector es como un impulso que tiene una determinada dirección, o una velocidad que tiene una determinada dirección, o un movimiento que tiene una determinada dirección... y se representa en un pedazo de papel mediante una flecha en la dirección de la cosa.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 23

¿Sabe usted?, no es cierto que lo que se denomina matemáticas «abstrusas» sea tan difícil. Tomemos algo como la programación informática, y la lógica minuciosa que se necesita para ello: el tipo de pensamiento que mamá y papá hubieran dicho que era sólo para profesores. Bueno, en la actualidad forma parte de muchas actividades cotidianas, es una manera de ganarse la vida; ¡sus hijos se interesan por ella, se agencian un ordenador y hacen las cosas más alocadas y maravillosas!

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Pero, ¿ve usted?, desde el principio yo estaba desconectado. Intentaba encontrar una fórmula para sumar números enteros porque deseaba la fórmula. No me importaba, no significaba nada para mí que esto lo hubieran solucionado los griegos o incluso los babilonios en el 2000 a. C. Esto no me interesaba en absoluto. Era mi problema y me divertía, ¿ve usted? Siempre fue así. Yo siempre estaba jugando a mi propio juego independiente.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

A los que no conocen las matemáticas es difícil hacerles entender una sensación real de la belleza, la más profunda belleza, de la naturaleza. C.P. Snow habló de las dos culturas. Pienso realmente que estas dos culturas separan a las personas que han tenido de las que no han tenido esta experiencia de entender las matemáticas lo bastante bien para apreciar alguna vez la naturaleza.

—*The Character of Physical Law*, p.58

Los errores en álgebra, diferenciación e integración son sólo tonterías; son

cosas que simplemente molestan a los físicos, y molestan tu mente mientras intentas analizar algo. Tendrías que poder hacer cálculos tan rápidamente como fuera posible, y con un mínimo de errores. Esto no requiere más que práctica y memoria; es la única manera de hacerlo.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 19

Es notable, pero en este momento es posible decir que no hay discrepancia experimental en absoluto entre las teorías de la física en cualquier parte y los resultados del experimento. Esto no quiere decir que podamos computarlo todo. Las reglas del juego mediante las cuales hacemos el cómputo son la base de todo. Así es como funciona la naturaleza. Es simple.

—«Electrodinámica cuántica: fotones, corpúsculos de luz», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

Ahora bien, la idea es esta: queremos ver la distribución del momento de los partones del interior. Imaginad que un enjambre de abejas se dirige hacia vosotros. Supongamos que dispersáis radar procedente del enjambre. Las diferentes abejas tendrán diferentes velocidades, y cuando disperséis radar de ellas, veréis una distribución de frecuencias dispersada desde una onda de radio monocromática por un grupo de abejas en movimiento, obtendréis la distribución del momento de las abejas dentro del enjambre.

—Conferencia sobre partículas en Caltech, 1973

Las matemáticas son un lenguaje más el razonamiento; son como un lenguaje más la lógica. Las matemáticas son un instrumento para el razonamiento.

—*The Character of Physical Law*, p.40

Euclides dijo: «No hay camino fácil a la geometría». Y no hay camino fácil. Los físicos no pueden mantener una conversación en ningún otro lenguaje. Si queremos aprender de la naturaleza, apreciar la naturaleza, es necesario entender el idioma en el que esta habla. La naturaleza ofrece su información de una forma solamente; no somos tan poco humildes como para pedirle que cambie antes de que le prestemos atención.

—*The Character of Physical Law*, p.58

De modo que cada vez me interesé más por el asunto matemático asociado a

la física. Además, las matemáticas por sí mismas me resultaban muy atractivas. Me gustaron a lo largo de toda mi vida.

—Entrevista en *Future for Science*

Para emplear las matemáticas con éxito, se ha de tener una determinada actitud mental: saber que hay muchas maneras de considerar cualquier problema y cualquier tema.

—«Nuevas matemáticas», preparado para el Departamento de Educación del Estado de California, 1965

Se necesita una respuesta para un determinado problema; la cuestión es cómo obtenerla. El usuario competente de matemáticas es prácticamente un inventor de nuevas maneras de obtener respuestas en situaciones dadas.

—«Nuevas matemáticas», preparado para el Departamento de Educación del Estado de California, 1965

¿Cuál es el mejor método para obtener la solución a un problema? La respuesta es: cualquier forma que funcione.

—«Nuevas matemáticas», preparado para el Departamento de Educación del Estado de California, 1965

Las matemáticas no son una ciencia desde mi punto de vista, en el sentido de que no son una ciencia natural. Quizá sean una ciencia antinatural.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 3, 3 de octubre de 1961

El resultado final de calcular los límites se escribe todavía de otra manera, como SPECIAL_IMAGE-OEBPS/Images/image17.svg-REPLACE_ME . Ahora la cosa se torna incluso más abstracta. Estas *ds* no tienen que volverse a dividir. Y si les digo que lo llamaremos un pequeñísimo pedacito de tiempo y distancia, los matemáticos se enfadarán mucho conmigo. Pero funciona bien. Pueden usarlo. Si imaginan que estos dos son más pequeños que cualquier cosa, han captado la idea correcta.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 8, 20 de octubre de 1961

Ahora están realizando cálculo. Este es un cálculo de alto nivel. Diferenciando cosas. Nada como esto.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 8, 20 de octubre de 1961

Pueden construir su propia tabla de integrales mediante diferenciales hasta que se les pongan verdes las agallas, y encontrarán que por cada fórmula con un diferencial, tendrán una fórmula integral si le dan la vuelta.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 8, 20 de octubre de 1961

A diferencia del caso de las matemáticas, en las que puede definirse todo y después uno no sabe de qué habla (en realidad, la gloria de las matemáticas es que uno no sabe de lo que habla). La gloria es que las leyes, los argumentos y la lógica son independientes de lo que es.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 12, 7 de noviembre de 1961

Nunca pongo bien los signos; quizá ustedes tampoco, pero al final pueden descubrirlo.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 13, 10 de noviembre de 1961

Siempre estoy comprobando las cosas cuando calculo, porque cometo muchas equivocaciones. Una manera de comprobar es hacer las matemáticas de manera muy minuciosa; la otra manera de comprobar es ver si los números que salen son razonables, si describen lo que realmente sucede.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 63

La aparente facilidad con la que hago esto es falsa: ¡juro que lo hice más de una vez hasta que di con el resultado correcto!

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 62

Recuerden: si se quedan atascados en un análisis matemático, ¡siempre pueden hacerlo mediante aritmética!

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 82

Yo sabía que uno de los grandes problemas de la geometría era trisecar un ángulo. De modo que, ¡al diablo con todas estas cosas, seguiríamos adelante y resolveríamos el gran problema!, ¿ve usted? Esta es una manera de aprender, sin embargo; así se lo digo.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

No fue nada brillante, es sólo que yo tenía facilidad para las matemáticas, para la manipulación matemática, como un chico que es bueno haciendo cálculos aritméticos mentales rápidamente. Este tipo de cosas. Es muy útil poder hacerlo.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

La única cosa en que podía pensar era: esto era bueno para enseñar a alguien, pero no era bueno por sí mismo. Todavía tengo esta sensación acerca de las matemáticas.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

No puedo apostar. Entiendo las matemáticas de las probabilidades. Creo firmemente que los juegos son presumiblemente imparciales. Son honestos. Si son honestos, no hay manera de apostar, porque sólo es una cuestión de cómo salen los dados, y esto no me resulta interesante. Es sólo un accidente.

—Entrevista con Charles Weiner, 27 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

No sé por qué la teoría de números no encuentra aplicación en física. En cambio, parece que necesitamos las matemáticas de funciones de variables continuas, números complejos y álgebra abstracta.

—Carta a Robert Boeninger, mayo de 1969

No puedo entender muy bien las matemáticas, como les he dicho, y he de tener ejemplos físicos, pero esta es solamente la manera en que mi mente trabaja.

—Carta a Bert y Mulaika Corben, 1948

Pensando que yo entiendo la geometría y necesitando cortar una pieza de madera que encaje en la diagonal de un cuadrado de 1,5 metros, intento calcular qué longitud ha de tener. Al no ser muy experto, obtengo infinito: inútil, y tampoco ayuda decir que puede ser cero, porque ambos son círculos. No es la filosofía lo que buscamos, sino el comportamiento de las cosas reales. De modo que, desesperado, lo mido directamente; ¡vaya, es de algo más de dos metros (ni infinito ni cero)! De modo que hemos medido estas cosas para las que nuestra teoría nos da números cercanos a lo que medimos. Estamos buscando la fórmula que nos dé la raíz cuadrada de cincuenta.

—Carta a Barbara Kyle, octubre de 1965 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.152)

No estoy interesado en lo que los matemáticos de hoy en día encuentran interesante.

—Carta al Dr. John A. Wheeler, mayo de 1966

La teoría de conjuntos se utiliza algunas veces, pero no muy a menudo, en aspectos prácticos. Sus mayores usos y su belleza aparecen en el estudio de los cimientos lógicos de las matemáticas.

—Carta a Alexander Calandra, septiembre de 1965

Un matemático puro es muy impráctico: no está interesado (de hecho, a propósito no está interesado) en el significado de los símbolos, las letras y las ideas matemáticas, sino que únicamente está interesado en las interconexiones lógicas de los axiomas, mientras que el usuario de las matemáticas ha de entender la conexión de las matemáticas con el mundo real.

—«Nuevas matemáticas», preparado para el Departamento de Educación del Estado de California, 1965

El usuario de las matemáticas que tiene éxito es prácticamente un inventor de nuevas maneras de obtener respuestas a situaciones concretas.

—«Nuevas matemáticas», preparado para el Departamento de Educación del Estado de California, 1965

Hay muchas maneras de resolver un problema pero, lamentablemente, también hay maneras fijas conocidas y definidas de resolver los problemas. Lo que hemos estado haciendo en el pasado es enseñar sólo una manera fijada de resolver problemas aritméticos en lugar de enseñar la flexibilidad de la mente: es decir, las diversas maneras posibles de plantear un problema, las maneras posibles de pensar en él, y las posibles maneras de resolver el problema.

—«Nuevas matemáticas», preparado para el Departamento de Educación del Estado de California, 1965

Con el fin de usar las matemáticas hay que tener una comprensión más profunda de la relación entre los objetos matemáticos y las cosas reales, y esta comprensión más profunda se opone a una tendencia a intentar hacer que todos los diferentes tipos de aplicaciones matemáticas representen la misma cosa.

—«Nuevas matemáticas», preparado para el Departamento de Educación del Estado de California, 1965

Desde un punto de vista estricto y técnico, si se supiera, la teoría de los fundamentos de las matemáticas no se halla en un estado completamente satisfactorio e implica algunas complicaciones muy grandes.

—«Nuevas matemáticas», preparado para el Departamento de Educación del Estado de California, 1965

Podría mencionar, quizá, por qué se dedica una cierta atención a diferentes sistemas de bases además de la base 10. El objetivo es únicamente aumentar de nuevo la experiencia matemática. Para dejar claro a los niños que la base 10 es un accidente de la historia humana y que no hay nada de especial acerca del número 10.

—«Nuevas matemáticas», preparado para el Departamento de Educación del Estado de California, 1965

Si estuviera dando una charla sobre matemáticas, ya le habría contestado. Las matemáticas buscan patrones.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

De manera que él conocía toda su aritmética, y era muy bueno en esto, y ello

supuso un reto para mí. Yo no dejaba de practicar. Solíamos tener un pequeño concurso. Cada vez que teníamos que calcular algo, nos apresurábamos a encontrar la respuesta, él y yo, y yo perdía. Pasados algunos años empecé a ganar yo de vez en cuando, quizá una vez de cada cuatro. Uno tiene que darse cuenta de los números, ¿sabe?, y cada uno de nosotros lo hacía de manera diferente. Nos divertíamos mucho.

—Sobre su experiencia con el Proyecto Manhattan, «Los Álamos desde abajo», 1976

Desde luego, tienes que darte cuenta de algo divertido en relación con un número, como si tienes que multiplicar 174 por 140, por ejemplo. Adviertes que 173 por 141 es como la raíz cuadrada de 3, multiplicado por la raíz cuadrada de 2, que es la raíz cuadrada de 6, que es 245. Pero tienes que darte cuenta de los números, ¿sabe?, y cada tipo lo hacía de manera diferente; nos divertíamos mucho.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Estaban estos sumos sacerdotes que podían predecir Venus, y los hombres normales, que ustedes imaginarán que decían: «¡Dios!, ¿cómo lo hacen? Esto es maravilloso, me asusta, no puedo aprender aritmética, esto es imposible», y cosas por el estilo. Ahora bien, si en aquella época hubiera habido un intento de pedagogía, en otras palabras, que los sacerdotes intentaran explicar a los profanos lo que hacían, podrían haber explicado que sólo contaban, o hacían el equivalente de contar.

—Lección Esalen, «Visión de la realidad desde la mecánica cuántica» (2.^a parte), octubre de 1984

¡Les mostraré cómo hacer estos cálculos, como si sacaran habichuelas de sus botes!

—Lección Esalen, «Visión de la realidad desde la mecánica cuántica» (2.^a parte), octubre de 1984

Pienso que hemos entendido todo lo que podemos desde este punto de vista; lo que hemos encontrado en este siglo es lo bastante diferente y lo bastante oscuro para que el avance futuro requiera muchas matemáticas.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

No creo en la idea de que hay unas pocas personas peculiares capaces de comprender las matemáticas, y que el resto del mundo es normal. Las matemáticas son un descubrimiento humano, y no es más complicado que lo que los humanos pueden comprender.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Las matemáticas sólo son un lenguaje.

—Notas personales

Las matemáticas pueden permitir puntos de partida aparentes absolutamente diferentes.

—Notas personales

Las reglas del álgebra son cosas que estudian los matemáticos, ¡y los matemáticos han intentado hallar todos los objetos que puedan encontrarse que obedezcan dichas reglas! Originalmente, las reglas se hicieron para contar manzanas: se mejoraron con el uso de números negativos; se mejoraron todavía más al inventar las fracciones.

—«Electrodinámica cuántica: ajustes de reflexión y transmisión», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

[Sobre los números complejos]: Es interesante que los matemáticos inventaran todas estas matemáticas para estos números extraños sin tener nada a las que aplicarlas directamente en física, y que después resultara ser tan fundamental para las leyes básicas de la física usar estos números raros.

—«Electrodinámica cuántica: ajustes de reflexión y transmisión», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

En la actualidad, nos hemos vuelto muy refinados. En los días iniciales, cuando las matemáticas se desarrollaban por primera vez y se decía que un número es algo relacionado con cuando se cuenta el número de manzanas o de personas, o algo parecido, entonces la idea de media persona era más bien un problema. Pero hoy en día no hay ninguna dificultad, y nadie tiene ninguna sensación moral, incómoda o sangrienta cuando oye que en determinada región hay 3,2 personas por kilómetro cuadrado.

—«Electrodinámica cuántica: ajustes de reflexión y transmisión», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

Les sorprendería cuántos números se pueden obtener jugando con pi, y con 2 y 5, etcétera, y si no tienen nada para guiarlos excepto la respuesta, incluso pueden hacer que esta alcance varios lugares decimales jugando con ellos de forma adecuada. Es sorprendente lo mucho que puede acercarse uno a un número arbitrario jugando con números bonitos como pi.

—«Electrodinámica cuántica: nuevos interrogantes», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

Ahora bien, ustedes preguntan: ¿es esta la manera correcta de hacerlo? ¡No existe tal cosa! No hay maneras «correctas» de hacer nada. Una manera concreta de hacerlo puede ser correcta, pero no es la manera correcta.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 58

Al considerar retrospectivamente el trabajo, sólo puedo sentir una especie de arrepentimiento por la enorme cantidad de razonamiento físico y de reexpresión matemática que termina simplemente volviendo a expresar lo que ya se conocía previamente, aunque de una forma que es mucho más eficiente para el cálculo de problemas específicos. ¿No habría sido mucho más fácil simplemente trabajar por entero en el marco matemático para elaborar una expresión más eficiente? Ciertamente, parecería que este fuera el caso, pero debe señalarse que aunque el problema que realmente se resolvió fue sólo el de dicha reformulación, el problema con el que nos enfrentamos originalmente fue el problema (que quizá esté todavía por resolver) de evitar los infinitos de la teoría usual. Por lo tanto, se buscaba una nueva teoría, no sólo una modificación de la antigua. Aunque la búsqueda fue infructuosa, hemos de considerar la cuestión del valor de las ideas físicas para el desarrollo de una nueva teoría.

—*Nobel Lectures, Physics 1963-1970*, Elsevier, Ámsterdam, 1972

Cuando yo estaba en el instituto teníamos un equipo de álgebra, y yo estaba en el equipo de álgebra. Era algo de locos: nos encontrábamos con otro instituto, y se abría un sobre con problemas que alguien había inventado en algún lugar, y se anunciaba: «Este problema es de 45 segundos», o quizá «dos minutos y medio», y lo escribían en la pizarra. Tenías 15 segundos para pensar y después tenías que trabajar como un demonio, y trazar un círculo alrededor de tu respuesta. No

importaba de qué manera conseguías la respuesta. Esto es lo que me gustaba. Yo solía practicar, para hacer esto, y logré ser muy, muy rápido. La capacidad de hacer cálculos algebraicos rápidamente, que después se convirtió en la capacidad de hacer cálculos rápidamente, siempre me sirvió mucho.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Me parece que si usted me dice $2x = 32$, sé lo que significa. x siempre representa algún número, de modo que si resulta que el número se halla ahí arriba, como un exponente, ¿supone esto alguna diferencia? Quiero decir, sabemos lo que son los exponentes. ¿Supone esto alguna diferencia para el problema?

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Cuando estuve en el MIT, leía libros sobre campos que no conocía, como la relatividad general y cosas por el estilo, o incluso en la enciclopedia, cuando extraía materiales del artículo. Yo parecía tener un sentido para extraer, en electrostática, una gran cantidad de material, pero cuando se trataba del cálculo de la capacitancia de un condensador elíptico, que era relativamente complicado, no me preocupaba el hecho de que no lo entendiera. Yo sabía que no era tan interesante como los teoremas generales sobre las leyes del cuadrado inverso, y, ¿sabe usted?, yo tenía alguna manera de saber qué era importante y qué no.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Mi padre me explicó el número pi antes de que hubiera aprendido en la escuela los decimales para las fracciones, y me explicó los decimales. Ve usted, yo estaba realmente adelantado en aritmética. Lo recuerdo cuando me explicaba que pi era un misterio grande y maravilloso. Todo era siempre espectacular: que todos los círculos tienen la misma relación entre la distancia a su alrededor y la distancia a su través, y que este número, este número extraño, es de una gran importancia, y es un número maravilloso. De modo que es como si pi estuviera escrito en letras de oro, ¿sabe?

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Las matemáticas puras son simplemente una abstracción del mundo real, y

las matemáticas puras tienen un lenguaje preciso especial para tratar de sus temas especiales y técnicos. Pero este lenguaje preciso no es preciso de ninguna manera si uno trata con objetos reales del mundo, y sólo es pedante y bastante confuso usarlo a menos que haya algunas sutilezas especiales que han de distinguirse detenidamente.

—«Nuevas matemáticas», preparado para el Departamento de Educación del Estado de California, 1965

Tecnología



Cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

Hay una enfermedad de los ordenadores que todos los que trabajan con ordenadores conocen bien. Es una enfermedad muy grave e interfiere completamente con el trabajo. ¡El problema con los ordenadores es que «jugamos» con ellos!

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.127

La respuesta adecuada ha de ser determinada mediante experimento, y la pura especulación no tiene lugar; pero al no poder realizar experimentos no pude evitar que mi mente vagara en el avión. De modo que me gustaría informar de mis

especulaciones puras sólo como diversión, no en el sentido de que crea que estas cosas son necesariamente así, sino sólo por la diversión de pensar lo emocionante que puede ser.

—Carta a Edwin H. Land (Compañía Polaroid), mayo de 1966 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.221)

Sin embargo, los ordenadores todavía no pueden «captar» lo que se les dice, de la manera en que lo hace una persona. Es necesario decirles con un detalle insoportable exactamente lo que tienen que hacer. Quizá un día dispongamos de máquinas que puedan habérselas con descripciones aproximadas de las tareas, pero mientras tanto hemos de ser muy remilgados en cómo les decimos a los ordenadores que hagan las cosas.

—*Feynman Lectures on Computation*, p.3

[Sobre los ordenadores cuánticos]: De lo que tenemos que preocuparnos realmente no es de la energía absoluta, sino de la energía que se pierde; es decir, la energía libre que produce caos o irregularidades. Este problema es muy parecido a lo que alguien me dijo acerca de mi ordenador atómico. Has estimado la energía, me dijo, pero has olvidado cuánta energía hace falta para fabricar el ordenador. Muy bien. Digamos que esta es la mc^2 de todos los átomos. Pero cuando haya acabado de computar después de cien años, recuperaré esta energía.

—«Ordenadores diminutos que obedecen leyes mecánicas cuánticas», *New Directions in Physics: The Los Alamos 40th Anniversary Volume*, 1987

Quiero hablar de la posibilidad de que haya una simulación exacta, que el ordenador haga exactamente lo mismo que la naturaleza. Si ha de demostrarse esto y si el tipo de ordenador ya se ha explicado, entonces será necesario que todo lo que ocurre en un volumen finito de espacio y tiempo tenga que ser exactamente analizable con un número finito de operaciones lógicas.

—«Simular la física mediante ordenadores», *International Journal of Theoretical Physics*, mayo de 1981

El descubrimiento de los ordenadores y el pensamiento de los ordenadores han resultado ser muy útiles en muchas ramas del razonamiento humano. Por ejemplo, nunca llegamos a comprender realmente lo malísima que es nuestra comprensión del lenguaje, la teoría de la gramática y todo este tema, hasta que intentamos hacer un trabajo de ordenador que fuera capaz de entender el lenguaje.

—Conferencia en el MIT, mayo de 1981

[Sobre la explosión del *Challenger*]: El hecho de que este peligro no condujera a la catástrofe antes no es garantía de que no lo haga la próxima vez, a menos que lo entendamos completamente.

—«Feynman llama la atención a la NASA», *Pasadena Star-News*, 11 de junio de 1986

Un ordenador es un empleado dedicado a archivar, de clase superior, de gran velocidad, magnífico, elegante.

—Lección Esalen, «Ordenadores de dentro afuera», octubre de 1984

Siempre es mejor hacer las máquinas más pequeñas, y la pregunta es cuánto más pequeñas es todavía posible construir máquinas según las leyes de la naturaleza, en principio. No discutiré cuáles de estas cosas aparecerán realmente en el futuro. Esto depende de problemas económicos y problemas sociales, y no intentaré adivinar sobre estos aspectos.

—«Las máquinas computadoras del futuro», Lección Conmemorativa Nishina, agosto de 1985

La idea del telescopio es enfocar la luz procedente de un área mayor en un área menor, de modo que podamos ver cosas que son más débiles y tienen menos luz.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

La buena fabricación es esencial para construir buenos aparatos para las mediciones precisas y minuciosas que se requieren en física para descubrir las leyes de la naturaleza.

—Carta a Raymond Rogers, enero de 1966 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.208)

Hay una gran cantidad de trabajo para intentar desarrollar máquinas más inteligentes, máquinas que tengan una mejor relación con los humanos, de manera que las entradas y salidas puedan hacerse con menos esfuerzo que la compleja programación que es necesaria en la actualidad. Esto lleva el nombre de inteligencia artificial, pero no me gusta dicho nombre. Quizá las máquinas no

inteligentes puedan hacerlo incluso mejor que las inteligentes.

—«Las máquinas computadoras del futuro», Lección Conmemorativa Nishina, agosto de 1985

Mencioné algo acerca de la posibilidad del tiempo... de que las cosas sean afectadas no sólo por el pasado, sino también por el futuro y, por lo tanto, que nuestras posibilidades sean en cierto sentido «ilusionantes». Poseemos únicamente la información procedente del pasado, e intentamos predecir el paso siguiente, pero en realidad este depende del futuro inmediato, con el que no podemos hacernos, o algo parecido.

—Conferencia en el MIT, mayo de 1981

De nuevo para divertirnos y por placer intelectual, podríamos imaginar máquinas diminutas, de unas pocas micras de diámetro, con ruedas y cables todos interconectados mediante conexiones metálicas y de silicio, de modo que la cosa en su conjunto, un dispositivo muy grande, se mueva no con los movimientos torpes de nuestras máquinas rígidas actuales, sino en la manera suave del cuello de un cisne, que después de todo es un conjunto de pequeñas máquinas, las células, todas interconectadas y todas controladas de una manera delicada. ¿Por qué no podemos hacer eso nosotros?

—«Las máquinas computadoras del futuro», Lección Conmemorativa Nishina, agosto de 1985

[Sobre la investigación de la explosión del *Challenger*]: La cosa principal que aprendí en aquella reunión fue lo ineficiente que es una investigación pública. La mayor parte del tiempo, otras personas hacen preguntas de las que ya conoces la respuesta (o en las que no estás interesado), y te quedas tan confundido que apenas escuchas cuando se pasan por alto puntos importantes.

