

Prefacio

La publicación de *¿Está Ud. de broma, Sr. Feynman?* hace necesario explicar aquí un par de cosas.

Primera, aunque el personaje de este libro es el mismo de entonces, las «aventuras de un curioso personaje son aquí un tanto diferentes: aunque las hay ligeras y las hay trágicas, es seguro que el Sr. Feynman casi nunca está de broma...si bien muchas veces resulta difícil saberlo.

En segundo lugar, la ilación de las historias de este libro es más laxa que en «*Está Ud. de broma...*», Donde fueron dispuestas cronológicamente para darles apariencia de orden (lo cual produjo en algunos lectores la errónea impresión de que se trataba de una autobiografía.

Los motivos que me inspiran son sencillos: desde que empecé a oír anécdotas de Feynman, he sentido siempre un fuerte deseo de compartirlas con otras personas.

Finalmente, a diferencia de las anteriores, pocas de estas historias me fueron referidas durante sesiones de tambor. Desarrollaré este aspecto en el breve resumen siguiente.

La primera parte, «Un curioso personaje», comienza describiendo la influencia de quienes más conformaron la personalidad de Feynman —su padre, Mel, y su primer amor, Arlene. La primera historia es adaptación de «*The Pleasure of Finding Things Out*», (El placer del descubrimiento), un programa de la BBC producido por Christopher Sykes. A Feynman le resultaba penoso referir la historia de Arlene, de la cual ha sido tomado el título de este libro. Por ello, fue ensamblada a lo largo de los últimos diez años, a partir de fragmentos de seis historias diferentes. Cuando por fin quedó completa, Feynman la encontró especialmente de su agrado, y estuvo gozosamente dispuesto a compartirla con otros.

Las otras historias de Feynman de que consta la primera parte, más ligeras de tono en general, figuran aquí porque ya no podrá haber un segundo volumen de «*Está Ud. de broma...*». Feynman estaba particularmente orgulloso de «Tan sencillo como contar», que tuvo en ocasiones intención de publicar con carácter de artículo de psicología. Las cartas del último capítulo de la primera parte me fueron amablemente facilitadas por Gweneth Feynman, Freeman Dyson y Henry Bethe.

La segunda parte, «El Sr. Feynman va a Washington» es, por desdicha, la última de sus aventuras. La historia es particularmente larga porque su contenido aún conserva actualidad. (Han aparecido versiones abreviadas en *Engineering and Science* y en *Physics Today*). No fue publicada antes porque Feynman hubo de sufrir su tercera y cuarta operaciones quirúrgicas —más radiación, hipertermia y otros tratamientos— después de prestar servicios en la Comisión Rogers.

La batalla de Feynman contra el cáncer, que se prolongó todo un decenio, dio fin el 15 de Febrero de 1988, dos semanas después de impartir su última clase en Caltech.

He querido incluir uno de sus más elocuentes e inspiradores discursos, titulado «El valor de la ciencia», a modo de epílogo.

Ralph Leighton

Marzo de 1988

Parte 1

UN CURIOSO PERSONAJE

1. Así se hace un científico

Tengo un amigo pintor; a veces sostiene opiniones que no comparto. Toma una flor y te dice, «Mira qué hermosa es», y yo me muestro de acuerdo. Pero entonces añade, «Yo, como pintor que soy, puedo ver cuán hermosa es una flor. En cambio tú, como científico, la analizas y haces pedazos, y su belleza se esfuma». A mí me parece que está un poco chiflado.

Ante todo, la belleza que él ve está al alcance de otras personas, y también de mí, estoy seguro. Aunque es muy posible que estéticamente yo no sea tan refinado como él, sé apreciar la belleza de una flor. Pero, al mismo tiempo, veo en la flor mucho más que él. Puedo imaginarme las células de su interior, que también tienen una cierta belleza. Pues no sólo hay belleza a la dimensión de centímetros; existe igualmente belleza en dimensión mucho menor.

Están las complicadas acciones de las células y otros procesos. El hecho de que el colorido de las flores haya evolucionado con el fin de atraer insectos que las polinicen es interesante: comporta que los insectos pueden ver los colores. Lo cual plantea una cuestión: ¿existe también en los seres inferiores el sentido estético que nosotros poseemos? Del conocimiento de la ciencia emanan toda clase de preguntas interesantes, que aportan a la flor misterio, excitación y sobrecogida admiración. La ciencia siempre suma. No se me alcanza cómo puede restar.

Ya desde niño he sido muy parcial en lo tocante a la ciencia. Cuando era más joven concentré en ella casi todo mi esfuerzo. En aquellos tiempos no tenía tiempo, ni tampoco mucha disposición, para aprender lo que se conoce por «humanidades». A pesar incluso de que había en la universidad cursos de humanidades, que era preciso aprobar para graduarse, hice todo cuanto pude por escapar de ellos. Sólo más tarde, más maduro y relajado, me he dispersado un poquito. He aprendido a dibujar y he leído un poquitín, pero la verdad es que sigo siendo una persona muy polarizada y lo que sé no es gran cosa. Mi inteligencia es limitada y yo la utilizo en una dirección concreta.

Antes de nacer yo, mi padre le dijo a mi madre, «Si es chico, será científico»

Siendo yo un mocosuelo muy pequeñín, sentadito en mi silla alta, mi padre trajo a casa un montón de baldosines de cuarto de baño, de diversos colores. Jugábamos con ellos. Mi padre los colocaba verticalmente, como dominós, y yo derribaba el de un extremo para ver cómo se caían todos.

Después, pasado algún tiempo, yo le ayudaba a colocarlos. Muy pronto estuvimos disponiéndolos de formas más complicadas: dos losetas blancas y una azul, dos blancas y una azul, y así sucesivamente. Cuando mi madre vio aquello, dijo: «Deja en paz al pobre niño. Si le apetece poner una azul, que la ponga.»

Pero mi padre dijo, «No, quiero hacerle ver cómo son las regularidades y lo muy interesantes que son. Es una especie de matemática elemental». Así que comenzó muy pronto a hablarme del mundo y de lo interesante que es.

Teníamos en casa la Enciclopedia Británica. De pequeño, mi padre solía sentarme en sus rodillas y leerme fragmentos de la Británica. A lo mejor estaba leyéndome sobre los dinosaurios. La enciclopedia hablaba por ejemplo del *Tyrannosaurus rex*, y decía algo así como, «Este dinosaurio tiene siete metros y medio de alto y su cabeza, un metro ochenta de ancha.»

Entonces mi padre interrumpía la lectura y decía, «Bueno, veamos ahora qué significa eso. Quiere decir que si el dinosaurio estuviera en el jardincito que hay delante de casa, sería lo bastante alto para meter la cabeza por nuestra ventana, aquí arriba». (Estábamos en el segundo piso.) «Pero la cabeza sería demasiado ancha para entrar por el hueco». Procuraba traducir a alguna realidad todo cuanto me leía.

Resultaba apasionante y muy, muy interesante, pensar que hubiera animales de semejante magnitud, que todos hubieran muerto y que nadie supiera por qué. A mí no me daba miedo el que a consecuencia de esto pudiera llegar uno hasta mi ventana. En cambio, aprendí de mi padre a traducir; en todo cuanto leo procuro averiguar lo que de verdad significa, lo que realmente se está diciendo.

Solíamos ir a los Montes Catskill, que era un lugar frecuentado por la gente de Nueva York durante el verano. Los padres de familia tenían todos que volver a la ciudad, a trabajar, y sólo pasaban allí los fines de semana.

En los fines de semana, mi padre me llevaba de paseo por los bosques y me contaba las muchas cosas interesantes que ocurrían en ellos. Cuando las otras

madres vieron aquello, les pareció algo maravilloso y pensaron que los demás padres deberían también llevar a sus hijos de paseo. Trataron de convencerles, pero al principio no consiguieron nada. Entonces quisieron que mi padre se llevase a todos los chiquillos, pero él no aceptó, porque tenía conmigo una relación muy especial. La cosa acabó en que los otros padres tuvieron que sacar de paseo a sus hijos el fin de semana siguiente.

El lunes, después de que todos los padres hubieran vuelto al trabajo, nosotros los niños estábamos jugando en un campo. Uno de los chicos va y me dice, «¿Ves aquel pájaro? A ver, ¿qué clase de pájaro es ése?»

Yo respondí, «No tengo la menor idea de qué clase de pájaro es ése.»

Y el otro dice, «Es un tordo petimarrón. ¡Tu padre no te enseña nada!»

Pero era exactamente lo contrario. El ya me había enseñado: «¿Ves aquel pájaro?», me decía. «Es un gorjeador de Spencer.» (Yo sabía y a que él no conocía su verdadero nombre.) «Bueno, en italiano es un Chutto Lapittida. En portugués, un Bon da Peida. En chino, es un Chun-lon-tah, y en japonés, es un Katano Tekeda. Puedes conocer el nombre de ese pájaro en todos los idiomas del mundo, pero cuando termines de aprendértelos no sabrás absolutamente nada del pajarillo. Tan sólo sabrás algo acerca de los humanos de diferentes lugares: cómo le llaman al pájaro. Así que observemos el pájaro y veamos qué está haciendo, eso es lo que importa.

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

Me decía, «Por ejemplo, fíjate: el pájaro está constantemente picando entre sus plumas. ¿Ves cómo hace, ves que va caminando y al mismo tiempo picándose el plumaje?»

«Sí.»

Y entonces me preguntaba, «¿Por qué piensas que los pájaros se picotean entre las plumas?»

«Bueno», respondía yo, «a lo mejor es que se les desordenan al volar, y luego vuelven a colocárselas con el pico.»

«Muy bien», me decía, «Si así fuera, se picarían las plumas justo después de haber estado volando. Entonces, después de haber estado un rato posados en el suelo, ya no se las picarían tanto. ¿Entiendes lo que quiero decir?»