—«Feynman: frustrado por el lento ritmo de la investigación», *Pasadena Star-News*, 29 de enero de 1989

No es necesario comprender la manera en que las aves baten sus alas y en cómo están diseñadas las plumas para construir una máquina voladora. No es necesario comprender el sistema de palanca en las patas de un guepardo, es decir, un animal que corre deprisa, para construir un automóvil con ruedas que vaya muy deprisa. Por lo tanto, no es necesario imitar el comportamiento de la naturaleza en detalle para diseñar un dispositivo que en muchos aspectos supere

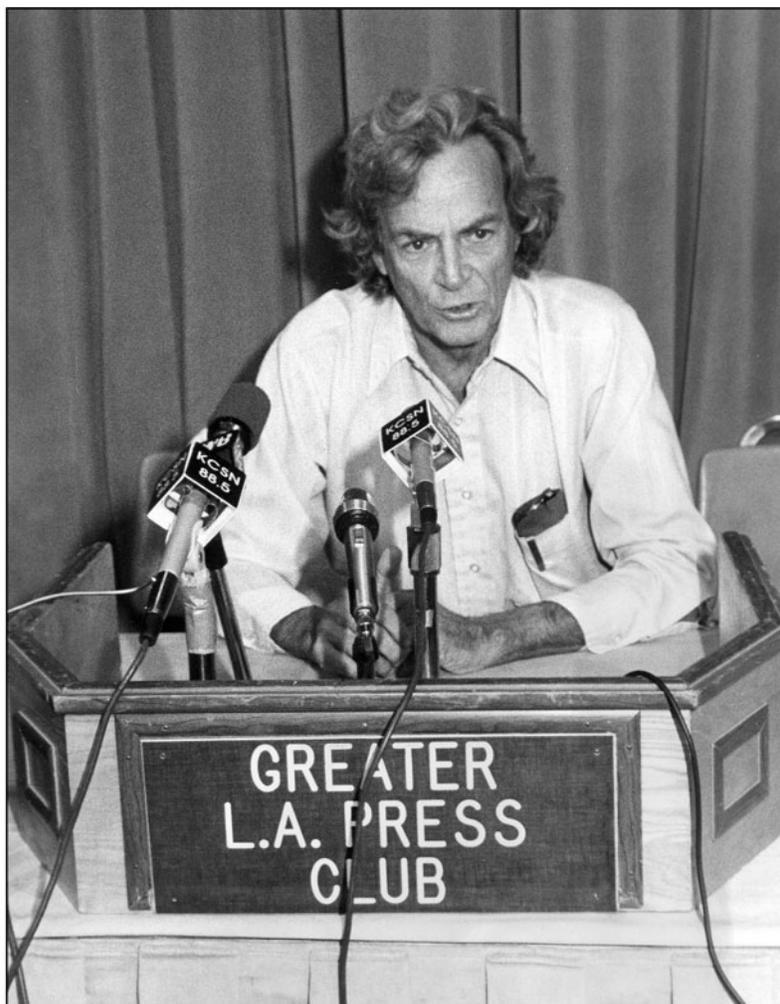
las capacidades de la naturaleza.

—«Las máquinas computadoras del futuro», Lección Conmemorativa Nishina, agosto de 1985

¿Se ha preguntado usted alguna vez de qué está hecho? Si responde, de carne y hueso, entonces le preguntaré de qué están hechos; usted dirá de moléculas, proteínas, quizá incluso de DNA. ¿De qué están hechas estas moléculas? De átomos: todos somos un montón de átomos.

—BBC, «Horizonte: la caza del cuark», mayo de 1974

Guerra



Cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

Hay una responsabilidad para todos nosotros por la manera en que el mundo ha resultado, pero no tuvimos el sentido suficiente para pensar en una manera de evitarlo.

—«900 en Caltech y JPL declaran su apoyo a la suspensión de las armas nucleares», *The Los Angeles Times*, 16 de octubre de 1982

Después, la gente preguntaba: «¿No se siente usted culpable?». No, porque en aquel momento es cuando pensé en la gravedad de la situación en el mundo, en las posibilidades de hacer una bomba, en los peligros que resultarían si el otro

bando lo consiguiera y nosotros no, y me pareció que era absolutamente claro que teníamos que hacer realmente un esfuerzo para salvar al mundo de la otra posibilidad. Es verdad, después resultó que no avanzaban mucho, pero en aquel entonces no había manera de saberlo, porque era posible. Demostramos que era posible. No era imposible, por lo tanto, que ellos lo consiguieran, y si lo hubieran hecho, esto habría sido terrible.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Por otro lado, como una posibilidad de una gran liberación de energía, ahora se suele decir que la ciencia produce la bomba. No es así. Es la ingeniería la que produce la bomba. La razón para construir la bomba fue una razón militar durante la guerra. Es cierto que hubo científicos que trabajaron en ello, pero no trabajaban en ciencia, durante la guerra actuaban como ingenieros. Se los sacó de los laboratorios para que hicieran esto.

—Entrevista para *Viewpoint*

Un resultado adicional de la calamidad de la guerra podría ser un antagonismo universal hacia la física, como resultado de que la gente podría echar la culpa a los científicos por haber hecho posible la destrucción.

—Centenario del MIT, «Conferencia de nuestra época», diciembre de 1961

Me gustaría tener la oportunidad de describir, en lugar del horror de las cosas que ayudé a construir, más bien alguna de las esperanzas y valores que también se crearon y que pueden surgir si el problema de la guerra pudiera solucionarse.

—Notas sobre la bomba atómica

El logro práctico durante la guerra de la transmutación de los elementos y de la liberación de energía subatómica ha puesto de relieve una vez más que los descubrimientos de la ciencia no son nunca buenos o malos por sí mismos. Se trata del uso que hagamos de los descubrimientos. La ciencia nos da poder. Podemos utilizarlo para producir el bien o para producir el mal. Y la liberación de energía nuclear es la liberación de un poder de lo más tremendo. Potencialmente es de un valor extremo, o, como hemos visto, es capaz de una destrucción sin precedentes.

—Notas de Los Álamos

Una discusión sobre el futuro de la energía atómica es una discusión de los problemas a la hora de tomar decisiones.

—Notas de Los Álamos

Debido a que el conocimiento puede aplicarse a la guerra y la guerra es mala, no hay razón para intentar detener la guerra suprimiendo el conocimiento. Incluso si mantuviéramos la ciencia funcionando aquí sin que hubiera filtraciones, no podríamos impedir su avance en otras manos. Nosotros nos quedamos sentados, otros actúan.

—Notas de Los Álamos

El debate más agrio se centra en el control de la información, el desarrollo de armas militares y la investigación de nuevos conocimientos.

—Notas de Los Álamos

El problema es que la ciencia confiere poder para el bien o para el mal. Nos preocupa que pueda ser usado para el mal. La monopolización por los militares no sorprende a ningún hombre sensato que la elección es desarrollar los fines buenos... pero obliga a la ciencia a desarrollarse precisamente en aquellas direcciones en las que puede hacerse más destructiva.

—Notas de Los Álamos

Los científicos descubrieron la energía encerrada en los átomos y soñaron en la época de su liberación. La gran era atómica apareció de una manera matemática y horrible. El mayor de los problemas, con toda probabilidad, es el de la guerra y la paz.

—Notas personales

Yo mismo no sé si estoy a favor o en contra de los ensayos nucleares. Hay razones en ambos lados. Produce radiactividad, y es peligrosa, y también es muy malo tener una guerra. Pero si hay más probabilidades de tener una guerra porque se realizan los ensayos, esto no lo sé. Si la preparación detendrá la guerra, o la falta de preparación, no lo sé.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

Todo el equipo de diferentes investigaciones se puso en común para construir el nuevo aparato para hacer el experimento de intentar separar los isótopos de uranio.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

La bomba tiene un gran peligro: la guerra; cualquier nación puede desarrollar la energía atómica y lo hará.

—Notas de antes de Los Álamos

La lección de la última guerra es no pensar que la gente posee atributos adquiridos especiales simplemente porque nacieron de determinados padres, sino intentar enseñar estos elementos «valiosos» a todos los hombres porque todos los hombres pueden aprender, con independencia de cuál sea su raza.

—Carta a Tina Levitan, febrero de 1967 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.235)

Aunque en mi campo, en la actualidad, soy un hombre relativamente famoso, en aquella época no era nadie que fuera famoso en absoluto. Ni siquiera tenía un título cuando empecé a trabajar en mi materia asociada con el Proyecto Manhattan.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Toda la ciencia se detuvo durante la guerra, excepto la poquísima que se hacía en Los Álamos.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Todas las cosas que sobre la bomba atómica se habían pensado en Berkeley, y la física nuclear, y todas estas cosas, y yo no sabía mucho acerca de ello. Yo había estado haciendo otro tipo de cosas. De modo que tuve que hacer una cantidad enorme de trabajo.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Nunca había viajado en avión antes; viajé en avión. ¡Me sujetaron los secretos con una pequeña cosa con una correa, a la espalda!

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Tengo muchísimo respeto por estos tipos militares porque nunca puedo decidir nada muy importante en un tiempo determinado, en absoluto.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Siempre teníamos prisa. Tengo que explicar que todo lo que hicimos, lo hicimos tan rápidamente como fue posible.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Les conté lo que estábamos haciendo, y todos estaban emocionados. Estábamos empeñados en una guerra. Vemos lo que esto supone. Ellos sabían qué significaban los números. Si salía la presión mayor, esto significaba que se liberaba más energía, etcétera, etcétera. Sabían lo que estaban haciendo.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Estaba sentado en un restaurante en Nueva York, por ejemplo, y contemplaba los edificios y hasta qué distancia, ¿saben?, pensaba, cuál era el radio de destrucción de la bomba de Hiroshima, y cosas así. Hasta qué distancia desde allí hasta la calle 34. Todos estos edificios destruidos, etcétera. Y tenía una sensación muy extraña. Salía a caminar y veía a gente construyendo un puente. O bien hacían una carretera nueva, y yo pensaba: están locos, simplemente no lo comprenden, no lo comprenden. ¿Por qué hacen cosas nuevas? ¡Es tan inútil!

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

La actitud es que este asunto de cómo abro cajas fuertes no es algo que todo el mundo tenga que saber, porque hace que todo sea muy inseguro, es muy peligroso que todo el mundo sepa cómo hacerlo.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Trabajé en el proyecto en Los Álamos durante la segunda guerra mundial. Después del primer ensayo con éxito había una excitación tremenda. Todos celebrábamos fiestas; todos corríamos. Me senté en la parte trasera de un *jeep* y toqué los bongos. Un hombre, Bob Wilson, estaba sentado y deprimido. Cuando le pregunté por qué, me dijo: «Hemos hecho una cosa terrible».

—Entrevista en *U. S. News and World Report*, febrero de 1985

[Sobre la bomba atómica]: Quizá, por algún milagro, los que tienen la responsabilidad de controlar esta cosa empezarán a darse cuenta (o quizá ya se den cuenta) de su inutilidad. En este caso, puede resultar que la bomba haya sido útil para impedirnos el antiguo ejercicio histórico de destruirnos los unos a los otros.

—Entrevista en *U. S. News and World Report*, febrero de 1985

[Sobre el proyecto de Los Álamos]: Supongamos que los científicos no hubieran ido a la cabeza y, en cambio, hubieran dicho: «Más adelante será un problema tan grande para la humanidad que no creemos que tengamos que hacerlo». ¡Qué vocerío se hubiera producido si Hitler y su pandilla hubieran conseguido fabricar la bomba y la hubieran usado para dominar el mundo!

—Entrevista en *U. S. News and World Report*, febrero de 1985

Es muy fastidioso que todo el mundo te pida tu opinión, y se supone que tienes que ser sabio de repente, y yo sé que no soy sabio de repente.

—«El extraordinario Dr. Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 20 de abril de 1986

Tomé la decisión de trabajar en el Proyecto Manhattan al principio de la guerra porque pensé que los alemanes lo conseguirían. No sé si esta fue la decisión correcta.

—«El extraordinario Dr. Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 20 de abril de 1986

Desde un punto de vista científico, el Proyecto Manhattan no era lo que de

ordinario yo hubiera deseado hacer; era más ingeniería que ciencia. Fue muy emocionante conocer a todos los grandes hombres y a los personajes inteligentes acerca de los cuales uno lee. Es una respuesta similar a la que tengo en relación con la comisión. No hubiera querido participar en la comisión aparte del sentimiento del deber, pero una vez que decidí que no había otra opción y que tenía que hacerlo, entonces tuve que trabajar duro. Pero si se me hubiera dado media oportunidad, lo hubiera dejado. Es apasionante, una vez estás atrapado en ello. Es como preguntarle a alguien que casi ha tenido un accidente de automóvil si es algo excitante. Es de lo más divertido ir tocando el claxon mientras se intenta conducir entre los coches, ¿no es verdad? Sólo que preferiría no haber tenido que hacerlo.

—«El extraordinario Dr. Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 20 de abril de 1986

[En relación con su oposición al desarme nuclear bilateral]: [Reagan es uno de los] expertos, especialmente en el gobierno, que no sabe lo que están haciendo.

—Citado en *Star-News*, 16 de octubre de 1982

El terror y el peligro de la bomba atómica se han contado repetidas veces.

—Notas personales

La bomba atómica es esencialmente sólo una bomba muy grande, mil veces más energética que la mayor bomba revientamanzanas.

—Notas personales

Muy pronto, una nación podrá declarar la sentencia de muerte a la mitad de la población de cualquier otra nación y en el mismo día llevar a cabo la ejecución.

—Notas personales

Una leve esperanza de que pueda ser una bendición en un disfraz horrible al llevar el idealismo tibio hacia la cooperación entre la gente a una realidad nacida de la necesidad.

—Notas personales

Siempre ha sido evidente que la cooperación era muy deseable.

—Notas personales

La leve esperanza de que el horror de la bomba atómica pueda finalmente convencer a la humanidad de que la división es una locura.

—Notas personales

[Sobre el proyecto de Los Álamos]: Lo que me ocurrió (lo que les ocurrió al resto de nosotros) es que empezamos por una buena razón, y después se trabaja muy duro para conseguir algo, y es un placer, una excitación. Y dejas de pensar, ¿sabe?; sencillamente, dejas de hacerlo.

—«La leyenda de Feynman», *The Los Angeles Times*, 17 de febrero de 1988

Este mismo asunto con la bomba y este pesimismo estuvo conmigo durante varios años y, hacia 1950, yo todavía era pesimista acerca del mundo y estaba completamente seguro de que estaba en lo cierto, que nadie llegaba a ninguna parte y de que todos dábamos vueltas en círculos y que íbamos a tener problemas. Entonces, cuando tuviéramos problemas con Rusia, etcétera, nos bombardearíamos unos a otros, y el hemisferio Norte quedaría muy malparado.

—Entrevista con Charles Weiner, 27 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

[Sobre la bomba nuclear]: Hasta donde yo sé (quizá otras personas no están de acuerdo), en mi experiencia no se produjo una dificultad seria porque la información se mantenía como un secreto que era esencial para una comprensión más o menos fundamental, o se mantenía secreta demasiado tiempo. Había cosas importantes de las que se informaba gradualmente... pero a su debido tiempo, por así decirlo.

—Entrevista con Charles Weiner, 27 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Los científicos somos listos, demasiado listos, ¿esto no le satisface? ¿Es que diez kilómetros cuadrados en una bomba no basta? Los hombres siguen pensando. ¡Sólo díganos lo grande que la quiere!

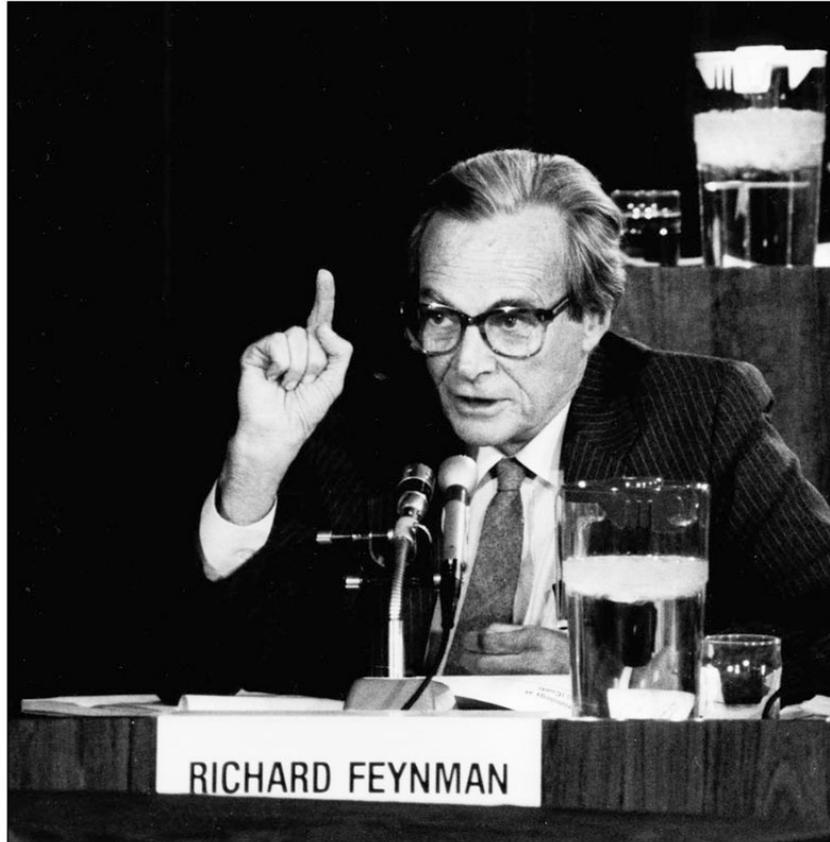
—Notas personales

Y esta es una cosa que aprendí: que si tienes alguna razón para hacer algo

que es muy fuerte y empiezas a trabajar en ello, tienes que mirar a tu alrededor de vez en cuando y enterarte de si los motivos originales siguen siendo correctos.

—Entrevista en *Future for Science*

Challenger



Cortesía del Instituto de Tecnología de California.

Haría falta como mínimo una citación del Congreso para que yo volviera a Washington.

—Carta a David Acheson, 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.405)

Cuando se usa un modelo matemático, debe prestarse una minuciosa atención a las incertidumbres del modelo.

—*Pasadena Star-News*, opinión, 18 de junio de 1986

[Sobre la Comisión Rogers]:^[21] Me siento como un toro en una cristalería. Lo mejor que se puede hacer es poner al toro a trabajar con el arado. Una metáfora

mejor sería un buey en una cristalería, porque el cristal es el toro, desde luego.

—Carta a Gweneth y Michelle Feynman, 12 de febrero de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.402)

Si de esta manera el gobierno no los apoya, que así sea.

—Informe de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, volumen 2: apéndiceF, junio de 1986

La NASA les debe a los ciudadanos, a los que les pide apoyo, ser franca, honesta e informativa, de manera que dichos ciudadanos puedan tomar las decisiones más sensatas para el uso de sus recursos limitados.

—Informe de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, volumen 2: apéndiceF, junio de 1986

[Sobre la Comisión Rogers]: Me preocupa un poco que experimente un sentido del deber.

—«El extraordinario Dr. Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 20 de abril de 1986

[Sobre la Comisión Rogers]: Antes, durante la discusión, ha habido varios comentarios solícitos acerca de cómo nosotros, como individuos o, mejor, en pequeños grupos (llamados subcomités), podemos ir adonde queramos para recabar información. Intento proponer que haré esto (y algunos físicos me dicen que les gustaría ir conmigo), y dispongo mis cosas de manera que pueda trabajar de forma intensiva durante un rato. No parece que me den un encargo, y la reunión termina prácticamente mientras estoy hablando, con la observación del vicepresidente (Armstrong) de que no hagamos un trabajo detallado.

—Carta a Gweneth y Michelle Feynman, 12 de febrero de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.399)

El domingo voy con Graham y su familia a ver el Museo del Aire y del Espacio, que tanto le gustó a Carl; tenemos una hora antes de la inauguración oficial, y no hay público. Influencia; después de todo, es el director en funciones de la NASA.

—Carta a Gweneth y Michelle Feynman, 12 de febrero de 1986 (*Perfectly*

Reasonable Deviations from the Beaten Track, p.401)

[Sobre la indulgencia de Rogers a la hora de fraternizar con la prensa]: Me gustó su reacción, pero ahora, mientras escribo esto, no lo tengo tan claro. Fue muy fácil después de que hablara explícitamente sobre la importancia de que no hubiera filtraciones, etc., en las reuniones anteriores. ¿Me está tendiendo una trampa? (Ya lo ves, querida: la paranoia de Washington se apodera de mí.) Si es así, cuando quiera detenerme o desacreditarme me puede acusar de filtrar algo importante. Pienso que es posible que haya cosas en esto que alguien intente evitar que yo descubra, y que pueda intentar desacreditarme si me acerco demasiado a ellas.

—Carta a Gweneth y Michelle Feynman, 12 de febrero de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.401)

[Sobre Rogers]: Probablemente soy un grano en su culo.

—Carta a Gweneth y Michelle Feynman, 12 de febrero de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.401)

[Sobre la Comisión Rogers]: A este paso nunca llegaremos a acercarnos lo bastante al asunto para descubrir qué es lo que ocurrió.

—Carta a Gweneth y Michelle Feynman, 12 de febrero de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.401)

[Sobre la Comisión Rogers]: Estoy determinado a hacer el trabajo de descubrir lo que ocurrió... caiga quien caiga.

—Carta a Gweneth y Michelle Feynman, 12 de febrero de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.401)

[Sobre la Comisión Rogers]: Creo que me dejarán hacerlo, abrumado por datos y detalles, con la esperanza de que me halle ocupado, enterrado con toda la atención a los detalles técnicos, de modo que tengan tiempo de ablandar a testigos especialmente peligrosos, etc. Pero no funcionará porque: 1) yo intercambio y comprendo la información técnica mucho más rápidamente de lo que imaginan, y 2) ya huelo algunas ratas que no olvidaré porque me encanta el olor de las ratas.

—Carta a Gweneth y Michelle Feynman, 12 de febrero de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.402)

La gestión oficial, en cambio, afirma que cree que la probabilidad de fallo es mil veces menor. Una razón de ello puede ser un intento de garantizar al gobierno la perfección y el éxito de la NASA con el fin de asegurarse el suministro de fondos. La otra puede ser que creyeran sinceramente que era verdad, lo que demostraría una casi increíble falta de comunicación entre ellos y sus ingenieros operativos.

—Informe de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, volumen 2: apéndiceF, junio de 1986

Parece que hay enormes diferencias de opinión acerca de la probabilidad de fallos con pérdida del vehículo y de vidas humanas. Las estimaciones van desde aproximadamente 1 de cada 100 hasta 1 de cada 100 000. Las cifras más altas proceden de los ingenieros operativos, y las cifras muy bajas de la dirección. ¿Cuáles son las causas y consecuencias de esta falta de concordancia? Puesto que 1 parte en 100 000 significa que se podría propulsar una lanzadera cada día durante trescientos años y esperar perder sólo una, sería adecuado que planteáramos la siguiente pregunta: «¿Cuál es la causa de la fantástica fe de la dirección en la maquinaria?».

—Informe de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, volumen 2: apéndiceF, junio de 1986

El argumento de que con el mismo riesgo hubo lanzamientos anteriores sin fallos se suele aceptar como un argumento para la seguridad de aceptarlo de nuevo. Debido a ello, se aceptan una y otra vez puntos débiles, en ocasiones sin un intento lo bastante serio para remediarlos, o de demorar un vuelo debido a su presencia continuada.

—Informe de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, volumen 2: apéndiceF, junio de 1986

Parece que, cualquiera que sea la finalidad, ya sea para el consumo interno o externo, la dirección de la NASA exagera la fiabilidad de su producto, hasta llegar a la fantasía.

—Informe de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, volumen 2: apéndiceF, junio de 1986

Las juntas tóricas de los cohetes aceleradores sólidos no estaban diseñadas para que se deterioraran. El deterioro era una clave de que algo estaba equivocado.

El deterioro no era algo a partir de lo cual se pudiera inferir seguridad.

—Informe de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, volumen 2: apéndiceF, junio de 1986

Un aterrizaje totalmente automático probablemente no es tan seguro como un aterrizaje controlado por un piloto.

—Informe de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, volumen 2: apéndiceF, junio de 1986

Encontramos que la actitud ante los fallos y la fiabilidad del sistema no es tan buena como lo es para el sistema informático. Por ejemplo, se encontraron dificultades con determinados sensores de temperatura que a veces fallaban. Pero 18 meses más tarde, todavía se usaban los mismos sensores, que a veces todavía fallaban, hasta que se tuvo que cancelar un lanzamiento porque dos de ellos fallaron al mismo tiempo.

—Informe de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, volumen 2: apéndiceF, junio de 1986

La acción de los reactores es comprobada por sensores y, si no consiguen encenderse, los ordenadores eligen encender otro reactor. Pero no están diseñados para fallar, y el problema debería resolverse.