« Sí.»

«Fijémonos a ver si se picotean más cuando se posan en el suelo.»

Era difícil de decir: no parecía haber mucha diferencia entre los pájaros que llevaban un ratito andando por el suelo y los que acababan de aterrizar. Así que dije, «Me rindo. ¿Por qué se pican los pájaros las plumas?»

«Porque les molestan los piojos», me contesta. «Los piojos se comen los copos de proteínas que se desprenden de las plumas.»

Y continuo, «Cada piojo tiene en las patas una sustancia cerosa, que sirve de alimento a otros ácaros más pequeños. Los ácaros no pueden digerirla por completo, por lo que emiten por su extremo posterior una sustancia parecida al azúcar, donde se crían bacterias.»

Finalmente me dice, «Así que ya ves, allí donde hay una fuente de sustento hay alguna forma de vida que la descubre y la aprovecha.»

Ahora, yo sabía que tal vez no fueran exactamente piojos lo que tuviera el pájaro, que tal vez no fuera del todo exacto que en las patas del piojo se criasen ácaros.

Esa historia era, probablemente, incorrecta en detalle, pero la explicación era correcta en principio.

En otra ocasión, siendo yo mayor, arrancó una hoja de un árbol. Tenía esta hoja un defecto, algo en lo que no solemos fijarnos. La hoja daba la impresión de estropeada; tenía una pequeña línea marrón en forma de C, que arrancaba más o menos del centro de la hoja y se dirigía hacia el borde formando un rizo.

«Fíjate en esta línea marrón», me dice. «Es estrecha al principio, y se va ensanchando conforme avanza hacia el borde. La causa de esto es una mosca, una mosca azul, de ojos amarillos y alas verdes, que ha venido y ha puesto un huevo en esta hoja. Después, cuando el huevo hace eclosión, sale una larva (un ser parecido a una oruga), que se pasa toda la vida comiéndose esta hoja —porque en ella es donde encuentra su comida. Conforme se la va comiendo va dejando en pos un rastro de hoja comida. Y al crecer la larva, el rastro se ensancha, hasta que crece al tamaño máximo cuando llega al extremo de la hoja, donde se convierte en una mosca —una mosca azul, de ojos amarillos y alas verdes— que se aleja volando y pone un huevo en otra hoja.»

Lo mismo que antes, yo sabía que los detalles no eran exactamente correctos —

podía incluso haber sido un escarabajo—pero la idea que estaba tratando de comunicarme era la parte amena de la vida: que toda ella consiste en la reproducción. Poco importa cuán complicado sea el asunto, lo fundamental es hacerlo otra vez!

Careciendo yo de experiencia con muchos padres, no me daba cuenta de lo muy notable que era el mío. ¿Cómo pudo aprender los principios profundos de la ciencia y adquirir el amor por ella, lo que se encuentra tras ella, el por qué de su valor y su importancia? Nunca se lo pregunté, porque daba por supuesto, sencillamente, que eran ésas cosas que los padres sabían.

Mi padre me enseñó a fijarme en las cosas. Un día estaba yo jugando con un «vagón expreso», que era una especie de carrito o vagoneta provisto de barandilla todo a su alrededor. Tenía dentro una pelota, y cuando tiraba del vagón, observé algo referente al movimiento de la pelota. Me fui a mi padre y le dije, «Oye, papá, me he fijado en una cosa. Cuando tiro del vagón, la pelota rueda hasta el fondo del carrito. Y cuando lo estoy arrastrando y me paro de pronto, la bola rueda hasta la parte delantera. ¿Por qué es eso?»

«Eso, nadie lo sabe», me respondió. «El principio general es que las cosas que están en movimiento tienden a seguir moviéndose, y las cosas inmóviles tienden a quedarse quietas, a menos que se las empuje con fuerza. Esa tendencia se llama "inercia", pero nadie sabe por qué es verdadera». Ahora, eso se llama comprender las cosas a fondo. Mi padre no se limitó a darme un nombre.

Y siguió diciendo, «Si se mira desde el costado, verás que es el fondo del vagón lo que empujas contra la pelota, y que la bola se está quieta. En realidad, a causa del rozamiento, la pelota ha empezado ya a moverse un poquito con relación al suelo. La bola no se mueve hacia atrás.»

Volví corriendo con mi vagoncito, coloqué otra vez la pelota y tiré del vagón. Al mirar desde el costado, comprobé que mi padre, efectivamente, tenía razón. Con respecto a la acera, la pelota se había movido un poquitín.

Así es como fui educado por mi padre, con ejemplos y explicaciones como aquellos. No había presión; sólo explicaciones amables e interesantes. Me han motivado para el resto de mi vida, y me han hecho interesarme por todas las ciencias. (Lo que pasa es que soy más diestro haciendo física.)

He sido atrapado, por así decirlo —lo mismo que alguien a quien se le ha dado de niño algo maravilloso, y luego se pasa la vida buscándolo otra vez. Estoy siempre buscando, como un niño; buscando las maravillas que sé que he de encontrar —no siempre, quizás, pero sí de vez en cuando.

Más o menos por entonces, mi primo, que era tres años mayor que yo, estaba haciendo el último año de secundaria. El álgebra le resultaba de una dificultad considerable, por lo que fue preciso ponerle profesor particular.

A mí me dejaban quedarme sentado en un rincón mientras el profesor trataba de enseñarle álgebra a mi primo. Yo les oía hablar de «x».

Le dije a mi primo, «¿Qué tratas de hacer?»

«Estoy tratando de averiguar cuánto vale x , como en $2x + 7 = 15$ ».

Yo le digo, «Quieres decir 4.»

«Sí, pero tú lo hiciste por aritmética. Hay que hacerlo por álgebra.»

Aprendí álgebra pero, afortunadamente, no fue yendo a la escuela, sino porque descubrí un viejo texto escolar de mi tía allá en el ático, gracias al cual comprendí que lo importante es averiguar cuánto vale la x , y que es indiferente cómo se haga.

Para mí no había diferencia entre hacerlo «por aritmética» y hacerlo «por álgebra».

«Hacerlo por álgebra» consistía en aplicar un sistema de reglas, que seguidas ciegamente producían la solución: «restar 7 de ambos miembros; si hay coeficiente, dividir los dos términos por el coeficiente», y así sucesivamente —una serie de pasos mediante los cuales podía uno obtenerla solución aunque no comprendiera qué se pretendía hacer. Las reglas habían sido inventadas con el fin de que todos los niños que tienen que estudiar álgebra puedan aprobarla todos. Y por eso mi primo nunca fue capaz de hacer cálculos algebraicos.

Había en la biblioteca local una serie de libros de matemáticas que empezaban por Aritmética para personas prácticas. Después venía Algebra para personas prácticas y Trigonometría para personas prácticas. (Yo aprendí trigonometría con ese libro, pero pronto la olvidé, porque no la comprendía muy bien). Cuando tenía yo unos trece años, la biblioteca estaba a punto de recibir Cálculo diferencial para personas prácticas. Para entonces ya sabía, por haberlo leído en la enciclopedia, que el cálculo diferencial era una materia de importancia e interés, y que yo debía aprenderlo.

Cuando por fin vi el libro de cálculo en la biblioteca, me entró una gran inquietud. Fui a pedírselo a la bibliotecaria, pero ella me miró y me dijo, «No eres más que un niño. ¿Para qué te vas a llevar este libro?»

Fue una de las pocas veces en que tanta incomodidad me han hecho sentir que he mentado. Dije que era para mi padre.

Me llevé el libro a casa y comencé a estudiar el cálculo diferencial en él. Me pareció relativamente sencillo y directo.

Mi padre empezó a leerlo, pero lo encontró confuso y no logró entenderlo. Así que intenté explicarle el cálculo diferencial. No sabía yo que él fuera limitado, y eso me irritó un poquito. Por primera vez me daba cuenta de que en ciertos aspectos había aprendido más que él.

Además de la física —fuese correcta o no—, otra de las enseñanzas de mi padre consistió en hacerme desdeñar cierta clase de cosas. Por ejemplo, cuando yo era pequeño, él me sentaba en sus rodillas y me mostraba los fotograbados del New York Times, que eran las figuras impresas que acababan de aparecer en los periódicos.

En una ocasión estábamos mirando una imagen del Papa, con todo el mundo inclinándose ante él. Mi padre dijo, «Fíjate ahora en esos humanos. Fíe aquí un humano plantado ahí en medio, y todos los demás doblándose ante él. ¿Y en qué consiste la diferencia? En que éste es el Papa» —por la razón que fuere, mi padre odiaba al Papa— «y toda la diferencia es esa especie de sombrero que lleva.» (Si se trataba de un general, la diferencia serían las charreteras. Siempre era la vestimenta, el uniforme, la posición.) «Pero», dijo, «este hombre tiene los mismos problemas que todos los demás: tiene que comer, tiene que ir al aseo, como los demás. No es más que un ser humano.» (Incidentalmente, mi padre trabajaba en el negocio de confección de uniformes, por lo que sabía cuál era la diferencia entre un hombre sin uniforme y un hombre con el uniforme puesto: para él eran el mismo hombre.)

Estaba contento de mí, estoy convencido. Una vez, empero, cuando volví del MIT 1 (donde fui estudiante varios años), me dijo, «Ahora que eres una persona bien enterada de estos asuntos, hay una cuestión que siempre se me ha planteado y que nunca he entendido muy bien.»

Le pregunté qué cuestión era ésa.

Me dijo, «Según entiendo, cuando un átomo efectúa una transición de un estado a otro emite una partícula de luz, llamada fotón.»

«Así es», le respondí.

Me dice entonces, «¿Y está previamente el fotón en el átomo?»

«No, el fotón no está de antemano.»

«Bueno», me dice, «¿de dónde sale, entonces? ¿Cómo es que sale?»