—Informe de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, volumen 2: apéndiceF, junio de 1986

Si hay que mantener un programa razonable de lanzamientos, a menudo la actividad de ingeniería no puede hacerse con la rapidez suficiente para estar a la altura de las expectativas de criterios de certificación originalmente conservadores diseñados para garantizar un vehículo muy seguro. En estas situaciones, de manera sutil y a menudo con criterios en apariencia lógicos, se alteran los criterios de manera que todavía puedan certificarse los vuelos a tiempo. Por lo tanto, vuelan en una condición relativamente insegura, con una probabilidad de fallos del orden de un centésimo.

—Informe de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, volumen 2: apéndiceF, junio de 1986

Hagamos recomendaciones para asegurar que los funcionarios de la NASA

traten con un mundo de realidad a la hora de entender lo suficientemente bien las imperfecciones y los puntos débiles tecnológicos para que intenten eliminarlos activamente.

—Informe de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, volumen 2: apéndiceF, junio de 1986

También hemos encontrado que los criterios de certificación usados en las Revisiones de Disposición de Vuelo suelen desarrollar un rigor que se reduce gradualmente. El argumento de que con el mismo riesgo se voló antes sin averías se suele aceptar como un argumento para la seguridad de aceptarlo de nuevo. Debido a ello, se aceptan puntos débiles evidentes una y otra vez, a veces sin un intento lo suficientemente serio para remediarlos, o de demorar un vuelo debido a su presencia continuada.

—*Pasadena Star-News*, opinión, 18 de junio de 1986

De un total de casi 2900 vuelos, 121 fallaron (1 de cada 25). Sin embargo, esto incluye lo que podrían llamarse errores iniciales, cohetes que se lanzaban por primera vez y en los que se descubren y se resuelven errores de diseño. Una cifra más razonable para los cohetes veteranos sería de 1 de cada 50. Con un cuidado especial en la selección de las partes y en la inspección, podría conseguirse una cifra inferior a 1 de cada 100, pero probablemente no se pueda conseguir 1 de cada 1000 con la tecnología de hoy en día. Los funcionarios de la NASA dicen que la cifra es muy inferior.

—*Pasadena Star-News*, opinión, 18 de junio de 1986

En realidad, experimentos previos de la NASA han demostrado, en ocasiones, precisamente estas dificultades, casi accidentes y accidentes, todos los cuales daban avisos de que la probabilidad de fallos en el vuelo no era tan pequeña.

—*Pasadena Star-News*, opinión, 18 de junio de 1986

¿Por qué encontramos una disparidad tan enorme entre la estima de la dirección y el juicio de los ingenieros? Parece que, cualquiera que sea la finalidad, ya sea para el consumo interno o externo, la dirección de la NASA exagera la fiabilidad de su producto, hasta llegar a la fantasía.

—*Pasadena Star-News*, opinión, 18 de junio de 1986

El hecho de que este peligro no llevara a una catástrofe antes no es garantía de que no lo haga la próxima vez. A menos que se entienda completamente. Cuando se juega a la ruleta rusa, el hecho de que el primer disparo no sea efectivo no es ningún consuelo para el siguiente.

—*Pasadena Star-News*, opinión, 18 de junio de 1986

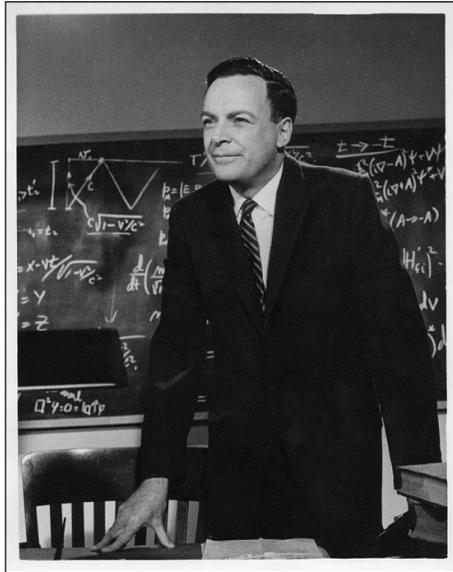
Le he comentado a Rogers que tengo estos parientes con conexiones en la prensa, y que si es correcto visitarlos. Es muy amable y me ha dicho: «Desde luego».

—Carta a Gweneth y Michelle Feynman, 12 de febrero de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.401)

No estoy interesado en mi comodidad personal, sino en el bienestar del país.

—Correspondencia con Rogers («El Sr. Feynman va a Washington», 1986)

Política



Cortesía del Instituto de Tecnología de California.

Todos sabemos que en Washington no saben lo que hacen. No es que sean necios; es simplemente que nadie sabe cómo manejar muchos de los problemas. Muchos expertos han estudiado estos temas. Pero saben mucho menos de lo que quieren admitir. Si alguien se presentara a las elecciones diciendo que no tiene respuestas, nadie le prestaría atención. Todos queremos una respuesta. Pero algún día, quizá, todos acabarán por darse cuenta de que los expertos no lo saben casi todo.

—Entrevista en *U. S. News and World Report*, febrero de 1985

Si puede controlarse en reacciones termonucleares, entonces resulta que la energía que puede obtenerse a partir de un litro de agua por segundo es igual a toda la energía eléctrica generada en los Estados Unidos. Con un grifo que suministre 60 litros de agua por minuto, tenemos el combustible para proveer toda la energía que se usa en la actualidad en los Estados Unidos. Por lo tanto, les compete a los físicos descubrir cómo liberarnos de la necesidad de tener energía. Y puede hacerse, en la práctica.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 4, 6 de octubre de 1961

[Sobre la negatividad del electrón]: Es la escala lo que quiero medir, y utilizo el «menos» debido a Benjamin Franklin, que decidió llamar «menos» al electrón. ¿De acuerdo? De modo que estamos atascados con esto desde 1776. Y hay muchas otras cosas con las que estamos atascados desde 1776. Y para algunas, ellos no están tan preocupados como yo lo estoy.

—«Electrodinámica cuántica: nuevos interrogantes», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

La ciencia es un esfuerzo humano internacional, y no habría «ciencia americana» si no fuera por el desarrollo científico en el resto del mundo.

—Carta a Stuart Zimmer, febrero de 1982 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.344)

En la mente de la gente hay una actitud según la cual han de tener una respuesta, y que un hombre que da una respuesta es mejor que un hombre que no da una respuesta, cuando el hecho real del asunto es, en la mayoría de casos, exactamente al revés. Y el resultado de ello es que el político ha de dar una respuesta. Y el resultado de ello es que nunca se pueden mantener las promesas electorales. Es un hecho mecánico, es imposible. El resultado de ello es que nadie se cree las promesas electorales. Y el resultado de ello es un desprecio general de los políticos, una falta general de respeto para las personas que intentan resolver problemas.

—«La época acientífica», serie de conferencias John Danz, 1963

Decidieron hacer algo absolutamente ilegal, que era censurar el correo de personas dentro de los Estados Unidos, en los Estados Unidos continentales, cosa que no tienen derecho a hacer. De manera que tuvo que establecerse de manera muy delicada, como una cosa voluntaria. Todos accedimos a no cerrar los sobres en los que íbamos a enviar nuestras cartas. Aceptamos, estaría bien, que abrieran las cartas que nos llegaran; esto fue aceptado voluntariamente por nosotros.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Para un resumen rápido, no veo nada malo en la energía nuclear, excepto cuestiones de la posibilidad de explosiones, sabotaje, robo de combustible para fabricar bombas, fugas de radiactividad por parte de los bastones agotados almacenados, etc. Pero todas estas son cuestiones técnicas o ingenieriles, sobre las

cuales podemos hacer muchas cosas.

—Carta al estudiante Mark Minguillón, abril de 1976 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, pp.304-305)

La industria de la televisión puede estar orgullosa de ser una parte de la tradición de libertad de expresión de este país.

—Carta a Bill Whitley (KNXT), mayo de 1959 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.101)

El gobierno de los Estados Unidos no es muy bueno, pero, con la posible excepción del gobierno de Inglaterra, es el más grande de los gobiernos que hay en la Tierra en la actualidad, es el más satisfactorio, el más moderno, pero no es muy bueno.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

No pienso que el problema sea entre socialismo y capitalismo, sino más bien entre la supresión de ideas y la libertad de ideas. Si hay libertad de ideas y el socialismo es mejor que el comunismo, se abrirá camino. Y será mejor para todos. Y si el capitalismo es mejor que el socialismo, se abrirá camino.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Según la Constitución, se supone que tiene que haber votos. No se supone que sea determinable automáticamente antes de tiempo en cada uno de los temas qué está bien y qué está mal. De otro modo no habría que preocuparse para inventar el Senado para tener los votos. Mientras se tengan los votos, entonces la finalidad de los votos es intentar hacerse a la idea de cuál es el camino a seguir.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

Hay un sistema de leyes, de jurados y de jueces. Y aunque, desde luego, hay muchos fallos y defectos, y hemos de continuar trabajando en ellos, tengo una gran admiración por ello.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

La educación universal es probablemente una cosa buena, pero puedes enseñar lo bueno, así como lo malo: puedes enseñar la falsedad tanto como la

verdad. La comunicación entre naciones tal como se produce a través de un desarrollo técnico de la ciencia debería, ciertamente, mejorar las relaciones entre naciones. Bueno, depende de lo que se comunique. Puedes comunicar la verdad o puedes comunicar mentiras. Puedes comunicar amenazas o amabilidad.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Mi teoría es que la pérdida de interés común (entre los ingenieros y científicos por un lado y la dirección por el otro) es la causa del deterioro de la cooperación.

—«El Sr. Feynman va a Washington», 1987

Espero permanecer lejos del Comité Presidencial de Maestros Fontaneros tanto como sea posible, y espero que usted no me reclute.

—Carta al congresista Barber B. Conable Jr., noviembre de 1965

Escribe usted que los verdaderos americanos tienen un corazón grande y generoso, que no hace más que demostrar el corazón grande y generoso que usted tiene. Porque ha de saber usted que una gran nación, al menos una en la que florezcan las ideas británicas de libertad, es muy compleja, y uno junto a otro están los grandes y los mezquinos, los generosos y los egoístas, de la misma manera que residen uno junto a otro en cada hombre.

—Carta al reverendo John Alex y a la señora Marjorie Howard, diciembre de 1965 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.184)

Ningún gobierno tiene el derecho a decidir sobre la verdad de los principios científicos, ni de prescribir de ninguna manera el carácter de las cuestiones investigadas. Tampoco puede determinar un gobierno el valor estético de las creaciones artísticas, ni limitar las formas de expresión literaria o artística. Ni debe pronunciarse sobre la validez de las doctrinas económicas, históricas, religiosas o filosóficas. En cambio, tiene un deber para con sus ciudadanos de mantener la libertad, de permitir a dichos ciudadanos que contribuyan a fomentar la aventura y el desarrollo de la raza humana.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

En aquella época decidí, creo, que la cosa moralmente correcta que había

que hacer era protegernos; sentía que había un gran mal por todas partes, y que este mal no haría más que crecer si tuviera más poder técnico. La única manera que yo conocía de evitarlo era llegar allí antes, de modo que pudiéramos impedir que lo hiciera, o derrotarlo.

—BBC, «El placer de descubrir», 1981

El Sr. Hollingsworth tiene valor al llamarme especialista de la CEA. ¿Están todos los científicos del país trabajando para la Comisión de la Energía Atómica?

—Carta a Lewis L. Strauss, 6 de julio de 1956

[Sobre la Comisión Rogers]: Tengo una única cualificación: soy completamente libre y no hay palancas que se puedan usar para influir sobre mí, y soy razonablemente sincero y honesto. Aquí hay implicadas fuerzas y consecuencias políticas enormemente poderosas. Pero aunque la gente me lo ha explicado desde diferentes puntos de vista los ignoro todos, y actúo con un propósito aparentemente ingenuo y decidido para un único fin: primero, por qué, físicamente, la lanzadera falló, dejando para después la pregunta de por qué los humanos tomaron, aparentemente, malas decisiones cuando las tomaron.

—Carta a Gweneth y Michelle Feynman, 12 de febrero de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.398)

[Después de una reunión de las Naciones Unidas sobre energía atómica]: Desde entonces he tenido una idea mucho mejor de cómo funciona el gobierno, y de cuál es el maldito problema al respecto. Quiero decir, que aquellas cosas que es vital decidir se deciden demasiado fácilmente. Quiero decir, es magnífico que una persona pueda decidir tan fácilmente. ¿Puede decidir un dado rápidamente? Es sólo que... es malo. Era algo muy serio.

—Entrevista con Charles Weiner, 27 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Hay una gran cantidad de decisiones ligeras de importancia histórica.

—Entrevista con Charles Weiner, 27 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

[Sobre los trabajadores de una empresa]: Tienen un conflicto, y tensiones, y por lo general, o bien ceden completamente, o bien se produce otra tensión. Si se

implican al 100 por 100 en el trabajo de la empresa, entonces se produce otro problema. Siempre tienen a otro tipo por encima de ellos, el jefe, que es más tonto técnicamente que ellos, y que toma las decisiones sobre lo que tienen que hacer, y de si lo que hacen vale la pena.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

La cuestión real del gobierno frente a la empresa privada se argumenta sobre una base demasiado filosófica y abstracta. Teóricamente, la planificación puede ser buena. Pero nadie ha descubierto nunca la causa de la estupidez del gobierno; y hasta que lo hagan (y encuentren la cura), todos los planes ideales acabarán en arenas movedizas.

—*What Do You Care What Other People Think?*, pp.90-91

Así que, de manera muy delicada, entre todos aquellos tipos científicos de talante liberal que aceptaron dicha proposición, finalmente tuvimos la censura instalada.

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

La otra cosa que pone de los nervios a un hombre científico en el mundo de hoy son los métodos de elegir a los líderes... en cualquier nación. Hoy, por ejemplo, en los Estados Unidos, los dos partidos políticos han decidido emplear hombres de relaciones públicas, es decir, publicitarios, que están adiestrados en los métodos necesarios de decir la verdad y mentir con el fin de desarrollar un producto. Esta no era la idea original. Se supone que deben discutir situaciones y no simplemente inventarse eslóganes. Sin embargo es cierto, si consideramos la historia, que la elección de líderes políticos en los Estados Unidos se ha basado en muchas ocasiones diferentes en eslóganes.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Duda e incertidumbre



Cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

Pero yo no tengo que conocer una respuesta. No me asusta no saber cosas, encontrarme perdido en un universo misterioso sin ningún propósito, que es como realmente es, mientras yo pueda decirlo. No me asusta.

—BBC, «El placer de descubrir», 1981

[La duda] no es una idea nueva; esta es la idea de la época de la razón. Esta es la filosofía que guio a los hombres que hicieron la democracia bajo la cual vivimos. La idea de que nadie sabía realmente cómo hacer funcionar un gobierno llevó a la idea de que teníamos que preparar un sistema mediante el cual se pudieran desarrollar nuevas ideas, probarlas, desecharlas, aportar nuevas ideas; un sistema de prueba y error. Este método fue un resultado del hecho de que la ciencia ya se estaba mostrando como una aventura de éxito a finales del sigloXVIII. Incluso entonces, las gentes socialmente orientadas tenían claro que la abertura de nuevas posibilidades era una oportunidad, y que la duda y la discusión eran esenciales para avanzar hacia lo desconocido.

—«El valor de la ciencia», diciembre de 1955

Puedo vivir con la duda, y la incertidumbre, y no sabiendo. Pienso que es mucho más interesante vivir no sabiendo algo que tener respuestas que podrían ser equivocadas. Tengo respuestas aproximadas, y creencias posibles, y diferentes grados de certidumbre acerca de cosas diferentes, pero no estoy absolutamente seguro de nada.

—BBC, «El placer de descubrir», 1981

Los ideales americanos de libertad son los mismos que los ideales de desarrollo científico. El desarrollo último de las potencialidades de la humanidad requiere un margen de error.

—Notas para la charla «La ciencia en América»

Ahora bien, los científicos estamos acostumbrados a esto, y damos por sentado que es perfectamente consistente no estar seguro, que es posible vivir y *no* saber. Pero no sé si alguien se da cuenta de que esto es cierto. Nuestra libertad para dudar nació de una lucha contra la autoridad en los primeros días de la ciencia. Fue una lucha muy profunda y fuerte: permitidnos cuestionar (dudar), no estar seguros. Creo que es importante que no olvidemos esta lucha y así perdamos quizá lo que hemos ganado.

—«El valor de la ciencia», diciembre de 1955

Este asunto de no entender es uno muy serio que tenemos entre los científicos y el público. Y quiero trabajar con ustedes porque quiero decirles algo: los estudiantes tampoco lo entienden, y ello se debe a que el profesor tampoco lo comprende, lo que no es un chiste, sino algo muy interesante.

—«Electrodinámica cuántica: fotones, corpúsculos de luz», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

La gente que oye que todo lo que voy a hacer es dibujar un par de flechas en una pizarra para calcular la probabilidad de que algo ocurra... dicen: este tipo no sabe de física. Pero este es el tipo que sabe que esto es lo que tenéis que hacer y admite, por lo tanto, que no sabe por qué hace lo que hace. Y podéis tener la confianza que cuando digo que no sé lo que hago, probablemente nadie más lo sabe, tampoco.

—«Electrodinámica cuántica: ajustes de reflexión y transmisión», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

Todo ha de comprobarse muy minuciosamente. De otro modo os convertirís en una de estas personas que se creen todo tipo de cosas estrafalarias y no comprenden el mundo en el que están. Nadie comprende el mundo en el que vive, pero algunas personas están mejor preparadas para comprenderlo que otras.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

Es en la admisión de la ignorancia y en la admisión de la incertidumbre donde existe una esperanza para el movimiento continuo de los seres humanos en alguna dirección que no se vea confinada, permanentemente bloqueada, como ha ocurrido tantas veces antes en diversos períodos de la historia del hombre.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Habría sido científico no adivinar.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

¿Significa esto que la física, una ciencia de gran exactitud, se ha visto reducida a calcular únicamente la probabilidad de un acontecimiento, y a no predecir exactamente lo que ocurrirá? Sí.

—*QED: The Strange Theory of Light and Matter*, p.19

Pienso que es mucho más interesante vivir sin saber que tener respuestas que pueden ser equivocadas. Tengo respuestas aproximadas y creencias posibles y diferentes grados de incertidumbre sobre cosas diferentes, pero no estoy absolutamente seguro de nada y hay muchas cosas de las que no sé nada, como si tiene algún significado preguntar por qué estamos aquí. No tengo por qué saber una respuesta. No me asusta no saber cosas, sino estar perdido en un universo misterioso sin propósito alguno, que es la manera en que realmente es, hasta donde puedo decir.

—BBC, «El placer de descubrir», 1981

Pienso que cuando sabemos que en realidad vivimos en la incertidumbre, entonces deberíamos admitirlo; tiene un gran valor darse cuenta de que no sabemos las respuestas a diferentes preguntas. Esta actitud mental (esta actitud de incertidumbre) es vital para el científico, y es dicha actitud mental la que el estudiante debe adquirir primero. Se convierte en un hábito de pensamiento. Una vez adquirido, uno ya no puede retractarse de él nunca más.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

He aprendido a vivir sin saber. No tengo que estar seguro de haber tenido éxito, como dije antes a propósito de la ciencia, pienso que mi vida es más completa porque me doy cuenta de que no sé lo que estoy haciendo. ¡Me encanta la

amplitud del mundo!

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

[Sobre la «ciencia de máquina de escribir»]: Algún intelectual se sienta ante la máquina de escribir y lo escribe todo como si la información se conociera realmente. El intelectual nunca dice: «Esto no lo sé» o «No estoy realmente seguro». Si lo hiciera, no podría vender sus artículos porque aparecería algún otro y diría que tiene todas las respuestas.

—Entrevista en *U. S. News and World Report*, febrero de 1985

Todo el conocimiento científico es incierto. Esta experiencia con la duda y la incertidumbre es importante. Creo que es de un valor muy grande, y un valor que se extiende más allá de las ciencias. Creo que para resolver cualquier problema que nunca se ha resuelto antes, has de dejar entreabierta la puerta a lo desconocido. Has de permitir la posibilidad de que no lo hayas captado correctamente. De otro modo, si ya te has decidido, puede que no lo resuelvas.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

De modo que lo que hoy denominamos «saber científico» es un cuerpo de afirmaciones en un grado variado de certeza. Algunos de ellos son de lo más inseguros; algunos son casi seguros; pero ninguno es absolutamente cierto.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

No es posible predecir exactamente lo que ocurrirá en ninguna circunstancia.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 2, 29 de septiembre de 1961

Lo que no puedes afrontar es no saber lo que alguien está tramando. Es duro, no saber. Pero cualquier cosa real, simplemente te sientas aquí, la tomas por la realidad, y ves lo que haces dadas las circunstancias.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

No hay daño alguno en ser inseguro. Es mejor decir algo y no estar seguro

que no decir nada en absoluto.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Es de la mayor importancia, con el fin de hacer avances, que reconozcamos esta ignorancia y esta duda. Debido a que tenemos la duda, entonces proponemos mirar en nuevas direcciones en busca de nuevas ideas.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Si no fuéramos capaces o no deseáramos mirar en ninguna dirección nueva, si no tuviéramos una duda ni reconociéramos la ignorancia, entonces no obtendríamos ninguna idea nueva.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Lo que en la actualidad llamamos «conocimiento científico» es un conjunto de declaraciones de grados variados de certidumbre.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Siento una responsabilidad como científico que conoce el gran valor de una filosofía satisfactoria de la ignorancia, y el progreso que dicha filosofía ha hecho posible, progreso que es fruto de la libertad de pensamiento. Siento una responsabilidad de proclamar el valor de esta libertad y de que no hay que temer enseñar dicha duda, sino que hay que darle la bienvenida como la posibilidad de un nuevo potencial para los seres humanos.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Quiero sostener aquí que en la admisión de ignorancia y en la admisión de incertidumbre hay esperanza para el movimiento continuo de los seres humanos en alguna dirección que no queda confinada, permanentemente bloqueada como ha ocurrido tantas veces antes en diversos períodos de la historia del hombre.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

La única manera en que cometeremos un error es que en la impetuosa juventud de la humanidad decidamos que conocemos la respuesta.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Toda mi vida me he sentido inspirado por Galileo y por su lucha con la Iglesia, su lucha por una libertad para dudar, y la lucha que tuvo lugar con otras personas conectadas con Galileo.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Una manera de considerar la incertidumbre en el mundo es suponer que estas cosas están ahí pero que sólo las vemos de manera aproximada. Hemos de desembarazarnos de esta idea: ¡no funciona!

—Lección Esalen, «Visión de la realidad desde la mecánica cuántica» (1.^a parte), octubre de 1984

Lo que es insólito acerca de los científicos es que mientras hacen lo que sea que estén haciendo, no están tan seguros de sí mismos como otros suelen estar. Pueden vivir con una duda constante, pensar que «quizá sea así» y actuar en consecuencia, sabiendo todo el tiempo que sólo es «quizá».

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Creo que un científico que considera problemas no científicos es tan tonto como cualquier hijo de vecino, y cuando habla de un asunto no científico parecerá tan ingenuo como cualquiera que sea inexperto en la materia.

—«El valor de la ciencia», diciembre de 1955

Cuando hablamos entre nosotros a estos niveles elevados y complejos, pensamos que estamos hablando muy bien, que estamos comunicando, pero lo que hacemos realmente es tener en marcha una especie de plan de gran traducción, que traduce lo que este tipo dice a nuestras imágenes, que son muy diferentes.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

La duda y el escepticismo no causan daño, porque es mediante ellos que se producen nuevos descubrimientos.

—Carta a Armando García, diciembre de 1985 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.396)

En física, la verdad rara vez es perfectamente clara, y este es ciertamente y

de manera universal el caso en los asuntos humanos. De ahí que lo que no esté rodeado de incertidumbre no puede ser la verdad.

—Carta al editor de *California Tech*, febrero de 1976

Ustedes pueden pensar que sería posible inventar un sistema metafísico para la religión que enuncie las cosas de tal manera que la ciencia no se halle nunca en desacuerdo. Pero no creo que sea posible tomar una ciencia atrevida y en continua expansión que penetre en lo desconocido, y dar respuesta a preguntas hechas antes de tiempo, y no esperar que, más pronto o más tarde, con independencia de lo que se haga, se encuentre que algunas de las respuestas de este tipo son erróneas.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963 (*The Meaning of It All*, pp.46-47)

La ciencia es la creencia en la ignorancia de los expertos.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Cuando se piensa en algo que no se entiende, se tiene una sensación terrible e incómoda llamada confusión. Es un asunto muy difícil y triste. De modo que la mayor parte del tiempo te sientes bastante infeliz, realmente, con esta confusión. No puedes penetrar en esta cosa. Ahora bien, esta confusión es porque todos somos una especie de simios que son algo estúpidos, intentando descubrir de qué manera pueden unir los palos para alcanzar el plátano, y no acabamos de poder hacerlo, la idea. Y yo tengo esta sensación continuamente, que soy un simio que intento juntar los dos palos. De modo que siempre me siento estúpido. Sin embargo, de vez en cuando los dos palos se me juntan y alcanzo el plátano.