Me esforcé en explicárselo, en explicarle que el número de fotones no se conserva; que son creados justamente por el movimiento del electrón —pero no conseguí explicárselo muy bien. Dije, «Es como el sonido que estoy produciendo ahora: no se hallaba previamente en mí.» (No le pasa así a mi niño pequeño, quien súbitamente anunció un buen día que ya no podía decir una cierta palabra —palabra que resultó ser «gato» —porque en su «saco de palabras» se le había acabado esa palabra.

No hay un saco de palabras que haga que las palabras se agoten al ir saliendo de él; de igual manera, no hay en los átomos un «saco de fotones.»)

No quedó satisfecho conmigo en ese aspecto. Jamás pude explicarle ninguna cosa que él no comprendía por sí mismo. Mi padre no tuvo éxito en eso: me envió a todas aquellas universidades para averiguar aquellas cosas, pero nunca llegó a poder saberlas.

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

2. ¿Qué te importa lo que piensen los demás?

Siendo yo un mozalbete, más o menos de trece años, me enredé con un grupo de muchachos algo mayores que yo y más sabidillos. Conocían a un montón de chicas, con las cuales solían salir. Muchas veces, a la playa.

En cierta ocasión en que estábamos en la playa, sucedió que casi todos los chicos se fueron con las mozas a un rompeolas. Yo estaba un poquito interesado por una chica en particular, y me parece que pensé en voz alta «¡Jo, ya me gustaría ir al cine con Barbara...!»

Aunque eso era todo lo que tenía que decir, el chaval que está a mi lado va y se pone todo excitado. Sale corriendo por las rocas a buscar a la chica. La trae de vuelta a empujones, diciendo a voces todo el camino, «¡Bárbara, Feynman te quiere decir una cosa!». Fue de lo más embarazoso.

Bueno, enseguida todos los muchachos aquellos están apiñados a mi alrededor, diciendo, «¡Venga, Feynman, suéltalo ya! ». Así que la invité al cine. Fue mi primera cita.

Al llegar a casa se lo conté a mi madre. Ella me dio toda clase de consejos de cómo hacer esto y cómo hacer aquello. Por ejemplo, si tomábamos el autobús, yo tenía que bajar antes y ofrecerle a Bárbara mi mano. O bien, si teníamos que andar por la calle, yo tenía que ir por la parte exterior. Mi madre me explicó incluso qué clase de cosas decir. Me estaba traspasando una tradición cultural; las mujeres enseñan a sus hijos a tratar bien a la siguiente generación de mujeres.

Después de la cena, me emperejiló de pies a cabeza y me voy a buscar a Bárbara a su casa. Ella todavía no está lista (siempre pasa igual), por lo que su familia me hace esperarla en el comedor, donde están cenando con amigos... ¡un montón de gente! Dicen de mí cosas como « ¡Qué rico es! » y otros comentarios por el estilo. No me sentía nada «rico». ¡Fue absolutamente horrible!

Me acuerdo perfectamente de aquella cita. Mientras nos dirigíamos a pie hacia el cine nuevo que acababan de abrir en el pueblo, hablábamos de tocar el piano. Yo le conté que siendo más pequeño me habían hecho estudiar piano durante un tiempo, pero que después de seis meses aún seguía tocando «El baile de las margaritas », y que no podía resistir más. Y es que, ¿saben?, estaba muy ansioso por no parecer

afeminado, y tener que estar clavado durante semanas, tocando «El baile de las margaritas» era demasiado para mí, así que lo dejé.

Tan preocupado estaba por no parecer mariquita que me molestaba incluso que mi madre me enviase al mercado a comprar unos bocatinos que se llamaban «Bollitos al piper mint» o «Delicias tostadas.»

Vimos la película y la acompañé de vuelta a su casa.

Yo la felicité por los finos y bonitos que eran sus guantes. Finalmente, me despedí en la puerta de su casa.

Bárbara me dice. «Muchas gracias por haberme hecho pasar una tarde encantadora.»

«¡Bienvenida seas!», respondí yo. Me sentí fantásticamente.

En mi siguiente cita —fue con una chica distinta— yo le deseo buenas noches y ella me contesta «Muchas gracias por haberme hecho pasar una tarde encantadora.»

Ya no me sentí tan fantásticamente.

Cuando me despedí de la tercera chica con la que salí, ella abre la boca a punto de hablar, y yo digo, «Muchas gracias por haberme hecho pasar una tarde encantadora.»

Ella dice, «Muchas gracias... uh... ¡ Oh !...¡Sí...uh...yo también he pasado una tarde encantadora, muchas gracias!»

En cierta ocasión estaba en una fiesta con la panda de la playa, y uno de los chicos mayores estaba en la cocina enseñándonos a besar, valiéndose de su chica para hacernos la exhibición: «Tenéis que poner los labios así, en ángulo recto, para que no os choquen las narices», y demás detalles. Así que vuelvo a la sala de estar y busco una chica. Allá estoy yo, sentado en un sofá, rodeándola con un brazo y practicando este nuevo arte, cuando de pronto se produce un revuelo por todas partes. «¡Viene Arlene! ¡Viene Arlene ! » . Yo no sabía quién era Arlene.

Entonces alguien dice: «¡Y a está aquí! ¡Ya está aquí!» —y todo el mundo deja de hacer lo que hacía y salta para ver a esta reina. Arlene era muy guapa, y aunque yo podía comprender por qué era objeto de toda aquella admiración —bien merecida— no creía en la antidemocrática conducta de dejar de hacer lo que uno estuviera haciendo sólo porque entrase la reina.

Así que mientras todo el mundo sale corriendo a ver a Arlene, yo sigo sentado con mi chica en el sofá.

(Arlene me dijo más tarde, después de haber logrado conocerla, que ella se acordaba de aquella fiesta, donde todos eran tan agradables —excepto un tío que estaba en un rincón morreando con una chica. ¡Lo que ella no sabía es que dos minutos antes todos los demás estaban haciendo lo propio!).

La primera vez que le dirigí la palabra a Arlene fue en un baile!. Era una chica muy popular, y todo el mundo terciaba continuamente para bailar con ella. Recuerdo que pensé que también me gustaría bailar con ella, tratando de decidirme a terciar yo. Siempre tenía dificultad en ese problema: ante todo, cuando ella acababa de bailar con otro chico estaba siempre en la otra punta de la sala y resultaba demasiado complicado —así que uno espera a que ella se acerque. Entonces, cuando por fin está cerca, uno piensa, «Bueno, yo no domino este baile », y espera a que cambie la música. Cuando la música es del tipo que a uno le gusta, uno hace algo así como dar un paso al frente —al menos, uno piensa haber dado un paso para pedir cambio de pareja— justo cuando otro tipo se te cuele. Así que hay que esperar unos cuantos minutos, porque es descortés cortar demasiado pronto después de haberlo hecho otro. ¡Y para cuando han pasado esos minutos, se encuentran en el otro extremo de la sala, o ha cambiado la música, o lo que sea! Después de una buena dosis de inseguridad y de ir de acá para allá, finalmente murmuro algo relativo a que me gustaría bailar con Arlene. Uno de los tipos con los que yo me juntaba me oye y les hace un gran anuncio a los otros, «¡Eh, tíos, prestad oído! ¡Feynman quiere bailar con Arlene!». Pronto está uno de ellos bailando con Arlene y moviéndose hacia nuestro grupo. Los compañeros me empujan a la pista y por fin yo «tercio». Pueden ustedes darse cuenta de mi estado de ánimo en las primeras palabras que le dije, que por cierto no tenían segunda intención: «¿Qué se siente al ser tan popular?».

Bailamos nada más unos minutos, porque enseguida alguien terció.

Mis amigos y yo habíamos estado yendo a clases de baile, aunque ninguno de nosotros estaba dispuesto a admitirlo jamás. En aquellos días de la Depresión, una amiga de mi madre trataba de ganarse la vida enseñándonos a bailar por las tardes, en un estudio de baile que había montado en el piso de arriba. La casa tenía una

puerta trasera, y en ella había dispuesto las cosas para que los chicos jóvenes pudieran subir por atrás sin ser vistos.

De cuando en cuando se celebraba un bailecito de sociedad en el estudio de esta señora. No tuve valor para comprobar si era verdad el análisis siguiente, pero tengo la impresión de que las chicas pasaban mucho peor rato que los chicos. En aquellos tiempos, las chicas no podían pedir cambio de pareja y bailar con los chicos; eso «no estaba bien». Así que las chicas que no eran muy bonitas podían pasarse horas sentadas junto a la pared, más tristes que el infierno.

Yo pensé, «Los chicos lo tienen fácil; tienen libertad para terciar cuando quieran». Pero no era fácil. Uno puede tener «libertad», pero no el coraje, o el sentido, o lo que haga falta para relajarse y disfrutar del baile. En lugar de eso, te haces un manojo de nervios, angustiado ante la perspectiva de pedir cambio de pareja o de tener que invitar a una chica.

Por ejemplo, si se veía a una chica que no estaba bailando, y con la que te gustaría bailar, uno podía pensar, «¡Bueno! ¡Por lo menos ahora tengo una oportunidad!».

Pero de ordinario era muy difícil. La chica solía decir, «No, gracias, estoy cansada. Me parece que en esta pieza me voy a quedar sentada». Así que uno se aleja un tanto derrotado —aunque no por completo, porque a lo mejor sí que está cansada de verdad— pero cuando te vuelves se acerca algún otro chico, y ella sale a bailar con él!

A lo mejor ese chico es su novio y ella estaba esperando que viniera, o a lo mejor no le gusta tu aspecto, o es alguna otra cosa. Para ser cosa tan sencilla, resultaba muy complicada.