—Entrevista en la televisión sueca a los ganadores del premio Nobel, 1965

Para hacer progreso en la comprensión, hemos de ser modestos y reconocer que no lo sabemos. Nada es seguro ni se demuestra más allá de toda duda. Uno investiga por curiosidad, porque es desconocido, no porque uno sepa la respuesta. Y a medida que desarrollas más información en las ciencias, no es que descubras la verdad, sino que descubres que esto o aquello es más o menos probable.

—«La relación entre ciencia y religión», mayo de 1956

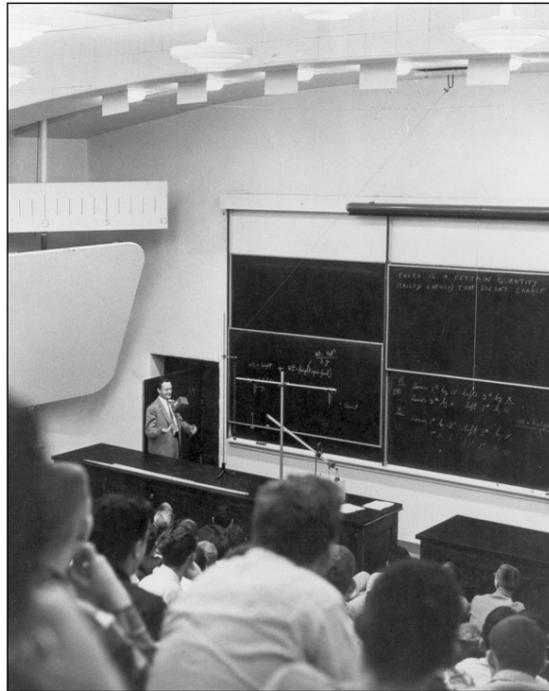
El hecho de que no estés seguro significa que es posible que algún día se descubra que hay otro camino.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Hemos de dejar margen para la duda, absolutamente, o no habrá progreso ni habrá conocimiento. No hay conocimiento si no se puede plantear una pregunta. Y una pregunta requiere duda. La gente busca certidumbre. Pero no hay certidumbre. La gente está aterrorizada: ¿cómo puedes vivir y no saber? No es extraño, en absoluto. Uno sólo piensa que sabe, por cierto. Y la mayoría de nuestras acciones están basadas en conocimiento incompleto, y realmente no se sabe de qué va todo, o cuál es el propósito del mundo, o sabe muchas otras cosas. Es posible vivir y no saber.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Educación y enseñanza



Cortesía del Instituto de Tecnología de California.

No creo que realmente pudiera prescindir de enseñar. La razón es que tengo que hacer algo, de manera que cuando no tengo ideas y no llego a ninguna parte, pueda decirme a mí mismo: «Al menos vivo; al menos hago algo; hago alguna contribución»; sólo es psicológico.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.165

Aprenderás infinitamente mejor, más fácilmente y de manera más completa seleccionando un problema para ti con el que encuentres interesante entretenerse con algún tipo de cosa que oíste y que no comprendes, o que quieres analizar más profundamente, o con el que quieres hacer algún tipo de truco; esta es la mejor manera de aprender algo.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 15

Al enseñar ciencia les estás contando a mentes nuevas el mundo más maravilloso en el que viven, estás transmitiendo las mayores ideas que el hombre

haya contemplado: el espacio insondable, los giros infinitos de los átomos, la red de interacciones de toda la vida, y de la vida con lo inanimado. Y este vasto mar de conocimiento está rodeado por todas partes por áreas de ignorancia mucho más vastas, que no son cosas que hay que temer, sino retos de los que hay que aprender.

—Notas para la charla «La ciencia en América»

En realidad, a la larga es imposible hacerlo todo de memoria. Esto no significa que no haya que hacer nada de memoria (cuanto más recuerdes, en un cierto sentido, mejor), pero tienes que poder recrear cualquier cosa que hayas olvidado.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 41

Por cierto, esta es la manera en que empiezas en cualquier problema complicado o desconocido: primero te haces una idea aproximada; después, cuando lo comprendes mejor, vuelves sobre tus pasos y lo haces más detenidamente.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 77

Cuando me llegó el momento de dar una charla sobre el tema, empecé dibujando un boceto del gato para dar nombre a los diversos músculos. Los otros estudiantes de la clase me interrumpieron. «¡Ya sabemos todo eso!». Les dije: «¡Oh!, ¿ya lo sabéis? Entonces no es raro que os haya dado alcance tan rápidamente después de que hayáis tenido cuatro años de biología». Habían desperdiciado todo el tiempo memorizando cosas como estas, cuando se podía haber captado en quince minutos.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.77

A menudo recuerdo de forma vívida mi viaje más agradable. Muchas cosas me lo recuerdan, como la camiseta de color azul oscuro en un cajón en casa, o la imagen de interferencia en mi despacho, o simplemente ahora, cuando mi secretaria me preguntó si quería dar una charla a estudiantes en una universidad cercana (USC,^[22] a 35 kilómetros) o en un instituto. Mi respuesta fue que daré una charla a estudiantes siempre que estén lo bastante cerca de casa, o que se encuentren en Vancouver (Columbia Británica).

—Carta a Mariela Johansen, abril de 1975

Quizá los estudiantes no puedan ver aquello a lo que quiero dar respuesta, o las sutilezas sobre las que quiero pensar, pero me recuerdan un problema cuando me hacen preguntas en las cercanías de dicho problema. No es fácil recordarse a sí mismo estas cosas.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.166

No busquéis la respuesta, simplemente descubrid la solución. Después de todo, sólo es la naturaleza, no puede ganaros. Si pensáis de manera lo bastante intensa, descubriréis la solución.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 30, 20 de febrero de 1962

Aprenda intentando comprender cosas sencillas en términos de otras ideas, siempre de manera honesta y directa. Qué mantiene a las nubes allá arriba, por qué no puedo ver las estrellas durante el día, por qué aparecen colores en el agua aceitosa, qué produce las líneas en la superficie del agua que se vierte de una jarra, por qué una lámpara colgante se mueve de un lado a otro... y todas las innumerables pequeñas cosas que usted ve a su alrededor. Entonces, cuando haya aprendido a explicar las cosas más sencillas, de manera que haya aprendido qué es realmente una explicación, entonces podrá dedicarse a cuestiones más sutiles.

—Carta al maestro Ashok Arora, enero de 1967 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.230)

No tiene nada que ver con lo que se supone que aprenderéis. De lo que se trata es que podéis aprender algo, y es útil aprender tanto como sea posible. Sin embargo, es imperativo aprender una determinada cantidad mínima con el fin de continuar y aprender algo más.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 17, 28 de noviembre de 1961

Intentaré deciros qué aspecto tiene el mundo de la luz y los electrones desde el punto de vista de la física moderna. Es un gran reto, y puede que fracase totalmente... pero intentémoslo.

—Sobre el tema de su conferencia para las conferencias *sir Douglas Robb*, junio de 1979

Esto son sólo nombres, y la gente los usa, de modo que vamos a usarlos.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 30, 20 de febrero de 1962

¡Hace mucho tiempo que se enseñan en todas partes idiomas extranjeros!
¿No hay estudios de métodos y resultados, al menos estudios no concluyentes que demuestren que cualquier método es peor que cualquier otro que pueda usarse para demostrar o refutar algo? Esto es exactamente lo que usted necesita para generar duda y humildad y una atmósfera más propicia a la incertidumbre.

—Carta al Dr. Amos J. Lessard, febrero de 1983

Si comprendes algo, lo puedes recordar, cuando lo resuelves tú mismo.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

A medida que gano en experiencia me doy cuenta de que no sé nada en absoluto de cómo enseñar aritmética a niños. Hice alguna cosa y escribí algunas cosas antes de alcanzar mi actual estado de sabiduría.

—Carta a Beryl S. Cochran, abril de 1967 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.241)

No sé nada sobre niños pequeños. Tengo uno, de modo que sé que no sé nada.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Veréis que no llegaré a ninguna parte en física si sigo hablando de todo esto. Pero es interesante. ¿Y entonces qué? Entonces no supone ninguna diferencia. Así aprendéis algo más.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 14, 14 de noviembre de 1961

Es necesario aprender palabras. No es una ciencia. Ello no significa que sólo porque no es una ciencia no tengamos que enseñar las palabras. No estamos hablando acerca de qué enseñar; estamos hablando de lo que es la ciencia. No es

ciencia saber pasar de grados centígrados a grados Fahrenheit. Es necesario, pero no es exactamente ciencia. En el mismo sentido, si discutierais qué es el arte, no diríais que el arte es el conocimiento del hecho de que un lápiz 3-B es más blando que un lápiz 2-H. Es una diferencia evidente. Esto no significa que un profesor de arte no tenga que enseñar esto, o que un artista se las apañe muy bien si no conoce esto.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Es natural explicar una idea en términos de lo que ya tenéis en la cabeza. Los conceptos se amontonan uno sobre otro: esta idea se enseña en términos de aquella idea, y aquella idea se enseña en términos de otra idea, que procede de contar, ¡lo que puede ser muy diferente para personas diferentes!

—*What Do You Care What Other People Think?*, p.59

El interés es una emoción, como el amor. No es una propiedad de un sujeto.

—Notas personales

En cualquier proceso de pensamiento hay momentos en los que todo va bien y has tenido ideas maravillosas. Enseñar es una interrupción, de modo que es el mayor incordio que hay en el mundo.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.165

En psicología hay una pregunta de envidia acerca de qué tipo de facilidad permite que un niño aprenda un idioma a partir simplemente de oírlo hablar y de verlo usar. Estamos lejos de saber cómo se hace esto. Incluso es muy difícil ver cómo puede hacerse. Pero lo hacen todos los niños. No podemos esperar resolver estos problemas estudiando máquinas. No obstante, es una investigación académica intrigante ver, al menos en principio, alguna manera en que ello podría hacerlo una máquina.

—Carta a R. B. Leighton, abril de 1974

Me pregunta, ¿cómo puede enseñar este tipo, cómo puede estar motivado si no sabe lo que está haciendo? En realidad, me encanta enseñar. Me gusta pensar en nuevas maneras de considerar las cosas a medida que las explico, hacerlas más claras (aunque quizá no las hago más claras). Probablemente lo que hago es

divertirme.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Uno no aprende un tema utilizando las palabras que la gente que conoce el tema emplea al discutirlo. Hay que aprender cómo manejar las ideas y después, cuando surgen las sutilezas que requieren un lenguaje especial, dicho lenguaje especial puede usarse y desarrollarse fácilmente. Mientras tanto, el deseo es la claridad.

—«Nuevas matemáticas», escrito para el Departamento de Educación del Estado de California

En Vancouver me trataron de forma tan amable que ahora sé realmente el secreto de cómo ser invitado y dar una charla: hay que esperar a que los estudiantes te pregunten.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.303

No sé cuál es el problema con la gente: no aprenden mediante la comprensión; aprenden de alguna otra manera: de memoria o así. Su conocimiento es muy frágil.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, pp.36-37

Soy un conferenciante de éxito en física para audiencias populares. El verdadero truco de entretenimiento es la emoción, el drama y el misterio de la materia. A la gente le encanta aprender algo, les «entretiene» enormemente que se les permita comprender un poquito de algo que nunca entendieron antes. Se ha de tener fe en el tema y en el interés de la gente por este.

—Carta a Ralph Brown, marzo de 1958 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.98)

Creo que todos los ejercicios en todos los libros, desde el primer año hasta el octavo, deberían ser comprensibles por parte de cualquier adulto ordinario; es decir, aquello que se intenta encontrar debería ser claro para cualquier persona.

—«Nuevas matemáticas», escrito para el Departamento de Educación del Estado de California

La física tiene un profundo efecto sobre todas las demás ciencias. De modo que estudiantes de muchas otras ciencias la estudian.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 3, 3 de octubre de 1961

Veis, con todas estas cosas el gran problema son las palabras. Suenan como algo terrible, pero la idea realmente no es tan mala.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 8, 20 de octubre de 1961

Esto sólo son símbolos; tenéis que conocer la idea.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 8, 20 de octubre de 1961

No toméis apuntes; sólo escuchad lo que se dice. De otro modo no entenderéis nada cuando haya terminado.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 15, 17 de noviembre de 1961

Nadie sabe cómo enseñar física, o educar a la gente; esto es un hecho, y si no os gusta la manera en que se hace, es perfectamente natural. Es imposible enseñar de manera satisfactoria: durante cientos de años, más incluso, la gente ha intentado descubrir cómo enseñar, y nadie lo ha descubierto todavía.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 15

Padezco la enfermedad que aqueja a todos los profesores; es decir, nunca parece haber tiempo suficiente, e inventé más problemas de los que sin duda podremos hacer, y por lo tanto he procurado acelerar las cosas escribiendo de antemano algunas cosas en la pizarra, con la ilusión que tiene todo profesor: que si habla de más cosas, enseñará más cosas. Desde luego, existe sólo una tasa finita a la que el material puede ser absorbido por la mente humana, pero no respetamos este fenómeno, y a pesar de ello vamos demasiado deprisa.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 71

Una de las cosas que se aprenden en la escuela que es incorrecta es que los

problemas son relativamente fáciles, si se formulan se pueden preparar, se pueden resolver... lo que no es cierto en absoluto.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Yo pensaba que uno de los problemas con todos los cursos de física era que ellos decían simplemente: aprendes todo esto, aprendes todo aquello, y cuando salgas por el otro extremo entenderás las conexiones. Pero no hay ningún mapa, ninguna «guía para los perplejos», ¿sabe usted? De modo que quiero hacer un mapa. Pero resulta que no es un diseño factible. Quiero decir que, sencillamente, nunca hice dicho mapa.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Pero ha de haber personas vivas que no escuchan las conferencias de algún profesor, que están sentadas leyendo un libro y pensando por sí mismas. Han de sacar algún partido de ello. De modo que si mantengo alguna esperanza de que esto les sirva de algo, quizá pueda sentirme mejor en relación con todo el asunto.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Lo que yo hacía realmente era enseñarme a mí mismo. No estaba interesado en absoluto en publicar. Pero descubrí muchas cosas. ¿Sabe?, yo pensaba que todo el mundo sabía todas estas cosas. Mientras tanto intentaba enseñarme a mí mismo. De modo que aprendí muchísimas cosas que no eran conocidas, o unas cuantas cosas que no eran bien conocidas. Y comprobé... cosas que más tarde la gente se ha dado cuenta de que son sencillas, a veces las advertí un poco antes. Pero lo principal que hacía era enseñarme a mí mismo.

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de febrero de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Finalmente imaginé una manera de comprobar si has enseñado una idea o solamente has enseñado una definición. Se comprueba de esta manera: les dices: «Sin utilizar la nueva palabra que acabáis de aprender, intentad reformular lo que acabáis de aprender en vuestro propio lenguaje».

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores

de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Aprender una fórmula mística para contestar a preguntas es muy malo.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

A un niño se le ha de dar una respuesta de niño. «Ábrelo; veamos qué hay».

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Tengo su carta del 6 de febrero, en la que me pide mi opinión sobre enseñar ciencia a los chicos. Sólo tengo una sugerencia (olvídese de todas las grandes frases sobre materiales): consiga una buena profesora y dele su apoyo. ¡No hay otro modo!

—Carta a Douglas O'Brien (Escuela Elemental de Sunset Hill, marzo de 1967)

No quiero escatimar el tiempo en los estudiantes que no son de ciencias. Cualquier cosa que diga les será fácilmente accesible leyendo o hablando con los estudiantes de ciencias, o bien estará por encima de su cabeza.

—Carta a Franklin W. Stahl (Universidad de Oregón), abril de 1961

[En respuesta a la pregunta de un niño: ¿Existe el tiempo?]: Supón que no. ¿Qué ocurriría entonces?

—De las notas para el programa *Sobre el tiempo*, 1957

Cuando llegamos a la consideración de las palabras y definiciones que los niños tienen que aprender, hemos de tener cuidado de no enseñarles «solo» palabras. Es posible dar una ilusión de conocimiento al enseñar los términos técnicos que alguien emplea en un campo y que suenan insólitos a los oídos ordinarios, sin que al mismo tiempo se enseñen algunas ideas o algunos hechos usando dichas palabras que requieren las palabras especiales de la manera especial y con el cuidado especial con que se las ha definido.

—«Nuevas matemáticas», escrito para el Departamento de Educación del Estado de California

Esto termina los puntos principales que yo quería dejar sentados: el primero, que ha de haber libertad de pensamiento; segundo, que no queremos enseñar únicamente palabras, y tercero, que los temas no han de presentarse sin explicar el propósito o la razón, o sin producir ningún resultado cuando se estudia el tema durante los ocho primeros años de escuela.

—Versión ampliada y no publicada de «Nuevas matemáticas», preparado para el Departamento de Educación del Estado de California, 1965

Los estudiantes poseen una resiliencia y una habilidad para reconocer que «todas estas cosas» son sólo «cosas». ¡Fue un niño quien comprendió el vestido del emperador!

—Carta a Richard Godshall, marzo de 1966 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.218)

Creo que un libro ha de ser únicamente una ayuda para un buen profesor, y no un dictador.

—Carta a Richard Godshall, marzo de 1966 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.218)

Sé humano y ponte del lado de tu pupilo.

—Carta a Richard Godshall, marzo de 1966 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.218)

Sería muy bueno para los estudiantes aprender que la ciencia es un tema en desarrollo, en el que nuevas investigaciones siempre modifican las viejas ideas, y yo mismo estaría dispuesto a ver la crítica minuciosa de mis ideas que sus físicos han hecho.

—Carta a Sandor Solt, abril de 1969 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.251)

Las preguntas simples con respuestas complicadas las hacen siempre los estudiantes torpes. Sólo los estudiantes inteligentes han sido preparados para hacer preguntas complicadas con respuestas sencillas, como cualquier profesor sabe (y sólo los profesores creen que existen preguntas sencillas con respuestas sencillas).

—Carta al professor Michael H. Hart, diciembre de 1980 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.330)

Yo sólo tengo mucha experiencia en enseñar a estudiantes graduados en física, y como resultado de ello, sé que no sé cómo enseñar.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Decidimos que ya no hemos de impartir un curso de mecánica cuántica elemental en la escuela universitaria de graduados. Cuando yo era estudiante, ni siquiera había un curso de mecánica cuántica en la escuela universitaria, se consideraba un tema demasiado difícil. Cuando yo empecé a enseñar, teníamos uno. Ahora lo enseñamos a los estudiantes universitarios. Ahora hemos descubierto que no hemos de tener mecánica cuántica elemental para graduados de otras escuelas. ¿Por qué cada vez se imparte en cursos más bajos? Porque somos capaces de enseñar mejor en la universidad, y ello se debe a que los estudiantes que nos llegan están mejor preparados.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Pienso que es muy importante (al menos lo era para mí) que si vais a enseñar a la gente a hacer observaciones, tenéis que demostrar que de ellas puede surgir algo maravilloso.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Ahora sé que es posible que el trabajo de toda una noche de un estudiante graduado lo haga un profesor en diez segundos.

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

Existen muchos planes nuevos en muchos países para intentar enseñar física, lo que demuestra que nadie está satisfecho con ningún método. Es probable que muchos de los nuevos planes tengan buena pinta, porque nadie los ha probado el tiempo suficiente para ver qué problemas presentan, mientras que todos los viejos métodos han estado entre nosotros el tiempo suficiente para mostrar claramente sus defectos.

—«El problema de enseñar física en Latinoamérica», 1963

El hecho es que nadie sabe muy bien cómo decirle a los demás cómo enseñar. De modo que cuando intentamos resolver cómo enseñar física hemos de ser algo modestos, porque nadie conoce realmente cómo hacerlo. Es, al mismo tiempo, un problema grave y una oportunidad para nuevos descubrimientos.

—«El problema de enseñar física en Latinoamérica», 1963

La ciencia es una actividad de hombres; para muchos hombres es un gran placer, y no debe negarse a la gente de una gran parte del mundo simplemente debido a un defecto del sistema educativo o a la carencia del mismo.

—«El problema de enseñar física en Latinoamérica», 1963

Si se memoriza, el conocimiento no se comprende, y no se aprecia la belleza de la naturaleza. No nos dice de qué manera se descubrieron las cosas, ni nos revela el valor de una mente libre e inventiva.

—«El problema de enseñar física en Latinoamérica», 1963

Entiendo que se supone que tengo que dar alguna respuesta, de modo que planeé una charla sobre mi filosofía docente. Después de meditarlo extensamente, descubrí que no tenía nada que decir que no fueran tópicos y cosas sin importancia, de modo que llamé para preguntar si podría hablar de alguna otra cosa, de modo que me gustaría hablar sobre algo de la física misma en lugar de hablar de enseñar, porque no sé nada acerca de enseñar.

—Discurso de aceptación de la Medalla Oersted, 1972

Pongamos que usted tiene una enfermedad, la granulomatosis de Wegener o cualquier otra, y consulta lo que se dice de ella en un libro médico de referencia. Bien pudiera ser que encuentre que entonces sabe más de dicha enfermedad de lo que sabe su médico, aunque él pasara todo aquel tiempo en la facultad de medicina, ¿ve usted? Es mucho más fácil aprender acerca de un tema especial y restringido que de todo un campo.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Siempre estoy decepcionado con mis alumnos. No soy un profesor que sepa lo que está haciendo.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Mi tarea es explicar todo esto y convencerles de que no se den la vuelta porque parece incomprensible. Esto es lo que nos lleva cuatro años hacerle a un estudiante: persuadirlo de que no se vaya corriendo porque parece algo de locos. ¡Lo que es apasionante de esto es que la naturaleza es tan extraña como puede ser en este sentido!

—«Electrodinámica cuántica: fotones, corpúsculos de luz», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

A veces creo que sería mucho mejor no educar a nuestros hijos en temas tales como las matemáticas y la ciencia. Si dejáramos solos a nuestros chicos, habría una probabilidad mayor de que, por accidente, los chavales encontraran un buen libro o un viejo manual o un programa de televisión que los emocionara. Pero cuando los chicos van a la escuela, aprenden que estos temas son aburridos, horribles e imposibles de entender.

—Entrevista en *U. S. News and World Report*, febrero de 1985

[Sobre los manuales universitarios]: No intentan hacer que los temas sean más fáciles de comprender. Intentan hacer más fácil saber qué hay que hacer para pasar el examen y agradar al profesor.

—Entrevista en *U. S. News and World Report*, febrero de 1985

Uno tiene la ventaja de utilizar preguntas para terminar la lección.

—«Electrodinámica cuántica: ajustes de reflexión y transmisión», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

Mi teoría es que un profesor emocionado y entusiasta que enseña en una situación nueva y experimental (que prueba nuevas cosas) exuda tanta personalidad y energía que los estudiantes (o algunos estudiantes, al menos) no pueden hacer otra cosa que responder. Y responden de manera magnífica.

—Carta a Robert Bonic, enero de 1974

La educación general es necesaria para un número tan elevado de estudiantes que se requiere un gran número de profesores. Puesto que hay tantos profesores y puesto que sólo unas pocas personas son realmente excelentes en

algo, hemos de ser conscientes de que la mayoría de profesores han de ser mediocres o aburridos. Esto no es una crítica a la profesión; es simplemente cuestión de aritmética.

—Carta a Robert Bonic, enero de 1974

Es demasiado fácil memorizar mucho o leer mucho y realmente no entender nada.

—Carta a Apostolos Tournas, febrero de 1985

Acerca de sus intentos de enseñar: es muy difícil, ¿no es verdad? Usted puede llevar a los caballos al agua, ¡pero no puede hacer que los malditos locos beban!

—Carta a Malcolm Joseph, enero de 1982

Uno de mis pequeños placeres en la vida es ir al Instituto Van Nuys una o dos veces al año para contestar a las preguntas de los estudiantes de ciencias de las clases del señor Coutts. Esta actividad la inició el señor Coutts hace muchos años, y tengo muchas ganas de hacerla cada año. Las preguntas son sobre cualquier cosa: relatividad, agujeros negros, nubes, peonzas que giran, fuerza magnética, lo que usted quiera. La clase es viva y muy interesada, y parece pasárselo tan bien como yo.

—Carta a Melinda Jan, abril de 1985 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.380)

[Consejo a un estudiante]: Si tus profesores y tus compañeros estudiantes parecen saber algunas cosas pero parecen olvidarse de otras, esto no te excluye de aprender lo que saben al tiempo que permaneces totalmente consciente de aquello a lo que ellos son ciegos.

—Carta a Alan Woodward, marzo de 1982 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.345)

La mayoría de teóricos no saben que el espacio que ocupan los cables es un problema. Para ellos, un cable es un filamento largo e idealizado que no ocupa ningún espacio, pero los diseñadores de ordenadores reales descubren pronto que no pueden introducir en ellos los cables suficientes.

—«El extraordinario Dr. Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 20 de abril de 1986

Cuando el estudiante no entiende al profesor, por lo general el estudiante piensa que ello se debe a que es bobo y que no captó la cosa. Esta vez se debió a que el profesor no dijo nada que fuera razonable.