En cierta ocasión decidí invitar a Arlene a uno de esos bailes. Era la primera vez que salía con ella. También mis mejores amigos estaban allí; mi madre les había invitado, para que el estudio de baile de su amiga tuviera más clientes. Estos chicos eran contemporáneos míos, chicos de mi edad y de mi escuela. Harold Gast y David Leff eran tipos de inclinaciones literarias; las de Robert Stapler, en cambio, eran científicas. Pasábamos juntos muchísimo tiempo al salir del cole, paseando y discutiendo de lo divino y lo humano.

Sea como fuere, mis mejores amigos estaban en el baile, y en cuanto me vieron con Arlene me llamaron al guardarropa y dijeron, «Oye, Feynman, queremos que

comprendas que nosotros nos damos cuenta de que esta noche Arlene es tu chica, y ninguno de nosotros va a molestarte por lo que a ella respecta. Para nosotros, como si estuviera en vedado», y otras lindezas por el estilo.

¡Pero un momento más tarde, no había más que rivalidades y cambios de pareja, provocados precisamente por aquellos tíos! Aprendí entonces el significado de la frase de Shakespeare, «Creo que protestáis demasiado.»

El lector tiene que comprender cómo era yo por entonces: un personaje muy tímido, siempre incómodo, siempre inseguro, porque todo el mundo era más fuerte que yo; siempre temeroso de parecer afeminado. Todos los demás jugaban al béisbol; todos hacían toda clase de cosas atléticas. Si en algún sitio estaban jugando, se les escapaba una pelota y venía hacia mí, me quedaba petrificado, porque a lo peor tenía que devolverla... y si la lanzaba, iba a desviarse por lo menos un radián de la dirección correcta, y no iba a llegar ni a la mitad de la distancia! Entonces todos se reírían de mí. Era algo terrible; yo me sentía muy desgraciado.

Un día me invitaron a una fiesta en casa de Arlene.

Allí estaba absolutamente todo el mundo, porque Arlene era la chica más popular de la zona: ella era la número uno, la más simpática, y le caía muy bien a todos. Bueno, allá estoy yo sentado en un sillón, sin nada que hacer, cuando llega Arlene y se sienta en el brazo del sillón para hablar conmigo. Fue el comienzo de ese sentimiento de «¡Ahora sí que el mundo es verdaderamente maravilloso! ¡Alguien que me gustaba se ha fijado en mí!»

Por aquellos días, había en la sinagoga de Far Rockaway un centro juvenil para chicos judíos. Era un club grande, con muchas actividades. Había un grupo literario que escribía cuentos, que se los leían unos a otros; había un grupo teatral que preparaba y representaba obras; había un grupo científico y un grupo de arte. A mí tan sólo me interesaba lo científico, pero como Arlene estaba en el grupo de arte, también yo me apunté a eso. Allí estuve luchando con la cosa artística, aprendiendo a hacer moldes de escayola del rostro y cosas así (que me sirvieron luego, mucho más adelante en mi vida), sin más objeto que poder estar en el mismo grupo que Arlene.

Pero Arlene tenía en él un noviecito llamado Jerome, por lo que yo no tenía la menor posibilidad. Yo andaba rondando por allí, siempre en segundo término.

Un día, no encontrándome presente, alguien me propuso para presidente del club juvenil. Los mayores comenzaron a inquietarse, pues a la sazón yo era ateo declarado.

Me había criado en la religión judía. Mi familia iba a la sinagoga todos los viernes, y a mí me enviaban a lo que llamábamos «la escuela dominical»; incluso llegué a estudiar hebreo durante algún tiempo. Pero al mismo tiempo, mi padre me hablaba del mundo. Cuando yo oía al rabino referir algún milagro como el del arbusto cuyas hojas se agitaban a pesar de no haber viento, yo me esforzaba en hacer encajar el milagro dentro del mundo real y explicar el milagro por medio de fenómenos naturales.

Algunos milagros resultaban más difíciles de explicar que otros. El del arbusto era fácil. Un día, yendo de camino a la escuela oí un ruidito: aunque el viento era apenas perceptible, las hojas de un arbusto oscilaban un poquito porque se encontraban justamente en la posición adecuada para entrar en una especie de resonancia.

Y yo me dije, «¡Ajá! ¡Hete aquí una buena explicación para la visión del arbusto que tuvo Elias!».

Pero había otros milagros que nunca conseguí aclarar. Por ejemplo, estaba la historia de cuando Moisés arrojó su báculo y éste se convirtió en serpiente. No lograba imaginarme qué podrían ver los testigos que pudiera hacerles pensar que el bastón de Moisés era una serpiente.

Si me hubiera acordado de cuando era mucho más niño, la historia de Santa Claus podría haberme dado una pista. Pero a la sazón no me había causado tanto impacto como para suscitar la posibilidad de que uno debiera dudar de la veracidad de las historias que no encajan con la naturaleza. Al descubrir que Santa Claus no era real no me disgusté; por el contrario, supuso un alivio saber que la explicación del fenómeno de que tantos niños de todo el mundo recibieran regalos la misma noche era mucho más sencilla! El cuento se estaba haciendo francamente complicado," se les estaba yendo de las manos.