—«Ordenadores diminutos que obedecen leyes mecánicas cuánticas», *New Directions in Physics: The Los Alamos 40th Anniversary Volume*, 1987

Es fácil enseñar que cualquier tema es aburrido; es muy raro, pero no imposible, enseñar un tema que sea interesante.

—Notas personales

La biología no es simplemente escribir información; es hacer algo con ella.

—«Hay mucho espacio en el fondo», diciembre de 1959

Si observáis con la suficiente atención cualquier cosa, veréis que no hay nada más apasionante que la verdad, la mina de oro del científico.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Uno enseña el valor de una mente libre, curiosa y descubridora, el tipo de mente que construyó América y para la que América fue construida.

—Notas para la charla «La ciencia en América»

Puede haber alguna idea que sea difícil de comprender la primera vez que uno la estudia. Por ejemplo, la teoría de Einstein o algo parecido. Y un hombre que intenta estudiarla puede no entenderla. Después, al final la entiende; pongamos por caso, cuando va a enseñarla, finalmente la entiende. Piensa que esta manera particular de entenderla es mucho más clara que la manera como se le presentó anteriormente. Por lo tanto, nada del otro mundo, escribe un artículo: ¡una nueva manera de considerarla! En realidad, no es una nueva manera. Quiero decir, quizá es un poquitín nueva, pero es muy personal, y no es lo bastante diferente.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Trabajé duro en la enseñanza al principio, y los estudiantes lo aprobaban. Creo que estaban satisfechos. Después, das el mismo curso una y otra vez, y no trabajas tan duro si no lo reorganizas. Me volví cada vez más descuidado a la hora de enseñar. Y si enseño una cosa que ya enseñé antes, ya no es un buen curso, porque tomo prestado demasiado material de antes; y me vuelvo tan perezoso a la hora de corregir artículos y de preparar cursos que ya no pienso que son buenos. Pienso que cada vez soy menos cuidadoso como profesor, relativamente. Quiero decir que todavía soy útil, pero pienso que era bueno, realmente bueno, relativamente. Y ahora soy perezoso.

—Entrevista con Charles Weiner, 27 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Hay una terrible cantidad de aprendizaje de memoria, y una cantidad de conocimiento equivocado por los términos técnicos correctos, etcétera, ¿sabe usted? De un tipo que utiliza las palabras adecuadas se cree que sabe algo. No lo hice, pero podría haber enseñado a mi hijo, cuando aprendió a hablar, a decir (y pienso que lo hubiera hecho, simplemente para divertirse, para demostrarlo, pero no molesté al pobre chaval), pero no es en absoluto imposible enseñar a un niño a decir que pi es la relación entre la circunferencia y el diámetro de un círculo. Es tan fácil enseñarle esto como enseñarle unos versos infantiles. Y después, que diga que pi es numéricamente igual a 3,14159. De esta manera te pueden tomar el pelo. No tienes ni la más mínima idea de lo que dices, pero parece que sí.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Nunca sé, cuando imparto una conferencia o enseño, cuál es la respuesta.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Enseñadles la cultura de nuestro gobierno y de nuestra época, y preparad a los mejores para que puedan contemplar y apreciar la mayor aventura en la que jamás se ha embarcado la mente humana, o quizá tomar parte en ella.

—Notas para la charla «La ciencia en América»

Hoy en día no tenemos el poder de expresión para decirle a un estudiante cómo entender físicamente la física. Podemos escribir las leyes, pero todavía no podemos decir cómo entenderlas físicamente. La única manera en que se puede

entender físicamente la física, debido a nuestra carencia de mecanismos para expresarlo, es seguir la manera aburrida en que lo hacían los babilonios: hacer muchos problemas hasta que calaba la idea. Esto es todo lo que puedo hacer por ustedes. Y en Babilonia, los estudiantes que no captaban la idea cateaban, y los chicos que sí que captaban la idea morían, ¡de modo que da igual!

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 50

Si vamos a explicar esta teoría, la primera pregunta es: ¿la entenderéis? ¿Entenderéis la teoría? Cuando os diga que la primera vez que la explicamos por completo a nuestros estudiantes de física, están en el tercer año de la carrera de física, entonces pensaréis que la respuesta será que no. Y es correcta: no la entenderéis.

—«Electrodinámica cuántica: fotones, corpúsculos de luz», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

Creo que hemos de enseñarles que el propósito del conocimiento es apreciar todavía más las maravillas. Y que el conocimiento es sólo poner en su marco adecuado la maravilla que es la naturaleza.

—Sobre enseñar ciencia al público, Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Si los profesores de inglés se me quejan de que los estudiantes que llegan a la universidad, después de todos estos años de estudio, todavía no pueden deletrear «amigo»,^[23] les digo que alguna cosa habrá en la manera en que los profesores deletrean «amigo».

—«La época acientífica», serie de conferencias John Danz, 1963

Consejo e inspiración



Cortesía del Instituto de Tecnología de California.

Si tienes algún talento, o cualquier ocupación con la que disfrutes, hazla, y hazla hasta el final. No preguntes por qué o con qué dificultades te encontrarás.

—Carta al estudiante Frederic Hipp, abril de 1961 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.120)

No tienes ninguna responsabilidad en estar a la altura de lo que otras personas piensan que deberías conseguir. No tengo ninguna responsabilidad en ser como se espera de mí que sea. Es su error, no mi fracaso.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.172

Me pregunta usted si una persona ordinaria podría llegar a ser capaz de imaginar estas cosas como yo las imagino. ¡Desde luego! Yo era una persona ordinaria que estudió mucho. No hay personas milagro. Simplemente sucede que se interesan por cosas y aprenden todo este material, pero son sólo personas.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

[Sobre la revelación]: La esperanza de este oro... que puede hacer que sigas adelante.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

Que sepas cómo resolver cualquier problema que ya se ha resuelto.

—Escrito sobre una pizarra cuando murió

Sólo porque Feynman dice que está a favor de la energía nuclear, este no es argumento que merezca que se le preste atención, porque puedo decirte (porque lo sé) que Feynman realmente no sabe de qué está hablando cuando habla de estas cosas. Conoce otras cosas (quizá). No prestes atención a las «autoridades», piensa por ti mismo.

—Carta al estudiante Mark Minguillón, agosto de 1976 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.305)

Cualquier conocimiento real ha tenido que ser descubierto de alguna manera. Si un experto te dice que «un gran hombre lo inventó» y las ideas no pueden explicarse, entonces desconfía.

—Entrevista en *U. S. News and World Report*, febrero de 1985

Todo lo que tiene que hacer es, de vez en cuando (a pesar de todo), sólo intentar examinar un problema de una manera nueva. Usted no «reprimirá el proceso creativo» si recuerda pensar de vez en cuando. ¿No tiene usted tiempo para pensar?

—Carta a Michael E. Stanley, marzo de 1975 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.283)

Encuentra y persigue algo interesante que te guste especialmente, de manera que te conviertas en una especie de experto temporal en algún fenómeno del que has oído hablar. Es la manera de salvar tu alma; entonces siempre podrás decir: «¡Bueno, al menos los otros tipos no saben nada de eso!».

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 41

Para saber cuándo sabes, y cuándo no sabes, y qué es lo que sabes y qué es lo que no sabes, has de tener mucho cuidado en no confundirte.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo*

desde otro punto de vista, 1972

En ciencia, has de creer en la lógica y en las argumentaciones cuidadosamente planteadas, y no en las autoridades.

—Carta a Beulah E. Cox, septiembre de 1975 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.290)

Estudie lo que más le interese a fondo y de la manera más indisciplinada, irreverente y original posible.

—Carta a J. M. Szabados, noviembre de 1965 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.206)

Trabaje tan duro y tanto como desee en las cosas que más le gusta hacer. Intente que las otras notas no sean cero, si puede.

—Carta a V. A. Van Der Hyde, julio de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.415)

Es maravilloso que puedas encontrar algo que te guste hacer en tu juventud y que sea lo bastante grande para mantener tu interés a lo largo de toda tu vida adulta. Porque, sea lo que sea, si lo haces lo bastante bien (y lo harás, si realmente te gusta), la gente te pagará para hacer lo que de todas maneras quieras hacer.

—Carta a Eric W. Leuliette, septiembre de 1984 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.369)

Para algunas personas, cuando se es joven sólo se quiere ir tan deprisa, tan lejos y tan profundamente como se pueda en un tema; todos los demás se ignoran por ser relativamente poco interesantes. Pero más tarde, cuando uno se hace mayor encuentra que casi todo es realmente interesante si se profundiza lo bastante. Debido a que lo que uno aprendió cuando joven es que una cosa es cada vez más interesante cuando más se profundiza en ella.

—Carta a V. A. Van Der Hyde, julio de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.283)

Trabaja duro para encontrar algo que te fascine. Cuando lo encuentres, sabrás la obra de tu vida.

—Carta al estudiante Mike Flasar, noviembre de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.229)

No piense en lo que «quiere ser», sino en lo que «quiere hacer».

—Carta a V. A. Van Der Hyde, julio de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.415)

Sólo tengo un deseo para vosotros: la buena suerte de estar en algún lugar en el que seáis libres para mantener el tipo de integridad que he descrito, y donde no os veáis obligados por una necesidad a mantener vuestra posición en la organización, o el apoyo financiero, o lo que sea, para perder vuestra integridad. Que tengáis esta libertad.

—«La ciencia del culto al cargamento», discurso inaugural en Caltech, 1974

[Sobre la elegancia social de las personas]: No es verdad que sea muy sofisticada y que todo el mundo crea en ella, y que tú seas una especie de chico divertido porque no acabas de encajar en el sistema. Hay allí mucha gente sonriendo, o que incluso son elegantes y superiores, que comprenden lo que es: es un espectáculo. Pero al principio tú no lo sabes.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

No lea tanto, mire a su alrededor y piense en lo que ve allí.

—Carta al maestro Ashok Arora, enero de 1967 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.230)

No puede usted desarrollar una personalidad sólo con la física; debe hacer un hueco para el resto de la vida.

—Carta a Alan Woodward, marzo de 1982 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.345)

Un hombre puede estar cavando una zanja para algún otro, o porque se ve obligado a hacerlo, o porque es estúpido; este hombre es como una «herramienta», pero otro que trabaja incluso más duramente puede que no sea reconocido como diferente por los espectadores, pero puede estar cavando en busca de un tesoro. De modo que cava en busca de un tesoro, y cuando lo encuentres sabrás qué has de

hacer.

—Carta al estudiante Mike Flasar, noviembre de 1986 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.229)

Si os mantenéis como personas reflexivas permaneceréis libres. Porque la libertad es una consistencia de pensamiento y acción.

—Notas para el discurso en una ceremonia de graduación

No permanezcas anónimo para ti mismo; es una manera demasiado triste de ser. Conoce tu lugar en el mundo y evalúate de manera imparcial, no en términos de los ideales ingenuos de tu propia juventud, ni en los términos de lo que imaginas erróneamente que son los ideales de tu profesor.

—Carta a Koichi Mano, febrero de 1966 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.201)

No puedo creer que yo dijera alguna vez que me gusta tener noticias de los viejos amigos (o quizá lo dije), ¡pero odio tener que contestar las cartas!

—Carta al Dr. N. H. Spector, septiembre de 1985

Ningún problema es demasiado pequeño o demasiado trivial si realmente podemos hacer alguna cosa al respecto.

—Carta a Koichi Mano, febrero de 1966 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.201)

Yo entré en el MIT para hacer matemáticas, cambié a ingeniería eléctrica durante un tiempo y después me quedé en física. ¿Qué campo de la física? Aparte de decidir que prefería hacer trabajo teórico, he vagado desde las tensiones en moléculas hasta la teoría de la electrodinámica cuántica, teoría del helio líquido, física nuclear, turbulencia en el flujo de agua (no tuve éxito en los dos últimos problemas, de modo que no hay nada publicado), y recientemente física de partículas. Uno hace cualquier problema que puede, con independencia del campo.

—Carta al estudiante Mark Minguillón, agosto de 1976 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, pp.306 y 309)

¿Qué consejo? Olvídalo todo. No tengas miedo. Haz aquello que te

produzca el mayor placer. ¿Que es construir una cámara de niebla? Entonces haz cosas como esta. Desarrolla tus talentos, sea a donde sea que te puedan conducir. ¡Lanza los torpedos a toda velocidad!

—Carta al estudiante Frederic Hipp, abril de 1961 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.120)

Dile a tu hijo que deje de intentar llenarte la cabeza con ciencia, porque es suficiente que te llene tu corazón con amor.

—*No Ordinary Genius*, p. 161

Hemos aprendido por experiencia que la verdad aparecerá. Otros experimentadores repetirán tu experimento y encontrarán si estuviste equivocado o en lo cierto. Los fenómenos de la naturaleza estarán de acuerdo o no lo estarán con tu teoría. Y, aunque puedas obtener una cierta fama y emoción temporales, no obtendrás una buena reputación como científico si no has intentado ser muy minucioso en este tipo de trabajo. Y es este tipo de integridad, este tipo de cuidado en no engañarte a ti mismo, lo que falta en gran medida en buena parte de la investigación de la ciencia del culto al cargamento.

—«La ciencia del culto al cargamento», discurso inaugural en Caltech, 1974

Por lo tanto, es de la máxima importancia que sepáis cómo «triangular», es decir, saber cómo resolver algo a partir de lo que ya conocéis. Es absolutamente necesario.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 39

Lo mejor que puede hacer es lo que le parezca mejor a usted, no a mí, de manera que pueda motivar a sus estudiantes por su propia confianza, interés y personalidad. No es bueno buscar el criterio de otras personalidades.

—Carta al profesor P. Mitra, diciembre de 1973

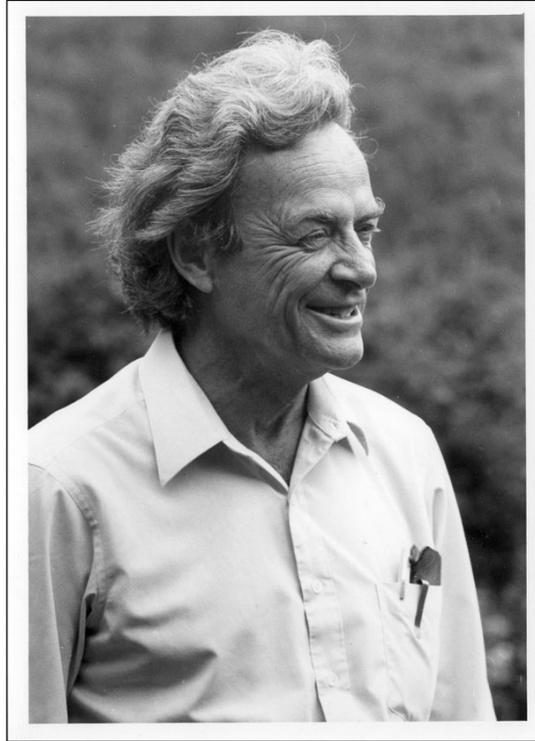
Si usted cree que usted o sus amigos saben lo suficiente para dar consejos, sugerir planes de estudio, etc., esto es de su incumbencia. Si no, entonces ocúpese de sus asuntos, vaya a su casa y dé a sus propios estudiantes de física el maldito mejor curso que pueda.

—Carta a John M. Fowler, marzo de 1966

Vamos a suponer algo: que todas las energías son positivas. Si las energías fueran negativas sabemos que podríamos resolver todos nuestros problemas de energía al verter partículas en este pozo de energía negativa y hacer funcionar el mundo con la energía sobrante.

—Lecciones Conmemorativas Dirac, «La razón para las antipartículas», 1986

Inteligencia



Cortesía de Michelle Feynman.

Después de todo, nací sin saber y sólo he tenido un poco de tiempo para cambiar esto aquí y allí.

—Carta a Armando García, diciembre de 1965 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.396)

Los necios ordinarios no suponen problemas: puedes hablar con ellos e intentar echarles una mano. Pero los necios pretenciosos, tipos que son necios y lo esconden e impresionan a la gente diciéndoles lo maravillosos que son con todos sus trucos, ¡A ESTOS NO LOS SOPORTO!

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.284

No hay talento, no hay una especial capacidad para comprender la mecánica cuántica, o para imaginar los campos electromagnéticos, que surja sin práctica y lectura, aprendizaje y estudio. Nací sin entender la mecánica cuántica...

¡y sigo sin entender la mecánica cuántica!

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Toda la idea de que la persona promedio es poco inteligente es una idea muy peligrosa. Aunque fuera verdad, no debería tratarse de la manera como se la trata.

—«La época científica», serie de conferencias John Danz, 1963

No sé lo que es exactamente, pero es interesante que cuando uno hace algo estúpido, se protege a sí mismo de conocer su propia estupidez.

—«El extraordinario Dr. Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 20 de abril de 1986

Soy un hombre muy curioso, y observo fenómenos que ocurren continuamente. A menudo os preguntáis cómo sería volverse un poco loco. Y yo tuve esta experiencia de volverme loco, o de que algo estaba mal en mi mente, y no me di cuenta de ello. La misma mente que se debilita ha perdido su capacidad analítica para observarse. De manera que yo simplemente racionalizaba cada fracaso. No tenía el sentido de darme cuenta de lo que era perfectamente evidente: ¡Una persona no se vuelve vieja en una semana!

—Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975

Incluso si eres uno de la última pareja de chicos de la clase, esto no significa que no seas bueno. Sólo tienes que compararte con un grupo razonable, en lugar de esta colección de insensatos que tenemos aquí en Caltech.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 18

La primera tiene que ver con si un hombre sabe de qué está hablando, de si lo que dice tiene alguna base o no. Y el truco que yo uso es muy fácil. Si se le hacen preguntas inteligentes (es decir, preguntas penetrantes, interesadas, honestas, francas, directas sobre el tema, y no preguntas trampa), entonces rápidamente se queda atascado. Es como un niño que hace preguntas ingenuas. Si se le hacen preguntas ingenuas pero relevantes, entonces casi de inmediato la persona no sabe la respuesta, si es un hombre honesto.

—«La época acientífica», serie de conferencias John Danz, 1963

No somos mucho más listos que cualquier otra persona.

—Citado en el *New York Times Magazine*, James Gleick, 26 de septiembre de 1992

Soy un explorador, ¿de acuerdo? Siento curiosidad por todo, y quiero investigar todo tipo de temas.

—BBC, *No Ordinary Genius*, 1993

Lo que no puedo crear, no lo entiendo.

—Escrito en una pizarra cuando murió

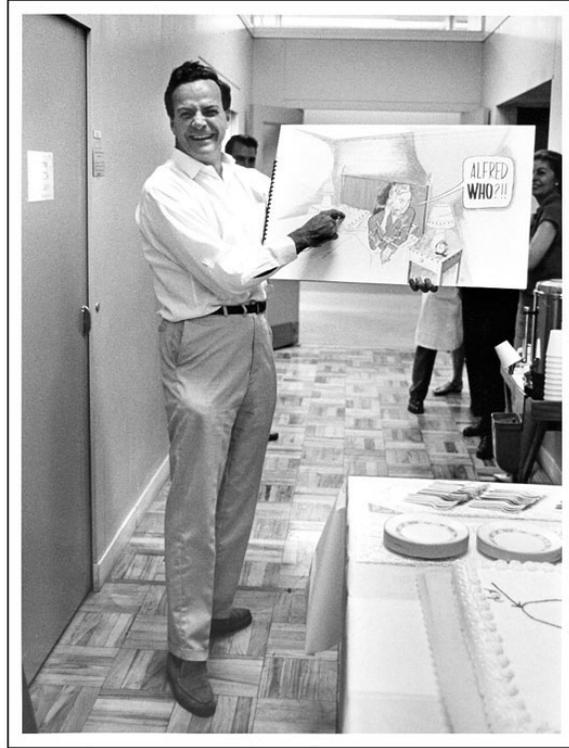
He aprendido a dibujar y leo un poco, pero todavía soy una persona muy parcial y no sé muchas cosas. Tengo una inteligencia limitada y la uso en una dirección concreta.

—*What Do You Care What Other People Think?*, p.11

No importa lo minuciosos que seamos a la hora de seleccionar a los hombres [en 1961, en Caltech sólo se admitían hombres], no importa lo pacientemente que hagamos los análisis, cuando llegan aquí algo ocurre: ¡siempre resulta que aproximadamente la mitad de ellos están por debajo de la media! Desde luego, os reís de esto porque es algo evidente para la mente racional, pero no para la mente emocional: la mente emocional no se puede reír de esto. Cuando has vivido todo el tiempo como el número uno o el número dos (o posiblemente el número tres) en el instituto de ciencias, y cuando sabes que todos los que estaban por debajo de la media en los cursos de ciencias de donde tú venías eran completamente idiotas, y ahora descubres de golpe que tú estás por debajo de la media (y la mitad de vosotros, chicos, lo estáis); es un golpe terrible, porque imaginas que eres tan tonto como aquellos chicos lo eran en el instituto, relativamente. Esta es la gran desventaja de Caltech: que este golpe psicológico es muy difícil de aceptar.

—*Feynman's Tips on Physics*, p. 17

El premio Nobel



Hughes Aircraft Company.

No me gustan los honores. Lo aprecio por el trabajo que hice, y sé que hay muchos físicos que utilizan mi obra. No necesito nada más. No creo que exista ningún sentido en nada más. No veo que tenga sentido que alguien en la Academia Sueca decida que esta obra es «lo bastante noble» para recibir un premio. Ya he tenido el premio: el premio es el placer de descubrir, el efecto del descubrimiento, la observación de que otras personas lo usan. Estas son las cosas reales.

—BBC, «El placer de descubrir», 1981

¿Sabe usted? Este trabajo lo hice en 1949. Supongo que se quedaron sin ganadores y revisaron el material antiguo.

—*South Shore Record*, 28 de octubre de 1965

Y así, ustedes, pueblo sueco, con sus honores, y sus trompetas y su rey...

perdónenme. Porque finalmente comprendo: estas cosas proporcionan entrada al corazón. Usadas por un pueblo sabio y pacífico, pueden generar buenos sentimientos, incluso amor, entre los hombres, incluso en tierras muy alejadas de la propia. Por esta lección, os doy las gracias. *Tack!*^[24]

—«Los premios Nobel en 1965» [Fundación Nobel], Estocolmo, 1966

Así, pues, ¿qué le ocurrió a la vieja teoría de la que me enamoré cuando era joven? Bueno, yo diría que se ha convertido en una vieja señora, a la que le queda muy poco atractivo y que a los jóvenes de hoy en día no les latirá el corazón cuando la miran. Pero podemos decir lo mejor que podemos para cualquier vieja señora: que fue una muy buena madre y que dio a luz algunos hijos muy buenos. Y doy las gracias a la Academia de Ciencias Sueca por elogiar a uno de ellos. Gracias.

—*Nobel Lectures, Physics 1963-1970*, Elsevier, Ámsterdam, 1972

Una de las cosas agradables de obtener el premio es tener noticias de antiguos estudiantes.

—Carta a Loren A. Page, noviembre de 1965

También me encantó cuando supe del premio Nobel, pues pensé, como hizo usted, que finalmente se me reconocía que tocara los bongos.

—Carta a Sandra Chester (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, pp.163-164)

Hubo todo tipo de cosas, serias y divertidas, telegramas y cartas. Y en cada una de ellas yo vi felicidad por parte de la gente que las enviaba y una sensación real de afecto, que me abrumaba y me hacía sentir amor real por todas estas personas, porque todas parecían tener muy buen corazón y estar muy contentas por las felicitaciones. No me había dado cuenta de que cuando todo ocurre de golpe, como así fue, hace que uno se sienta realmente bien. De modo que esta fue la parte buena de todo, las cartas. Esta fue la parte buena.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

No hemos comprobado cuantitativamente esta teoría con los gluones; podría estar equivocada. Sólo hemos hecho unos pocos experimentos para comprobar el bosón W... que podría estar equivocado. Por otro lado, ¿por qué

parece que podría ser la misma cosa repetida? Uno: el límite de la imaginación del hombre. Cuando ve una teoría nueva y un fenómeno nuevo, intenta encajarlo en aquella teoría, y hasta que ha hecho suficientes experimentos, no sabe que no funciona. De modo que cuando imparte una conferencia en 1979 en Nueva Zelanda, ¡piensa que funciona!

—«Electrodinámica cuántica: nuevos interrogantes», conferencias *sir* Douglas Robb, Universidad de Auckland, 1979

Un tipo que hizo muchísimo dinero con la dinamita quiere hacerse famoso y dio su nombre al gran premio, de modo que todos recuerden el nombre Nobel, y por esto tendría que estar enojado. ¡Al diablo con ello!

—«El premio Nobel: la otra cara de la medalla», *The Los Angeles Times*, 7 de octubre de 1983

Apariencias, cena con el rey, audiencia con el rey, concesión del premio, tatata, todas estas cosas, ¿ve? Y lo peor de todo era que yo ridiculizo a los reyes y cosas como estas. Me burlo de la ceremonia. Solía hacerlo. Todavía lo hago. Me río de estas cosas. Y aquí tengo que ser parte de ello. No es muy consistente burlarse de esto cuando lo hace alguna otra persona, pero cuando eres tú quien está en ello, porque recibes un premio, etcétera, tendrás que consentirlo sin una especie de... ¿Sabe usted?, solías reírte, y aquí estás, el Gran Tipo, justo en medio de todo esto, y ya no ríes, ¡ja, ja, ja!

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

La equivocación real que uno hace cuando gana un premio es tomárselo demasiado en serio, por ejemplo este discurso. Me preocupó mucho (¿es apropiado dar un discurso así? No supone ninguna maldita diferencia). Realmente, no es muy serio. No supone ninguna diferencia lo que digas. Después de todo, ¿puedo recordarle que nunca, en toda mi vida, he leído el discurso del premio Nobel de nadie? Están publicados, pero ¿quién los lee?

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Si alguien me dice: «Necesitamos un ganador del premio Nobel para firmar una carta a Rusia sobre los judíos», le contesto: «Estoy dispuesto a firmar una carta a Rusia sobre los judíos, pero no estoy dispuesto a ser un ganador del premio

Nobel que firma una carta a Rusia sobre los judíos».

—Entrevista con Charles Weiner, 4 de febrero de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Ahora resulta que después de ganar el premio, se supone que tienes que dar una charla sobre lo que hiciste para ganar el premio. Cabría pensar que sabían la razón cuando te dieron el premio, pero aparentemente están un poco inseguros o algo así.

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

[Al enterarse del premio Nobel]: Sonó el teléfono, y el tipo dijo que era de alguna compañía de comunicación. Me fastidió mucho que me hubiera despertado. Esta fue mi reacción natural. ¿Sabe?, uno está medio dormido, y está molesto. De modo que el tipo me dice: «Nos gustaría informarle de que ha ganado el premio Nobel». Y yo pienso para mí (sigo molesto, ¿saben?) y no lo capto. Así que le dije: «Podría habérmelo dicho por la mañana». Y él me dice: «Pensé que le gustaría saberlo». Bueno, le dije que estaba dormido y colgué el teléfono.

—«El premio Nobel: la otra cara de la medalla», *The Los Angeles Times*, 7 de octubre de 1983

Me considero un tipo ordinario, y odio ser descubierto. Odio descubrir que la manera como me considero no es la manera como me retratan. Me tienen como una especie de ganador del premio Nobel, pero realmente no he comprendido todavía que sea diferente de lo que era antes.

—Entrevista en *Future for Science*

Me fastidia que todos eligen siempre a «los ganadores del premio Nobel» como ejemplos importantes de científicos. ¿Por qué prestamos tanta atención a la elección que han hecho los miembros de la Academia Sueca? Esto puede estar bien para el público desconocedor, pero seguramente un profesor de ciencias puede hacer sus propias elecciones independientes de qué científicos excitan su imaginación y sobre qué hombres le gustaría llamar la atención de sus estudiantes.

—Carta a Stuart Zimmer, febrero de 1982 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.340)

Ya me he cansado de ser un «ganador del premio Nobel» de vez en cuando.

—Carta a Stuart Zimmer, febrero de 1982 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.340)

Es muy duro que te saquen de la torre de marfil; la luz es tan fuerte que hace daño. Lo que hace más daño todavía es pensar en mí en frac recibiendo algo del rey de Suecia, mientras las cámaras de televisión observan.

—Carta a Betsy Holland Gehman, noviembre de 1965 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.187)

Bueno, es emocionante saber de antiguos compañeros de la escuela; es una de las mejores partes de ganar el premio Nobel. Toda clase de personas a las que conocía y apreciaba, y de las que no había oído nada desde hacía mucho tiempo, salían de debajo de las piedras.

—Carta a Wanna M. Hecker, noviembre de 1965

Yo antes iba a cualquier instituto y contestaba las preguntas que se me hacían en los clubes de física. Pero ahora, ni siquiera me piden que vaya. Tienen miedo. No quieren pedirle a un premio Nobel de física que dé una charla en un club de física. Y si finalmente algún estudiante reúne el valor para hacerlo, lo que ocurre es que yo acepto. Y cuando voy allí, no está sólo el club de física, sino todo el maldito instituto. El director descubre, o el profesor de física descubre lo que el chico del club de física ha hecho, y dicen: «¡Oh!, es un hombre tan importante que todos tienen que estar interesados en este tipo». Es algo fuera de proporción. No lo aguanto.

—«El extraordinario Dr. Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 20 de abril de 1986

[Acerca de ganar el premio Nobel]: No puedes librarte de ello. Un tipo te llama en medio de la noche, y mi primera reacción fue: no lo aceptaré. Pero entonces me di cuenta de que si hubiera dicho esto hubiera montado un escándalo mayor que si lo aceptaba. Estás atrapado. No es justo quedar atrapado de esta manera. No hay razón para que esto interfiera en tu vida privada y en todo.

—«El premio Nobel: la otra cara de la medalla», *The Los Angeles Times*, 7 de octubre de 1983

[Después de ganar el premio Nobel]: Tuvimos cientos de cartas, de amigos de todo el mundo, y de parientes; como un familiar mío que estaba en un barco,

¿sabe usted?, viajando desde España hacia algún lugar, y que prácticamente estalló de alegría y envió un gran telegrama. Recibí llamadas telefónicas de Ciudad de México que no pude oír porque el sistema telefónico no era bueno. Aun así intenté contestar la llamada y decirle a aquella persona que realmente me había gustado y que gracias por la llamada, pero no sé la dirección, de manera que estoy atorado. Fue difícil oírlo, pero finalmente comprendí quién era. Todo tipo de cosas demenciales. Cartas muy amables. Estaban llenas de... una especie de alegría. Todo el mundo estaba emocionado. Cada carta indicaba emoción en la casa, fuera quien fuera.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

En el baile posterior (¿sabe?, tuve que liberarme algo de las formalidades) me excedí. Cuando me pongo informal, entonces actúo alocadamente, ¿sabe? De modo que cuando empezó el baile, empezamos, bailé con mi esposa; después bailé con alguna otra, la hermana de un ganador del premio Nobel. No llegué a bailar con la princesa, porque tuve un... ¿sabe?, ni siquiera lo intenté.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Cuando bailé con mi esposa, cuando bailé con la hermana del ganador de un premio Nobel, sacaban fotografías, continuamente: clic, *flash*, *flash*. Cuando bailé con aquella chica, que lo hice el doble de veces de las que bailé con todas las demás juntas, no hubo fotografías. Nada. No en el periódico. Ni una fotografía. Nada. Aparentemente hay algo malo en esto, ¿sabe?, y protegen a los ganadores del premio Nobel de sus estúpidas idiosincrasias. Pero esta era mi idea de relajarme, de informalidad. Yo tenía que hacer algo porque tenía que salir de debajo, ¿sabe lo que quiero decir? Fue una broma. Fue divertido.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

El premio fue una señal para permitirles expresar sus sentimientos, y para mí conocerlos. Cada alegría, aunque sea una emoción transitoria, repetida en tantos lugares, supone una suma considerable de felicidad humana. Y cada nota de afecto enviada así, una tras otra, me ha permitido darme cuenta de una profundidad de amor para mis amigos y conocidos que nunca había sentido antes de manera tan enternecedora.

—«Los premios Nobel en 1965» [Fundación Nobel], Estocolmo, 1966

Diablos, si yo lo pudiera explicar a la gente común, no habría valido el premio Nobel.

—*People*, 22 de julio de 1985

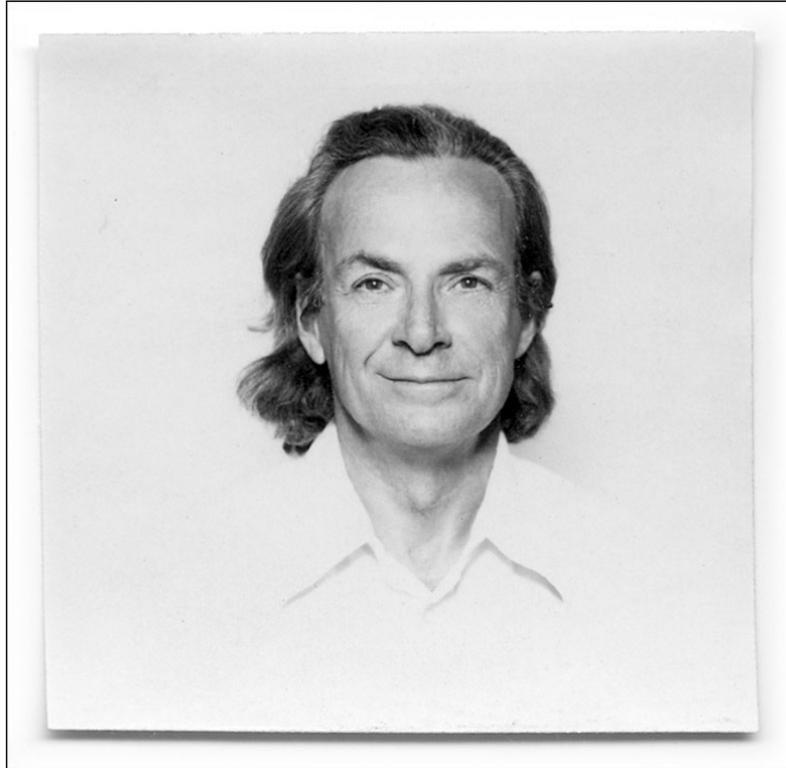
[A un periodista, después de que lo despertara para decirle que había ganado el premio Nobel]: Es una hora de mierda. Podría haberlo sabido más tarde, por la mañana.

—*California Tech*, periódico de los estudiantes del Caltech, octubre de 1965

Sí, «denos una frase» es realmente lo que quieren decir. Y yo no podía imaginar una manera de decirla. Gradualmente desarrollé una manera, pero ya era demasiado tarde, diciendo que había trabajado en la interacción entre la radiación y la materia. Suena bien y no dice nada.

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Visión del mundo



Cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

El primer principio es que no debes engañarte a ti mismo... y tú eres la persona que más fácilmente puede ser engañada.

—«La ciencia del culto al cargamento», discurso inaugural en el Caltech, 1974

La inteligencia, sin embargo, es relativa.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 4, 6 de octubre de 1961

Todo el tiempo te estás diciendo: «Yo podría hacer esto, pero no lo haré», que es sólo otra manera de decir que no puedes hacerlo.

—*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, p.68

Aprendí muy pronto la diferencia entre saber el nombre de algo y saber algo.

—*What Do You Care What Other People Think?*, p.14

Es necesario, creo, aceptar esta idea, no sólo para la ciencia, sino también para otras cosas; es de gran valor reconocer la ignorancia. Es un hecho que cuando tomamos decisiones en nuestra vida, no sabemos necesariamente que las tomamos de manera correcta; sólo pensamos que hacemos lo mejor que podemos... y esto es lo que hemos de hacer.

—«La relación entre ciencia y religión», mayo de 1956

No hay autoridad que decida qué es una buena idea.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

¿Qué te importa lo que piensen los demás?

—*What Do You Care What Other People Think?*

Es bueno saber que tengo estos partidarios leales y permanentes, con independencia de lo que haga, sea bueno o malo.

—Carta a Evie Frank, diciembre de 1965

Con el fin de hablar entre nosotros, hemos de tener palabras, y esto está bien.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Cada mañana, a las seis, tengo esta costumbre tonta de salir y correr lentamente (10 km/h), durante 8 o 10 kilómetros. Nunca me he parado a pensar por qué: no sé si me hace sentir bien o qué. Siempre me siento bien, pero ya me pasaba antes de empezar a correr.

—Carta a Mariela Johansen, enero de 1975

Se ha hablado mucho de la manera en que los científicos consideran el amor y estas cosas, y pienso que realmente no está bien, que la ciencia no es un asunto

aburrido, duro y frío, pero en realidad entonces creía, y todavía creo, que si se usa correctamente te da una manera de contemplar el mundo y el significado de las cosas que te ocurren que te da un cierto control y calma en situaciones que por otra parte son difíciles, y cosas por el estilo.

—Entrevista con Charles Weiner, 5 de marzo de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

Tengo la filosofía de que no hace ningún bien lamentarse de lo que hiciste antes, sino que hay que intentar recordar cómo tomaste la decisión en aquel momento.

—Entrevista para *Viewpoint*

[Sobre Hans Bethe]: Como la mayoría de europeos, era un hombre muy serio. Y ello significa que piensa mejor, y que es legítimo hablar de temas intelectuales en una fiesta con cerveza. Es todo lo que significa.

—Charla en el CERN, diciembre de 1965

Tenemos suerte de vivir en una época en la que todavía hacemos descubrimientos.

—*The Character of Physical Law*, p.127

Si creáis que la ciencia era incuestionable... bueno, esto es sólo un error por vuestra parte.

—*The Character of Physical Law*, p.77

No daña a un misterio saber algo acerca del mismo.

—*Feynman Lectures on Physics*, vol. 1, p.3

La fraternidad que intentamos esta semana no es un punto de vista para tener durante siete días. Ni es simplemente un concepto que hay que tener presente durante todo el tiempo. La fraternidad ha de ser un programa de acción, un programa de cooperación real y activa entre los pueblos del mundo. Y esta cooperación no es sólo una cosa deseable. La cooperación es una necesidad para la supervivencia de una fracción justa de la enorme población de la Tierra... que nos incluye a ustedes y a mí.

—Notas anteriores a Los Álamos

Tengo curiosidad por conocer lo fiables que son los viejos recuerdos y me pregunto cuánto añadimos de nuestra propia cosecha cuando revisamos acontecimientos. Quizá recordamos que dijimos aquello que nos hubiera gustado decir.

—Carta al Dr. Judah Cahn, marzo de 1983 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.362)

Y hay algo que me sorprendió, es muy curioso: sospecho que lo que hay en la cabeza de cada hombre puede ser muy, muy diferente.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Comparto el dolor por la pérdida de la vida de un hombre, que añadió importancia e interés a toda la vida humana.

—En un telegrama al Dr. Aage Bohr, en relación con la muerte del Dr. Niels Bohr

Si en algún cataclismo se destruyera todo el conocimiento científico y sólo una frase se transmitiera a las siguientes generaciones de seres, ¿qué sería lo mejor, lo que contiene la mayor información en el menor número de palabras? Creo que es la hipótesis atómica, o el hecho atómico, o cómo queráis llamarlo: que todas las cosas están hechas de átomos, pequeñas partículas que se mueven, que están en movimiento perpetuo, que se atraen entre sí cuando se hallan separadas por una cierta distancia, pero que se repelen si se las aprieta unas contra otras. En esta única frase se puede ver que hay una cantidad enorme de información acerca del mundo, sólo con que se le aplique un poco de imaginación y pensamiento.

—Registro sonoro de las *Feynman Lectures on Physics*, lección 1, 26 de septiembre de 1961

Los problemas que merecen la pena son los que puedes resolver realmente o ayudar a resolver, aquellos a los que puedes hacer alguna contribución real. Un problema es grande en ciencia si se halla frente a nosotros sin resolver, y vemos alguna manera de realizar algo de progreso en él. Le aconsejaría que abordara problemas más sencillos o, como usted dice, más modestos, hasta que encuentre alguno que pueda resolver realmente de manera fácil, no importa lo trivial que sea. Tendrá entonces el placer del éxito, y de ayudar a su prójimo, incluso si sólo es

para dar respuesta a una pregunta en la mente de un colega menos capaz que usted.

—Carta a Koichi Mano, febrero de 1966 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.198)

El mundo es un revoltijo dinámico de cosas que se menean si se observa adecuadamente.

—BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983

Lo que intento hacer es hacer nacer la claridad, que es realmente una cosa medianamente bien pensada, pictórica y semiespectacular.

—Citado en James Gleick, *Genius: The Life and Science of Richard Feynman*, 1992, p.244

Las grandes épocas de las diferentes civilizaciones están caracterizadas por la enorme confianza de la gente en el éxito, su creencia de que poseen algo nuevo que es diferente, y su certeza de que lo están desarrollando por sí mismos.

—Centenario del MIT, «Conferencia de nuestra época», diciembre de 1961

Es bastante seguro que muchas cosas se heredan, pero es malo y peligroso sostener, en estos días de poco conocimiento de estos asuntos, que hay una verdadera raza judía o un carácter hereditario judío específico.

—Carta a Tina Levitan, febrero de 1967 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.235)

Seleccionar, para su aprobación, los elementos peculiares que proceden de alguna supuesta herencia judía es abrir la puerta a todo tipo de tonterías sobre la teoría racial. Estas ideas teóricas fueron las que utilizó Hitler. Es seguro que no puede usted sostener, por un lado, que determinados elementos valiosos pueden ser heredados del «pueblo judío», y negar que otros elementos que otras personas pueden encontrar molestos o peores sean heredados por este mismo «pueblo».

—Carta a Tina Levitan, febrero de 1967 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.235)

El error del antisemitismo no es que los judíos no sean realmente malos,

después de todo, sino que la maldad, la estupidez y la ordinariez no son un monopolio de los judíos, sino una característica universal de la humanidad en general.

—Carta a Tina Levitan, febrero de 1967 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.235)

[Sobre su salud mental después de la bomba atómica]: Yo veía a gente construyendo un puente y decía: «No lo entienden». Yo creía realmente que no tenía sentido construir nada porque de todas maneras sería destruido muy pronto, pero ellos no lo entendían. Y yo tenía esta extraña sensación de cualquier construcción que viera. Siempre pensé lo necios que eran al intentar hacer algo. De modo que me encontraba realmente en una especie de condición depresiva.

—BBC, «El placer de descubrir», 1981

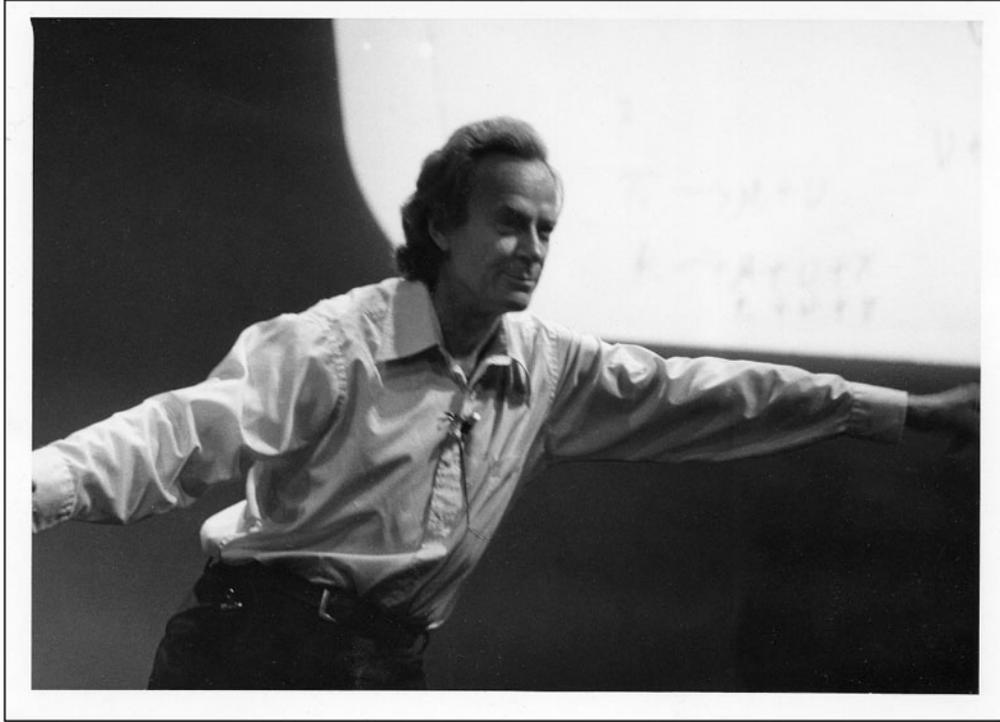
El error del prosematismo no es que el pueblo judío o la herencia judía no sean realmente buenos, sino más bien el error es que la inteligencia, la buena voluntad y la amabilidad no son, a Dios gracias, un monopolio de los judíos, sino una característica universal de la humanidad en general.

—Carta a Tina Levitan, febrero de 1967 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.235)

La manera en que mis dos hijos respondían a mis cuentos era muy diferente, pero no creo que ello se debiera a que uno era un chico y la otra una chica. Pienso que las personas son muy diferentes y que si yo hubiera tenido dos hijos también hubieran respondido de manera diferente... quizá.

—Carta a Dorothy Weeks, febrero de 1983 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.358)

El futuro



Cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

¿Por qué repetir todo esto? Porque cada día nacen nuevas generaciones. Porque hay ideas muy grandes que se desarrollaron en la historia del hombre, y estas ideas no duran a menos que se transmitan a propósito y de manera clara de generación en generación.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Cuando quedamos atascados en un lugar determinado, es un lugar en el que la historia no se repetirá. Y esto lo hace más apasionante todavía, porque cualquier cosa que contemplemos (el método y el truco y el aspecto que tendrá) será muy diferente de todo lo que hayamos visto antes, porque hemos usado todos los métodos de antes.

—Entrevista en el programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972

Si pensábamos que el pasado fue un tiempo largo, el futuro parece incomprensiblemente más extenso.

—De las notas para el programa *Sobre el tiempo*, 1957

Siempre podemos decirles a otras personas: «Fueron ustedes muy listos por haber explicado por qué el mundo ha de ser precisamente de la manera en que hasta ahora hemos descubierto que es. Pero ¿qué aspecto tendrá mañana?». El vigor de nuestra filosofía procede del hecho de que todavía estamos bregando.

—Centenario del MIT, «Conferencia de nuestra época», diciembre de 1961

La física fundamental tiene una vida útil finita. Todavía le queda algo de tiempo. En el momento presente, procede con un entusiasmo terrible, y yo no quiero retirarme. Pero aprovecho la ventaja del hecho de vivir en la época adecuada.

—Centenario del MIT, «Conferencia de nuestra época», diciembre de 1961

Nos gusta la producción mejorada, pero tenemos problemas con la automoción. Nos alegra el desarrollo de la medicina, y después nos preocupamos por el número de nacimientos y por el hecho de que nadie muere de las enfermedades que hemos eliminado. O también, con el mismo conocimiento de las bacterias, tenemos laboratorios ocultos en los que hay hombres que trabajan tan duro como pueden para desarrollar enfermedades para las que nadie más será capaz de encontrar un remedio. Nos encanta el desarrollo del transporte aéreo y nos impresionan los aviones grandes, pero también somos conscientes de los graves horrores de la guerra aérea. Nos satisface la capacidad de comunicar entre naciones, y después nos preocupa el hecho de que podamos ser espiados tan fácilmente. Nos apasiona el hecho de que ahora podemos penetrar en el espacio; bien, sin duda aquí también tendremos dificultades. La más famosa de todas ellas es, desde luego, el desarrollo de la energía nuclear y sus problemas evidentes.

—«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963

Aquí nos hallamos sólo al principio mismo del tiempo para la raza humana. Hay miles de años en el pasado, y una cantidad desconocida de tiempo en el futuro. Hay todo tipo de oportunidades, y hay todo tipo de peligros.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Desde una distancia temporal considerable de la historia de la humanidad, contemplada desde, pongamos por caso, diez mil años después del presente, poca duda cabe de que se juzgará que el acontecimiento más importante del sigloXIX fue el descubrimiento por parte de Maxwell de las leyes de la electrodinámica. La guerra civil americana palidecerá hasta una insignificancia provinciana en comparación con este importante acontecimiento científico de la misma década.

—*Feynman Lectures on Physics*, pp.1-11

Lamento tener que contestar a su pregunta (de si considero que la energía nuclear es una maldición o una salvación para la humanidad) diciendo que no lo sé realmente. Espero el futuro ni con esperanza ni con temor, sino con incertidumbre acerca de lo que será.

—Carta al Dr. David A. Marcus, febrero de 1975 (*Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track*, p.279)

Espero que las generaciones futuras tengan libertad, libertad para dudar, para desarrollarse, para continuar la aventura de descubrir nuevas maneras de hacer las cosas, de resolver los problemas.

—«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963

Nos hallamos sólo al principio del desarrollo de la especie humana; del desarrollo de la mente humana, de la vida inteligente, tenemos años y años en el futuro. Es nuestra responsabilidad no dar la respuesta hoy en día de lo que va todo esto, de conducir a todo el mundo en una determinada dirección y de decir: «Esto es una solución para todo». Porque entonces nos encontraríamos encadenados a los límites de nuestra imaginación actual.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

Estamos al principio mismo del tiempo para la especie humana. No es poco razonable que tratemos de resolver los problemas. Pero hay decenas de miles de años en el futuro. Nuestra responsabilidad es hacer lo que podamos, mejorar las soluciones, y transmitir las.

—«El valor de la ciencia», diciembre de 1955

A menudo he planteado la hipótesis de que en último término la física no

precisará un enunciado matemático, que al final se revelará el mecanismo, y que las leyes resultarán ser sencillas, como el tablero de ajedrez con todas sus complejidades aparentes.

—*The Character of Physical Law*, pp.57-58

La gente, en el pasado, en la pesadilla de su época, tenía sueños para el futuro. Y ahora que el futuro se ha materializado, vemos que de muchas maneras los sueños se han visto superados, pero en más maneras todavía hay muchos de nuestros sueños de hoy en día que son muy parecidos a los sueños de la gente del pasado.

—Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964

De modo que hay muchas cosas que pasan de una ciencia a la otra, y la cosa más importante que pasa es el carácter de la ciencia, el carácter crítico. Es en gran, gran medida lo mismo. Las fuentes de suciedad y las fuentes de error son físicamente diferentes. Pero todavía puedes hacerte una idea: ¿tiene sentido, o no tiene sentido?

—Entrevista con Charles Weiner, 28 de junio de 1966, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física

El futuro siempre es incierto. ¿Hay un futuro?

—Notas personales

Hay unos cuantos jóvenes que esperan ser físicos teóricos y que obtendrían inspiración de adoptar esta actitud: «Estos tipos no saben de qué diablos han estado hablando todos estos años, ni siquiera han podido resolver el problema más sencillo. Voy a mostrarles cómo hacerlo». Esto es bueno, esto podría ocurrir.

—Conferencia sobre partículas en Caltech, 1973

Una vez tuve un libro de cálculo que decía: «Lo que un necio puede hacer, otro también lo hará». Lo que hemos sido capaces de descubrir acerca de la naturaleza puede parecerle abstracto y amenazador a quien no la haya estudiado, pero fueron necios los que lo hicieron, y en la próxima generación, todos los necios lo entenderán.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Cada generación que descubre algo a partir de su experiencia debe transmitirlo, pero ha de transmitirlo con un equilibrio delicado de respeto y falta de respeto, de manera que la raza que ahora es consciente de la enfermedad en la que puede caer no inflija sus errores de manera demasiado rígida a su juventud, sino que transmita la sabiduría acumulada, más la sabiduría que quizá no sea sabiduría.

—Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966

Si uno estuviera andando a través de un edificio para ir de un lado al otro y no hubiera alcanzado todavía la puerta, podría aducir: «Mirad, hemos estado andando a través de este edificio, y no hemos alcanzado la puerta; por lo tanto, no hay una puerta en el otro extremo». Me parece que hemos estado andando a través de un edificio, pero no sabemos si es un edificio infinito o un edificio finito, de modo que todavía existe la posibilidad de una solución final. Una cosa que ocurriría, pienso, si se encontrara una solución final sería el deterioro en la filosofía de la ciencia.

—Centenario del MIT, «Conferencia de nuestra época», diciembre de 1961

Mi hijo es así, también, aunque tiene unos intereses mucho más amplios que los que yo tenía a su edad. Le interesa la magia, la programación informática, la historia de la iglesia primitiva, la topología... ¡Oh!, le espera una época terrible, porque hay tantísimas cosas interesantes.

—Entrevista en *Omni*, febrero de 1979

Honrando a Richard Feynman



Cortesía de Michelle Feynman y Carl Feynman.

Fue la mente más original de su generación.

—Freeman Dyson, del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, *New York Times*, 17 de febrero de 1988

Es el físico teórico más creativo de su época, y un verdadero genio. Con su creatividad única tocó casi todos los campos de la física.

—Sidney D. Drell, antiguo presidente de la Sociedad Física Americana, *New York Times*, 17 de febrero de 1988

En ciencia, al igual que en otros campos del empeño humano, hay dos tipos de genios: los «ordinarios» y los «magos». Un genio ordinario es un tipo al que tanto usted como yo nos pareceríamos si fuéramos muchas veces mejores. No hay ningún misterio en cómo funciona su mente. Una vez que entendemos lo que ha

hecho, estamos seguros de que también nosotros lo podríamos haber hecho. Con los magos es diferente... Incluso después de que comprendemos lo que han hecho, es completamente oscuro... Richard Feynman es un mago del mayor calibre.

—Marc Kac, *Enigmas of Chance*, pág.XXV

C. P. Snow describió a Feynman «como si Groucho Marx representara de pronto a un gran científico».

—«El culto de Richard Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 2 de diciembre de 2001

Dejaría todo lo que estuviera haciendo para oírle dar una conferencia en el sistema de alcantarillado municipal.

—David Mermin, de la Universidad de Cornell, citado en *Feynman Lectures on Computation*, editado por Tony Hey

Dick hizo un esfuerzo consciente para considerar los problemas desde un punto de vista diferente. Era deliberado.

—Thomas A. Tombrello, entrevistado por Heidi Aspaturian, diciembre de 2010, Archivos de Historia Oral de Caltech

Estoy pensando cómo medir lo inteligente que era Feynman, porque no era ningún tipo de inteligente estándar. Era su manera de ver el mundo de manera oblicua, e intentaba llegar ahí de manera deliberada. Pienso que trabajó de forma realmente dura en ello y lo consiguió de maneras maravillosas.

—Thomas A. Tombrello, entrevistado por Heidi Aspaturian, diciembre de 2010, Archivos de Historia Oral de Caltech

Bueno, Dick Feynman reinventó la rueda, pero resultó ser una rueda mucho mejor.

—Valentine L. Telegdi, entrevistada por Sara Lippincott, marzo de 2002, Archivos de Historia Oral de Caltech

Feynman no fue un teórico de teóricos, sino un físico de físicos y un maestro de maestros.

—Valentine L. Telegdi, *Physics Today*, febrero de 1989

Es un segundo Dirac, sólo que en este caso humano.

—Eugene Wigner, citado por Robert Oppenheimer en una carta al profesor Raymond Birge, noviembre de 1943, Universidad de California, Berkeley

Un hombre honesto, la persona intuitiva más espectacular de nuestra época, y un ejemplo básico de lo que puede haber en reserva para quienquiera que se atreva a seguir el ritmo de un tambor diferente.

—Julian Schwinger, *Physics Today*, febrero de 1989

Conocí un poco a Feynman, y diré que Feynman podía hacer en un día lo que cien John Rigdens nunca podrían hacer. Nunca podrían.

—John Rigden, entrevistado por el Dr. Dudley Herschbach, Instituto Americano de Física, 2003

Tenía una gran reputación. Ya se le presentaba como aquel tipo inteligentísimo de Princeton que lo sabía todo. Y lo sabía todo, ¿sabe usted? Resolvía problemas para nosotros, así de simple.

—Philip Morrison, entrevistado por Charles Weiner, Instituto Americano de Física, 1967

Puedes hablar con Feynman y sus respuestas son precisas y del tipo que un físico experimental puede entender, o al menos piensa que entiende.

—Carl Anderson, entrevistado por Harriett Lyle, Archivos de Historia Oral de Caltech, 1979

Cuando Dick se enfrentaba a un problema de matemáticas, era tremendamente intuitivo. Encontraba maneras de resolver el problema, o de demostrar algo que había conjeturado que era cierto. Estas maneras eran muy originales y por lo general eran consideradas completamente heterodoxas por la comunidad de matemáticos. Pero funcionaban. Comprendía lo bastante bien las matemáticas para inventar nuevas matemáticas que eran intrínsecamente correctas. No cometía equivocaciones; es sólo que desarrollaba maneras nuevas de hacer las cosas que encajaban con su experiencia, y conseguía resultados que a veces a otras personas les costaba tiempo comprender cómo los había conseguido.

—Charles A. Barnes, entrevistado por Heidi Aspaturian, Archivos de Historia Oral de Caltech, julio-agosto de 1987

Antes de viajar a Suecia para recibir el premio Nobel, dictó una conferencia absolutamente maravillosa para la gente local en el campus, en el pequeño teatro (Culbertson) que entonces había en el campus. Era un edificio pequeño y bonito, con una capacidad de dos o trescientas personas, me parece. Estábamos fascinados mientras Dick exponía de manera muy clara y extremadamente modesta, típica de Dick Feynman, de cómo había llegado a la posición que finalmente acabó con que lo invitaran a Suecia para recibir el premio Nobel. Explicó que la manera en que llegó a poder formular sus reglas para la electrodinámica cuántica era resolviendo todos los problemas difíciles de electrodinámica cuántica que la gente le proponía.

—Charles A. Barnes, entrevistado por Heidi Aspaturian, Archivos de Historia Oral de Caltech, julio-agosto de 1987

Pero siempre que Dick iba a algún lugar para discutir las dificultades con la que entonces era la teoría estándar, invitaba a la gente a que trabajara en problemas que él no había podido resolver o sólo había resuelto con una enorme dificultad. Los problemas que eran particularmente importantes para él eran los que otras personas habían resuelto, pero sólo con una gran dificultad. Considerando dichos problemas y aprendiendo a resolverlos mediante sus propios métodos, Dick desarrolló su propio conjunto de reglas.

—Charles A. Barnes, entrevistado por Heidi Aspaturian, Archivos de Historia Oral de Caltech, julio-agosto de 1987

Recuerdo que Richard Feynman decía: «Nunca pude imaginar qué es lo que todos estos otros tipos hacían, de modo que lo hice a mi manera». Y, ¿sabe usted?, parafraseando a Frost, esto suponía toda la diferencia con Dick.

—Thomas A. Tombrello, entrevistado por Heidi Aspaturian, diciembre de 2010, Archivos de Historia Oral de Caltech

Realmente, una de las personas más originales en Caltech.

—Thomas A. Tombrello, entrevistado por Heidi Aspaturian, diciembre de 2010, Archivos de Historia Oral de Caltech

Con Dick, se producía el efecto Feynman. Es como el efecto del restaurante chino: diez minutos después de cenar, vuelves a tener hambre. Con Dick, la

conferencia era tan clara que dejabas de tomar apuntes. Y después, diez minutos después de la conferencia, ¡no la podías reproducir! Recuerdo cuando Matt Sands y Leighton, gente como esta, tomaban notas de las conferencias de Feynman en las clases de física de primer año. A menudo se daban cuenta, al final de una charla, que no podían reproducirla. Tenían fotografías de la pizarra. Habían registrado lo que Feynman decía. Aun así, había algo escurridizo en todo ello. No digo que estuviera equivocado o que fuera incompleto. Era sutil. Y no te dabas cuenta de la sutileza, porque era muy leve, se hacía de una manera muy bella. Era una obra de arte. Pero constantemente tenías que ser consciente del hecho de que debido a que Dick hacía que pareciera tan sencillo, pasabas por alto cosas fundamentales. El efecto Feynman. Era muy interesante.

—Thomas A. Tombrello, entrevistado por Heidi Aspaturian, diciembre de 2010, Archivos de Historia Oral de Caltech

Tuve una interacción muy extraña con Feynman. Estábamos discutiendo algo y me dijo: «Si no sé absolutamente nada sobre esto, no digo que sé algo sobre esto». Y lo dijo de manera muy amistosa. No te ofendes por ello.

—Samuel Epstein, entrevistado por Carol Bugé, Archivos de Historia Oral de Caltech, diciembre de 1985-enero de 1986

Hacía que la persona con la que hablaba se sintiera fascinante e ingeniosa, y que de pronto sintiera que podía hacer física de alto nivel. Y te escuchaba de una manera maravillosa.

—Jenijoy La Belle, entrevistada por Heidi Aspaturian, Archivos de Historia Oral de Caltech, febrero-mayo de 2008, abril de 2009

Los estudiantes lo consideraban su santo patrón en Caltech, [y la reputación] era bien merecida.

—Steven C. Frautschi, entrevistado por Shirley K.Cohen, Archivos de Historia Oral de Caltech, junio de 2003

Recuerdo esta anécdota de Feynman. Lo llamaron y le dijeron: «Ha ganado usted el premio Einstein». Feynman dijo: «Bien, ¿y qué es esto?». Y le dijeron: «Bueno, son 15 000 dólares. ¿Tiene usted algo que decir?». Dijo: «¡Perrito caliente!».

—Seymour Benzer, entrevistado por Heidi Aspaturian, Archivos de Historia Oral de Caltech, septiembre de 1990-febrero de 1991

Yo no conocía muy bien a Feynman. Lo conocía lo bastante bien para llamarlo Dick, pero esto era casi todo; no teníamos mucha interacción. Le dije: «Dick, ¿qué tiene de especial el centro de la galaxia? ¿Por qué hemos de ver algo como esto? ¿Hay algo especial en ello?». Estaba de pie aquí y miraba esto de aquí abajo [mapa en el suelo]. Me dijo: «Aquí es donde vive Dios».

—James A. Westphal, entrevistado por Shirley K.Cohen, Archivos de Historia Oral de Caltech, julio de 1998

Tuvo un enorme impacto en mí, no sólo desde el punto de vista intelectual, sino por su manera de buscar la verdad. Todas estas cosas subyacentes que lo impulsaban (no sólo lo inteligente que era) tuvieron una influencia realmente grande en mí.

—Barry C. Barish, entrevistado por Shirley K.Cohen, Archivos de Historia Oral de Caltech, julio de 1998

Feynman es una persona muy exuberante y muy extrovertida, realmente. La vida es sólo felicidad para él, aunque haya tenido todos estos problemas médicos. Es fundamentalmente una persona feliz.

—Hans A. Bethe, entrevistado por Judith R.Goodstein, Archivos de Historia Oral de Caltech, febrero de 1982

Lo que siempre me impresionó de Dick es que le podías hacer una pregunta, y si no era una buena pregunta, la tomaba y le daba la vuelta y contestaba quizá con otra pregunta que era una pregunta buena. Aprendías muchísimo con él.

—Alvin V. Tollenstrup, entrevistado por David A.Valone, Archivos de Historia Oral de Caltech, diciembre de 1994

Y estas áreas nuevas; cuando yo era un estudiante universitario, nadie hacía mecánica cuántica, excepto estudiantes de doctorado superavanzados. Primero tenían que aprender toda suerte de mecánica hamiltoniana sofisticada y todo tipo de cosas, entonces era duro. Tenías que pasar por todas estas tonterías antes de poder esperar siquiera empezar con la mecánica cuántica... Richard Feynman, entre otras personas, demostró que no tenías que pasar por todas estas otras cosas. Simplemente, empiezas a hablar acerca de mecánica cuántica y los chicos lo acogen con entusiasmo.

—David S. Wood, entrevistado por Shirley K.Cohen, Archivos de Historia

Oral de Caltech, mayo de 1994

Aquí, el profesorado y los estudiantes son, en muchos aspectos, muy parecidos. Esto empecé a aprenderlo gradualmente en aquellos días de la posguerra, cuando aquí todos eran nuevos o empezaban de nuevo después de la guerra. Los estudiantes, desde luego, en un cierto sentido copian al profesorado, porque los profesores son modelos a imitar por ellos. Dick Feynman es el gran ejemplo. Todos lo quieren, y por buenas razones.

—Rodman W. Paul, entrevistado por Carol Bugé, Archivos de Historia Oral de Caltech, febrero de 1982

Una conferencia del Dr. Feynman es realmente un raro obsequio. En humor y dramatismo, suspense e interés suele rivalizar con las obras teatrales de Broadway. Y, por encima de todo, crepita de claridad. Si la física es la «melodía» de fondo de la ciencia, entonces el Dr. Feynman es su trovador más lúcido.

—Irving Bengelsdorf, editor científico de *The Los Angeles Times*, 1967

Cuando alguien gana un premio Nobel, este es probablemente uno de los principales problemas que tiene el presidente de la división: intentar retener a las mejores personas de la facultad, e intentar gestionar las ofertas que continuamente les hacen. Y si obtienen un premio Nobel, esto no ayuda a resolver el problema. Excepto, quiero decirlo, en el caso de Feynman, que decía que ya había tomado una decisión; le gusta Caltech y quiere permanecer aquí, no importa qué ofertas le hagan (y puede estar seguro de que le han llovido de casi cualquier lugar del mundo).

Oí que cuando contestaba al teléfono, decía: «¿Va a hacerme usted una oferta?». Si la persona decía: «No, no estoy en absoluto interesado en esto», entonces Feynman continuaba y hablaba con ella; si no era así, decía: «La respuesta es no» y colgaba. Quizá esto sea una broma, pero lo he oído con referencia a Dick Feynman. Es un profesor muy leal a Caltech.

—Carl Anderson, entrevistado por Harriett Lyle, Archivos de Historia Oral de Caltech, enero de 1979

Visto en retrospectiva, toda la física que utilizo actualmente, parece que el 90 por 100 de ella tuve que haberla aprendido de Feynman, y no he visto nunca a nadie trabajar tan rápidamente, de modo que nunca encontré un físico como él. Ciertamente, nadie en Princeton o en Oxford era como él. Y cuando era joven era

rapidísimo y terrible. Ahora no es mucho menos rápido ni mucho menos terrible. ¿Sabe usted?, cuando una idea surgía en su cabeza le tomaba literalmente no más de 5 o 10 minutos resolver este tipo de cosa.

—Robert Hellwarth, entrevistado por Joan Bromberg, Instituto Americano de Física, mayo de 1985

Una de las grandes cosas acerca de Feynman era la alegría que demostraba al empezar a tratar un problema y discutirlo, lanzando ideas, riendo. Puedo recordar su regocijo en una de las bromas en las que participó cuando era un estudiante en el MIT: los estudiantes se ponían de acuerdo, levantaban un automóvil y lo dejaban en el tejado de uno de los edificios para que la administración lo resolviera. [Risas] Y disfrutaba también abriendo cajas fuertes. Pienso que ya he contado la historia de las dos cajas fuertes de General Electric en Schenectady que Feynman abrió mientras el hombre de la seguridad estaba mirando... Pienso en este sentido de la diversión que tenía Feynman; después explicaba que muchísima gente utiliza números como e y π y su número de matrícula o de teléfono. Estos eran los números que probaba primero con la mayor probabilidad de resolver el problema de abrir las cajas fuertes.

—John Wheeler, entrevistado por Kenneth W.Ford, Instituto Americano de Física, marzo de 1994

La gente que conozco admiraba su amplitud de intereses, su curiosidad y su amor por la vida. La mayoría de nosotros solemos tener una vida mucho más limitada que él, y muchos de nosotros lamentamos a veces no haber tenido el abanico de experiencias y relaciones que él tuvo.

—Kip Thorne, «El culto de Richard Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 2 de diciembre de 2001, p.16

La cosa se desarrollaba de manera ordenada, pero era evidente que las personas honestas estaban en contra. Entonces, finalmente, Feynman se levantó y dijo: «He estado pensando en ello y pienso que es un terrible error. No es propio de Caltech. Estaríamos emitiendo el mensaje equivocado. Y pienso que deberíamos sofocarlo rápidamente. No importa si hemos hecho promesas equivocadas. Sencillamente, no deberíamos hacerlo». Y este fue el voto, esencialmente; esta fue la resolución. Lo que Feynman dijo fue lo que triunfó. Lo había dicho de manera muy persuasiva.

—Fred Anson, recordando la votación sobre si establecer un centro de investigación del ejército en Caltech, entrevistado por Shirley K.Cohen, Archivos de Historia Oral de Caltech, febrero de 1997

Era todo un carácter, con un sentido del humor que no lo abandonaba.

—Joseph Heller, un amigo de la infancia, entrevistado por Shelley Erwin, Archivos de Historia Oral de Caltech, mayo de 2010

Recuerdo que Dick acostumbraba a plantear una pregunta a su clase. Les decía: «Bien. Tenéis un aspersor para el césped, abris el grifo del agua y el aspersor gira al tiempo que emite chorros oblicuos de agua. Ahora, suponed que ponéis este mismo aspersor dentro de una piscina y empezáis a succionar el agua a su través. ¿Giraría todavía el aspersor?». Suponía una gran diferencia, como el día y la noche. Cosas como esta hacían que la categoría de flujos separados fuera muy interesante... Creo que fue un curso universitario, pero no puedo recordar exactamente qué clase. Yo estaba allí cuando nos hizo esta pregunta, y pensé: «¡Ah, he aquí un gran profesor!». Un aspersor de jardín: todo el mundo los ve, a diario. Pero él cambió simplemente la dirección del flujo de agua en la manguera y teníamos que decir qué ocurriría.

—Theodore Y. Wu, entrevistado por Shirley K.Cohen, Archivos de Historia Oral de Caltech, febrero-marzo de 2002

Pero la única persona de aquí que tuvo una influencia tremenda en mí y que yo consideraba único era Feynman. Tuvo un impacto enorme en mí, no sólo desde el punto de vista intelectual, sino en la manera de buscar la verdad. Todas estas cosas subyacentes que lo impulsaban (no sólo lo inteligente que era) tuvieron en mí una influencia realmente grande.

—Barry C. Barish, entrevistado por Shirley K.Cohen, Archivos de Historia Oral de Caltech, mayo-julio de 1998

Tuve a Dick Feynman en física matemática. Y acostumbraba a ir a todos sus seminarios cuando era estudiante universitario. No podía entender nada de sus matemáticas, pero de vez en cuando se detenía y decía: «Lo que esto significa realmente es...», y aquello yo lo podía entender.

—Carver Mead, entrevistado por Shirley K.Cohen, Archivos de Historia Oral de Caltech, julio de 1996

Le gustaba enseñar, pero no le gustaba dirigir tesis. La razón me la contó una vez, y era que si podía formular un problema de manera lo bastante clara para que un estudiante universitario hiciera una tesis, lo podría hacer él mismo en una tarde. Si podía plantear un problema de manera tan evidente, no podría resistirse a resolverlo.

—Robert F. Christy, entrevistado por Sara Lippincott, Archivos de Historia Oral de Caltech, junio de 1994

Creo que durante mi época en Caltech, la cosa interesante para mí fue el gran movimiento de avance en la pedagogía. La enseñanza de estos cursos básicos, así llamados. En términos de física, creo que en gran medida se debió a Feynman. Se pensaba que un estudiante, antes de tener una esperanza de empezar siquiera a aprender algo de mecánica cuántica, tenía que pasar por todo el largo embrollo de la mecánica clásica a niveles muy complicados, etcétera. Y Feynman demostró que ello no era cierto. No tienes que hacer esto... El material que se les da y lo que aprenden aquí ahora es mucho, muchísimo más avanzado, en comparación a cuando yo era estudiante. ¿Sabe usted?, es como la diferencia entre el Modelo T de Ford y el último automóvil, o entre el aeroplano de los hermanos Wright y un 747.

—David S. Wood, entrevistado por Shirley K.Cohen, Archivos de Historia Oral de Caltech, junio de 1994

Feynman inventó una manera totalmente nueva de hacer mecánica cuántica, y sus diagramas no surgieron de ningún contacto con los matemáticos; de hecho, Dick ha generado cosas. Y a veces hacía comentarios en el sentido de que los matemáticos realmente no ayudan mucho. Le irritaba mucho la manera como se enseñaban las matemáticas en las escuelas de California. Formó parte de un comité o algo parecido, para el gobernador o alguien. Y, ¿ve usted?, las cosas cambiaron por completo.

—William A. Fowler, entrevistado por John Greenberg y Carol Bugé, Archivos de Historia Oral de Caltech, mayo de 1983-mayo de 1984

Le puedes hablar a Feynman y sus respuestas son precisas y del tipo que un físico experimental puede entender, o al menos que piensa que entiende.

—Carl Anderson, entrevistado por Harriett Lyle, Archivos de Historia Oral de Caltech, enero de 1979

Una vez discutí este asunto con Feynman, que es quizá el físico de los

Estados Unidos que más entiende este aspecto de la física. Tiene este tipo de actitud de ver si la cosa es correcta. Pero lo discutimos y dijo: «Bien, en la actualidad, entre la generación más joven hay muy pocas personas que se atreven a publicar algo que contenga contradicciones». Prácticamente nadie lo haría, porque diría: «Entonces seré pronto criticado por los otros colegas, que dirían: “Aquí está tu contradicción, tienes que estar equivocado”». Pero después diría: «Bueno, sé que tengo que estar equivocado; ciertamente hay una contradicción, pero maldita sea, puedo ver que es correcto». Ahora bien, desde luego, puede usted volver a decir que esta es una actitud muy divertida. ¿Cómo puede saberlo? No puede demostrarlo; contiene contradicciones.

—Werner Heisenberg, entrevistado por Thomas S.Kuhn, Instituto Americano de Física, febrero de 1963

[Sobre el humor de Feynman]: No tengo ninguna discrepancia con este aspecto de la personalidad de Dick Feynman; como la mayoría de las demás personas, lo encontraba delicioso. Pero deja fuera muchas cosas: no sólo su genio científico, sino su profundo amor por la naturaleza, su pasión por enseñar, y por encima de todo sus extraordinarios valores de integridad personal, no *siempre* presente en los niveles más altos de creatividad... Sea lo que fuere que Dick Feynman se tomara a broma, su amor por la física se acerca a la reverencia.

—Laurie M. Brown, *Physics Today*, febrero de 1989

[Sobre su personalidad]: Tuve un atisbo de ella en la televisión británica, años antes de que yo supiera quién era Feynman más allá de un profesor americano que podía haber sido inventado por Arthur Miller para hacer monólogos sobre esta materia (y, si a esto vamos, antimateria) por la que yo no tenía un interés especial, ninguna formación ni conocimientos, pero que conseguía que fuera misteriosamente cautivadora. Posteriormente, esta personalidad surgió de manera embriagadora en sus reminiscencias grabadas, publicadas como *Surely You're Joking, Mr. Feynman!* Era el físico no del club de la facultad, sino del salón.

—Tom Stoppard, «El punto de vista del escenario», *New York Times*, 27 de noviembre de 1994

Recuerdo la ocasión en que vi por primera vez a Richard, durante unas pocas horas, hace cuarenta y cinco años. Iba camino de Nuevo México, creo, y pasaba por el Laboratorio de Chicago del distrito de Manhattan. Se reunieron media docena de teóricos para recibirle; su reputación le había precedido desde

Princeton. Una o dos personas le mostraron integrales difíciles que esperaban que él pudiera resolver, algo así como pedirle al hombre forzado que los visitaba que aflojara alguna puerta oxidada. Actuó como se esperaba, pero no era el tipo de luz en el que se podía vislumbrar su maravilloso entusiasmo por los ritmos y los enigmas del mundo. Pero esto lo vi claramente con posterioridad, en Los Álamos y en el viejo despacho que compartíamos en la Universidad de Cornell, y llegué a amar y admirar su mente asombrosamente original, generosa, honesta y juguetona, y un espíritu que parecía, como sus gestos, para bailar a través de la vida.

—Philip Morrison, carta personal de condolencia, febrero de 1988

Las contribuciones de Dick Feynman a la física han tenido un impacto extraordinario en nuestro trabajo: su desarrollo de la electrodinámica cuántica, su invento de la integral de caminos de la teoría del campo cuántico, sus contribuciones esenciales a la teoría de las interacciones débiles, su invento del modelo del partón para la dispersión inelástica profunda del electrón-protón, y sus extraordinarias intuiciones de la naturaleza de las colisiones de altas energías que condujeron a desentrañar la estructura de la materia de cuarks y gluones. Su trabajo afectó prácticamente a todas las áreas de la física.

Mediante sus enseñanzas y su notable personalidad, Feynman nos enseñó que la física no sólo es profunda, sino también intuitiva y comprensible. También estamos orgullosos de su servicio a este país y del valor que demostró en la investigación del *Challenger*. Pocos científicos han hecho un impacto mayor en la ciencia y la sociedad. Atesoramos su recuerdo.

—Grupo de física teórica SLAC (Centro del Acelerador Lineal de Stanford), carta personal de condolencia, febrero de 1988

En la veintena de años que lo conocí, como conferenciante semanal en los laboratorios, cada miércoles; como crítico, asesor y ser muy humano, fue una gran inspiración, una gran mente, y un gran espíritu. A menudo mostraba la mayor paciencia y amabilidad en transformar un pregunta inocente pero desinformada o estúpida en otra rica y brillante, con lo que le evitaba el bochorno al que había preguntado. Su gran humor era parejo a su gran intelecto. Vivirá para siempre en la mente de esta generación de físicos y las futuras, y en la de todas las personas cultas.

—Bernard Soffer, Laboratorios de Investigación de la Compañía de Aviación Hughes, carta personal de condolencia, febrero de 1988

Dick tenía una personalidad dinámica y original. Mostraba un gran entusiasmo por aprender. Era conocido como uno de los físicos más brillantes y de los pensadores más originales del mundo, pero le preocupaba hacer que la ciencia fuera comprensible y fascinante para los demás, lo que lo convirtió en uno de los profesores más destacados y favoritos de Caltech. Era muy creativo a la hora de explicar los conceptos más esotéricos, con el fin de que la gente ordinaria pudiera entenderlos. Las anécdotas de Feynman son leyenda aquí, y siempre se cuentan con afecto y admiración.

—Sunney I. Chan, presidente de la facultad, Instituto de Tecnología de California, carta personal de condolencia, febrero de 1988

Dick fue el mejor y el favorito de los «tíos» que enriquecieron mi infancia. Durante el tiempo que pasó en Cornell, era un visitante frecuente y siempre bienvenido a nuestra casa, con el que se podía contar para que consiguiera tiempo de las conversaciones con mis padres y con otros adultos para prodigar su atención a los niños. Era a la vez un gran jugador de juegos con nosotros y un maestro que nos abrió los ojos al mundo que nos rodea.

—Henry Bethe, carta personal de condolencia, febrero de 1988

Agradecimientos

Hay muchas personas a las que debo agradecer su colaboración.

En primer lugar, mis dos investigadoras han sido increíbles: Anisha Cook y Janna Wennberg. He tenido muchísima suerte al contar con vuestra ayuda en este proyecto. Me resulta imposible imaginar que lo hubiera podido llevar a cabo sin vosotras dos y sin vuestras horas de duro trabajo. Gracias por vuestros esfuerzos.

Siempre puedo contar con una evaluación honesta de mi trabajo por parte de mi amigo Gregory Feldmeth, vicedirector y profesor de historia desde hace mucho tiempo en la Polytechnic School. Aprecio realmente sus incansables esfuerzos a la hora de ayudarme en este proyecto. Feldmeth fue fundamental para revisar de manera crítica la clasificación de citas en categorías, colaborar en la minuciosa tarea de eliminar citas duplicadas y ayudarme a elaborar una cronología de la vida de mi padre. Estoy agradecida por tener su consejo y su compañía. Grace Hamilton, profesora de inglés de la Escuela Superior de la Polytechnic, fue increíblemente generosa con su tiempo y experiencia al considerar el prefacio. Otro amigo, Richard White, profesor de física y de ciencia informática de la Polytechnic School, recomendó el equipo imparable de Janna y Anisha, y fue generoso con sus consejos y su ingenio técnico. Puedo comprender por qué estos tres profesores son queridos por los estudiantes.

Es un sueño trabajar con Leslie Carmell, directora de comunicaciones en la Polytechnic School. Me ha dado un gran apoyo, y le estoy muy agradecida por su gran capacidad de observación y por sus sugerencias, siempre acertadas. Mis colegas son excepcionales: Jennifer Godwin Minto, Barbara Bohr, John Yen, así como el conjunto de profesores de talento y el personal de la Polytechnic School. Soy muy afortunada por trabajar allí.

Melanie Jackson, estoy encantada de tener una agente literaria maravillosamente inteligente y amable como tú para que me defienda.

Gracias a mi hermano, Carl Feynman, por su confianza en mí para completar este proyecto.

Ralph Leighton fue muy servicial y me envió mediante correo electrónico los archivos de audio de *The Feynman Lectures on Physics* al tiempo que los

digitalizaba, y fue muy, muy útil con sus sugerencias y consejos. Christopher Sykes fue sorprendente por sus ideas y conocimientos en relación con las fuentes de varias citas. Adam Cochran, del Instituto de Tecnología de California, fue fundamental para la comunicación con Caltech: hizo de todo, desde obtener permisos hasta conectarme con personas que fueron provechosas, concienzudas y eficientes. Shelley Erwin y Loma Karklins, de los archivos de Caltech, fueron así, exactamente. Gracias por vuestros conocimientos y ayuda. Tony Hey fue muy amable al rebuscar en sus archivos personales y escanear la transcripción de una mesa redonda que era difícil de encontrar. Ann Rho, directora de desarrollo en Caltech, estaba deseosa de ayudar y fue una buena persona con la que discutir toda clase de ideas. Alan Alda, gracias por tu amistad y apoyo. Estoy agradecida a Kip Thorne por sus orientaciones, ¡de las que no fue la menor ponerme en contacto con Brian Cox!

Brian Cox tiene un estilo de comunicación que me recuerda al de mi padre, y me encantó que aceptara escribir un prólogo para este libro.

Yo-Yo Ma es un amigo de la familia desde hace tiempo al que yo describiría como la amabilidad personificada. Mi padre y yo pasamos muchas tardes divertidísimas tras el escenario y en la cena después de asistir a conciertos de Yo-Yo (la tradición continúa: ahora voy con mis hijos), y Yo-Yo dedicó una serie de conciertos a mi padre poco después que este muriera. No estoy segura de por qué pensé que era una buena idea agobiar a mi amigo, que es un violonchelista profesional, para escribir algo para este libro, pero estoy impresionada porque no rehusó el reto.

Los últimos años no han sido fáciles, y cada vez estoy más agradecida a mis fantásticos amigos (de los que, a veces, he dependido). Parece una larga lista, y sólo me entristece que no pueda agradecer a *todas* las personas que tanto han significado para mí durante los últimos años. Tengo mucha suerte de formar parte de una comunidad maravillosa. Quiero dar las gracias a Megan Foker: no sé dónde estaría sin ella. Me ayudó durante un período crítico en mi vida y lo hizo con tanto humor, gracia y ecuanimidad que me resultó más fácil conservar el equilibrio. Todos necesitamos una amiga como Megan. Aprecio la ayuda de Rick Foker a su familia para que Megan pudiera pasar tiempo conmigo. Estoy orgullosa de que mi comunidad incluya a Heather y Tom Unterseher, Cheryl Wold y Paul Wennberg, Electra y Peter Lang, Jane Kaczmarek, Stacy y Michael Berger, Dyanne di Rosario-Halsted y Chris Halsted, Tim Hartley y Jason Lyon, Tiffany y Marc Harris, Mario Miralles y Brenda Bork, Ralph Leighton y Phoebe Kwan, Kevin y Kristen Tyson, Scott Lee y Karen Wong, Francisco Miralles, Susan Blaisdell, Dorothy Shubin, Carl

y Paula Feynman, Charles Hirshberg y Alison Adler y Joan Feynman. Sois mi equipo de apoyo. Vuestra amistad, amor y apoyo han hecho que mis ánimos se mantuvieran a flote a lo largo de los años. John Murlowski, llegaste exactamente en el momento oportuno y supiste cómo ayudarme y apoyarme.

Finalmente, quiero agradecer a mis hijos, Ava y Marco Miralles, por sus ideas fantásticas, su independencia latente y su actitud general constructiva hacia el proyecto. Os quiero.

Fuentes

«900 en Caltech y JPL declaran su apoyo a la suspensión de las armas nucleares», *The Los Angeles Times*, 16 de octubre de 1982.

BBC, «El placer de descubrir», 1981.

BBC, entrevista: «Hablando científicamente», abril de 1976.

BBC, entrevista: «Una nueva fuerza en la naturaleza».

BBC, entrevista: «Más allá de las teorías actuales».

BBC, «Extrañeza menos tres», 1964.

BBC, «Horizonte: La caza del cuark», mayo de 1974.

BBC, serie de televisión *Qué divertido imaginar*, 1983.

California Tech, periódico de los estudiantes de Caltech, octubre de 1965.

Centenario del MIT, «Conferencia de nuestra época», diciembre de 1961.

Charla en el CERN, diciembre de 1965.

Charla en la Universidad de California en Santa Bárbara, «Los Álamos desde abajo», febrero de 1975.

Comité de discusión, Congreso de Física de Partículas, Irvine, California, 1971.

Conferencia en el MIT, mayo de 1981: «Simular la física mediante ordenadores», *International Journal of Theoretical Physics*, 21.

Conferencia en el 14.º Congreso Nacional de la Asociación de Profesores de Ciencias, «¿Qué es la ciencia?», abril de 1966.

Conferencia sobre partículas en Caltech, 1973.

Conferencias en la Universidad de Berkeley, «Tiempo y física en la historia

evolutiva», primavera de 1968.

Correspondencia y notas personales inéditas.

Discurso de aceptación de la Medalla Oersted, 1972.

«El comportamiento cualitativo de la teoría de Yang-Mills en 2+1 dimensiones», enero de 1981.

«El culto al cargamento en la ciencia», discurso inaugural en Caltech, 1974.

«El culto de Richard Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 2 de diciembre de 2001.

«Electrodinámica cuántica: ajustes de reflexión y transmisión», conferencias *sir Douglas Robb*, Universidad de Auckland, 1979.

«Electrodinámica cuántica: nuevos interrogantes», conferencias *sir Douglas Robb*, Universidad de Auckland, 1979.

«Electrodinámica cuántica: fotones, corpúsculos de luz», conferencias *sir Douglas Robb*, Universidad de Auckland, 1979.

«El extraordinario Dr. Feynman», *Los Angeles Times Magazine*, 20 de abril de 1986.

«El problema de enseñar física en Latinoamérica», 1963.

«El valor de la ciencia», diciembre de 1955.

Entrevista de Alvin V. Tollestrup por David A. Valone el 23 de diciembre de 1994, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Barry C. Barish por Shirley K. Cohen el 21 de julio de 1998, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Barry C. Barish por Shirley K. Cohen, mayo-julio de 1998, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Bill Stout para *Viewpoint* y para KNX Television, hacia 1959.

Entrevista de Carl Anderson por Harriett Lyle, 9 de enero-8 de febrero de 1979, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Carl Anderson por Harriett Lyle, 30 de enero de 1979, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Carver Mead por Shirley K.Cohen, 17 de julio de 1996, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Charles A. Barnes por Heidi Aspaturian, julio-agosto de 1987, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista con Charles Weiner, 4 y 5 de marzo y 27 y 28 de junio de 1966; 4 de febrero de 1973, Biblioteca y Archivos de Niels Bohr en el Centro para la Historia de la Física.

Entrevista de David S. Wood por Shirley K.Cohen, 25 de mayo de 1994, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de David S. Wood por Shirley K.Cohen, junio de 1994, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Fred Anson por Shirley K.Cohen, 26 de febrero de 1997, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Hans A. Bethe por Judith R.Goodstein, 17 de febrero de 1982, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de James A. Westphal por Shirley K.Cohen, 8-29 de julio de 1998, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Jenijoy La Belle por Heidi Aspaturian, febrero-mayo de 2008 y abril de 2009, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de John Rigden por el Dr. Dudley Herschbach, 21 de mayo de 2003, Instituto Americano de Física, College Park, MD, www.aip.org/history/ohist.

Entrevista de John Wheeler por Kenneth W.Ford, 15 de marzo de 1994, Instituto Americano de Física, College Park, MD, www.aip.org/history/ohist.

Entrevista de Joseph Heller por Shelley Erwin, 5 de mayo de 2010, Archivos

de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Philip Morrison por Charles Weiner, 7 de febrero de 1967, Instituto Americano de Física, College Park, MD, www.aip.org/history/ohist.

Entrevista de Robert F. Christy por Sara Lippincott, junio de 1994, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Robert Hellwarth por Joan Bromberg, 28 de mayo de 1985, Instituto Americano de Física, College Park, MD, www.aip.org/history/ohist.

Entrevista de Rodman W. Paul por Carol Bugé, 17 de febrero de 1982, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Samuel Epstein por Carol Bugé, 19 y 26 de diciembre de 1985 y 10 de enero de 1986, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Seymour Benzer por Heidi Aspaturian, 11 de septiembre de 1990-febrero de 1991, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Steven C. Frautschi por Shirley K.Cohen, 17 de junio de 2003, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Theodore Y. Wu por Shirley K.Cohen, febrero-marzo de 2002, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Thomas A. Tombrello por Heidi Aspaturian, 26-31 de diciembre de 2010, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Valentine L. Telegdi por Sara Lippincott, 4 y 9 de marzo de 2002, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista de Werner Heisenberg por Thomas S.Kuhn, 13 de febrero de 1963, Instituto Americano de Física, College Park, MD, www.aip.org/history/ohist.

Entrevista de William A. Fowler por John Greenberg y Carol Bugé, mayo de 1983-mayo de 1984, Archivos de Historia Oral de Caltech.

Entrevista en *Future for Science*, R.P. Feynman Papers, Archivos del Instituto de Tecnología de California.

Entrevista en la televisión sueca a los ganadores del premio Nobel, 1965.

Entrevista en *Omni*, febrero de 1979.

Entrevista en *U. S. News and World Report*, febrero de 1985.

«Estructura del protón», conferencia de la Medalla Niels Bohr impartida en Copenhague, Dinamarca, octubre de 1973.

Eugene Wigner, citado por Robert Oppenheimer en una carta al profesor Raymond Birge el 4 de noviembre de 1943, Universidad de California, Berkeley.

«Feynman: Frustrado por el lento ritmo de la investigación», *Pasadena Star-News*, 29 de enero de 1989.

Feynman Lectures on Computation, Richard P.Feynman, editado por Tony Hey y Robin W.Allen, Perseus Publishing, Nueva York, 1996.

Feynman Lectures on Gravitation, Richard P.Feynman, editado por Fernando B.Morinigo y William G.Wagner, Addison-Wesley Publishing, Boston, 1995.

Feynman Lectures on Physics, Richard P.Feynman, editado por Robert B.Leighton y Matthew Sands, Addison Wesley, Boston, 1963. [Hay trad. española: *Física*, Fondo Educativo Interamericano, Bogotá, 1971-1972].

«Feynman llama la atención a la NASA», *Pasadena Star-News*, 11 de junio de 1986.

Feynman's Tips on Physics, Richard P.Feynman, editado por Michael A.Gottlieb y Ralph Leighton, Basic Books, Nueva York, 2013.

Great American Scientists, Prentice Hall, Editors of Fortune, Nueva Jersey, 1960.

«Hay mucho espacio en el fondo», diciembre de 1959.

Informe de la Comisión Presidencial sobre el accidente de la lanzadera espacial *Challenger*, volumen 2, apéndiceF, junio de 1986.

Julian Schwinger, en su obituario de Feynman, febrero de 1989, *Physics Today*.

«La época acientífica», serie de conferencias John Danz, 1963.

«La incertidumbre de la ciencia», serie de conferencias John Danz, 1963.

«La incertidumbre de los valores», serie de conferencias John Danz, 1963.

«La leyenda de Feynman», *The Los Angeles Times*, 17 de febrero de 1988.

«La masa varía con la posición», *Física*, 230, 1987 (artículos de R.P. Feynman, Archivos del Instituto de Tecnología de California).

«La relación entre ciencia y religión», *Engineering and Science*, mayo de 1956.

«La situación actual en electrodinámica cuántica», Congreso Solvay, 1961.

«Las máquinas computadoras del futuro», Lección Conmemorativa Nishina, agosto de 1985.

Lección Esalen, «Ordenadores de dentro afuera», Instituto Esalen, producida por Faustin Bray/Sound Photosynthesis Mind@Large Catalog.

Lección Esalen, «Visión de la realidad desde la mecánica cuántica» (1.^a parte), Instituto Esalen, producida por Faustin Bray/Sound Photosynthesis Mind@Large Catalog, Z440-07, 1984.

Lección Esalen, «Visión de la realidad desde la mecánica cuántica» (2.^a parte), Instituto Esalen, producida por Faustin Bray/Sound Photosynthesis Mind@Large Catalog, Z440-07, 1984.

Lecciones Conmemorativas Dirac, «La razón para las antipartículas», 1986.

Les prix Nobel en 1965 [Fundación Nobel], Estocolmo, 1966.

Nobel Lectures, Physics 1963-1970, Elsevier, Ámsterdam, 1972.

No Ordinary Genius, The Illustrated Richard Feynman, editado por Christopher Sykes, W.W. Norton, Nueva York, 1994.

Notas para el programa *Sobre el tiempo*, 1957.

«Nuevos libros de texto para las “nuevas” matemáticas», *Engineering and*

Science, 28, 6, marzo de 1965.

Obituario en el *New York Times*, 17 de febrero de 1988.

«Ordenadores diminutos que obedecen leyes mecánicas cuánticas», *New Directions in Physics: The Los Alamos 40th Anniversary Volume*, 1987.

Pasadena Star-News, opinión, 18 de junio de 1986.

People, 22 de julio de 1985.

Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track, Richard P. Feynman, editado por Michelle Feynman, Basic Books, Nueva York, 2005 [Hay trad. española: ¡Ojalá lo supiera! *Las cartas de Richard P. Feynman*, Crítica, Barcelona, 2006].

Programa de Yorkshire Television *Consideremos el mundo desde otro punto de vista*, 1972.

QED: The Strange Theory of Light and Matter, Richard P. Feynman, Princeton University Press, Princeton, 1985. [Hay trad. española: *Electrodinámica cuántica. La extraña teoría de la luz y la materia*, Alianza Editorial, Madrid, 1988].

Registro sonoro de una conferencia sobre relatividad, Laboratorio Douglas de Investigación Avanzada, 1967.

Reunión anual de la Sociedad Física de América, 1950.

Simposio Galileo, «Cuál es y cuál debería ser el papel de la cultura científica en la sociedad moderna», septiembre de 1964.

South Shore Record, 28 de octubre de 1965.

Surely You're Joking, Mr. Feynman!, Richard P. Feynman y Ralph Leighton, ed. por Edward Hutchings. W.W. Norton, Nueva York, 1985. [Hay trad. española: *¿Está Ud. de broma, Sr. Feynman? Aventuras de un curioso personaje tal como le fueron referidas a Ralph Leighton*, Alianza Editorial, Madrid, 2010].

Taller Esalen, «Máquinas minúsculas», Instituto Esalen, producida por Faustin Bray/Sound Photosynthesis Mind@Large Catalog.

«Teoría y aplicaciones de los circuitos superconductores de Mercereau»,

octubre de 1964.

The Character of Physical Law, Richard P.Feynman, MIT Press, Cambridge, 1965. [Hay trad. española: *El carácter de la ley física*, Tusquets, Barcelona, 2000].

The Meaning of it All. Thoughts of a Citizen Scientist, Addison-Wesley, Boston, 1963. [Hay trad. española: *Qué significa todo eso. Reflexiones de un científico-ciudadano*, Crítica, Barcelona, 1999].

The pleasure of finding things out, Perseus Publishing, Nueva York, 1999 [Hay trad. española: *El placer de descubrir*, Crítica, Barcelona, 2000].

Tom Stoppard, «El punto de vista del escenario», *New York Times*, 27 de noviembre de 1994.

What Do You Care What Other People Think?, Richard P.Feynman y Ralph Leighton, W.W. Norton, Nueva York, 1988. [Hay trad. española: *¿Qué te importa lo que piensen los demás? Nuevas aventuras de un curioso personaje como le fueron referidas a Ralph Leighton*, Richard P.Feynman y Ralph Leighton, Alianza Editorial, Madrid, 2011].



MICHELLE FEYNMAN es la hija de Richard Feynman. Graduada en Art Center College of Design, Michelle es un fotógrafa freelance.

Notas

[1] Carl Sagan, *Un punto azul pálido*, Planeta, Barcelona, 2003. (N. del t.).

[2] Una de las repúblicas de la Federación Rusa. (N. del t.).

[3] En la versión española se ha intentado reducir al mínimo dichas transgresiones, pero como buena parte de las citas proceden de registros sonoros transcritos literalmente, ello no siempre ha sido posible. (N. del t.).

[4] Richard P. Feynman y Ralph Leighton, *¿Está Ud. de broma, Sr. Feynman? Aventuras de un curioso personaje tal como le fueron referidas a Ralph Leighton*, Alianza Editorial, Madrid, 2010. (N. del t.).

[5] Richard P. Feynman, *¡Ojalá lo supiera! Las cartas de Richard P. Feynman*, Crítica, Barcelona, 2006. (N. del t.).

[6] Richard P. Feynman y Ralph Leighton, *¿Qué te importa lo que piensen los demás? Nuevas aventuras de un curioso personaje como le fueron referidas a Ralph Leighton*, Alianza Editorial, Madrid, 2011. (N. del t.).

[7] Villa de Long Island, Nueva York. (N. del t.).

[8] Instituto de Tecnología de Massachusetts. (N. del t.).

[9] Instituto de Tecnología de California. (N. del t.).

[10] Ted Welpin, un amigo de la época. (N. del t.).

[11] Richard P. Feynman, *Física*, Fondo Educativo Interamericano, Bogotá, 1971-1972. (N. del t.).

[12] Richard P. Feynman, *El carácter de la ley física*, Tusquets, Barcelona, 2000. (N. del t.).

[13] Pueblo en las montañas de Colorado. (N. del t.).

[14] Richard P. Feynman, *Electrodinámica cuántica. La extraña teoría de la luz y la materia*, Alianza Editorial, Madrid, 1988. (N. del t.).

[15] Ciegos. (*N. del t.*).

[16] El modelo del partón lo propusieron Feynman y James Bjorken en la década de 1960 para abordar los nuevos descubrimientos en la colisión de hadrones. (*N. de la c.*).

[17] Canciones que fueron grandes éxitos en épocas distintas: «The Purple People Eater», de Sheb Wooley, y «Hound Dog», de Elvis Presley, en la década de 1950; «Flat Foot Floogie (with a Floy Floy)», de Gaillard y Stewart, y «The Music Goes Round and Round», de Tommy Dorsey, en la década de 1930; «Come Josephine in My Flying Machine», en la década de 1910, y «I'd like to get you on a slow boat to China», en las de 1940 y 1950. (*N. del t.*).

[18] Alexandre Alekhine, uno de los mejores jugadores de ajedrez de todos los tiempos. (*N. del t.*).

[19] K. C. Cole, *El universo y la taza de té. Las matemáticas de la verdad y la belleza*, Ediciones B, Barcelona, 1999. (*N. del t.*).

[20] CP son las siglas en inglés de paridad de carga. Los físicos creían antaño que las leyes de la física para una partícula y una antipartícula son las mismas mientras se haga que las partículas sean simétricas con respecto a la posición, pero James Cronin y Val Fitch descubrieron en 1964 que esta creencia era incorrecta, lo que hizo que se les concediera en 1980 el premio Nobel de Física.

[21] La comisión que estudió las causas del accidente de la lanzadera espacial *Challenger*. (*N. del t.*).

[22] Universidad del Sur de California. (*N. del t.*).

[23] *Friend*. (*N. del t.*).

[24] ¡Gracias! (*N. del t.*).