Lo de Santa Claus era una costumbre particular que celebrábamos en nuestra casa, y la cosa no era muy seria.

Pero los milagros de los que estaba oyendo hablar tenían conexión con cosas reales: estaba la sinagoga, a la que iba la gente todas las semanas; estaba la escuela dominical, donde los rabinos les enseñaban a los niños los milagros; era una cosa mucho más dramática. En Santa Claus no intervenían grandes instituciones como la sinagoga, que yo sabía que eran reales.

Así que todo el tiempo que estuve yendo a la escuela dominical, por una parte yo me lo creía todo, y por otra no conseguía que las piezas encajasen. Y, claro, antes o después aquello tenía que desembocar en una crisis.

La auténtica crisis debió producirse teniendo ya once o doce años. El rabino estaba contándonos una historia de la Inquisición española, en la cual los judíos sufrían horribles torturas. Nos habló de una persona determinada, llamada Ruth, nos dijo exactamente de qué se la acusaban, cuáles fueron los argumentos en su contra y en su favor, la historia entera, con pelos y detalles, como si hubiera sido recogida por el secretario del tribunal. Yo no era más que un chiquillo inocente, escuchando todo aquello, convencido de que era comentario auténtico, porque el rabino nunca había indicado que no lo fuera.

Al final, el rabino describió cómo moría Ruth en prisión: «Y cuando se estaba muriendo, ella pensaba...»

—Bla, bla, bla.

Aquello fue para mí un auténtico golpe. Terminada la lección fui a verle y le dije, «¿Cómo sabían ellos lo que Ruth pensaba cuando se estaba muriendo?»

Y él me dice, «Bueno, claro, preparamos la historia de Ruth para poder explicar más vívidamente lo que sufrieron los judíos. No era una persona de carne y hueso.»

Aquello fue demasiado para mí. Me sentí terriblemente decepcionado: yo quería una historia auténtica, no arreglada ni amañada por nadie, para poder decidir por sí mismo lo que significaba. Pero a mí me resultaba difícil discutir con adultos. Lo único que conseguía era que los ojos se me llenaran de lágrimas. Tanto me enfadó aquello que me eché a llorar.

El rabino me dijo, «¿Qué te pasa?»

Traté de explicárselo. «He estado escuchando todas esas historias, y ahora no sé, de todo lo que me ha contado, qué cosas eran verdaderas y cuáles no! ¡No sé qué hacer con todo lo que he aprendido! Yo quería explicarle que en aquel momento lo

estaba perdiendo todo, porque, por así decirlo, no estaba seguro de los datos. Yo había estado luchando y esforzándome por entender todos aquellos milagros, y ahora —ibueno, aquello resolvía un montón de milagros, desde luego! Pero me sentía desdichado.

El rabino dijo, «Si te resulta tan traumático, ¿por qué vienes a la escuela dominical?»

«Porque mis madres me envían.»

Yo nunca les hablé de aquello a mis padres, y nunca averigüé si el rabino se comunicó con ellos o no, pero mis padres nunca más me hicieron volver. Y eso era justamente antes de mi confirmación como creyente.

En cualquier caso, aquella crisis resolvió bastante rápidamente mi dificultad, en favor de la teoría de que todos los milagros eran historias preparadas para hacerle entender «más vívidamente» las cosas a la gente, aún cuando los milagros estuvieran en conflicto con los fenómenos naturales. Más a mí me parecía que la propia naturaleza era demasiado interesante para admitir que fuera distorsionada de aquel modo. Así que gradualmente llegué a desconfiar de toda la religión.

Sea como fuere, los judíos mayores habían organizado este club y todas sus actividades no sólo para sacar de la calle a los chicos, sino para interesarles por la forma de vida de los judíos. Y de resultar elegido presidente alguien como yo se hubieran encontrado en situación muy embarazosa. Para mutuo alivio suyo y mío, no lo fui ; por otra parte, el centro acabó por fallar. Ya iba de capa caída cuando me propusieron y de haber resultado elegido, sin duda me hubieran culpado a mí de su defunción.

Un día, Arlene me dijo que Jerome ya no era su novio. Ya no estaba ligada a él. Eso me animó muchísimo, iera el principio de la *esperanza*! Ella me invitó a ir a su casa, en el 154 de la Avenida Westminster, en la cercana Cedarhurst.

Cuando fui a su casa aquel día ya había caído la oscuridad, y el porche no estaba iluminado. No podía ver los números. No queriendo molestar a nadie preguntando si era la casa que buscaba, me acerqué sigilosamente y palpé los números de la puerta: 154.

Arlene tenía dificultades con los deberes de la clase de filosofía. «Estamos estudiando a Descartes», dijo. «Empieza por "Cogito, ergo sum", (Pienso, luego existo) y termina demostrando la existencia de Dios.»

«¡Imposible!», dije yo, sin pararme a pensar que estaba poniendo en tela de juicio al gran Descartes. (Era una reacción que yo había aprendido de mi padre: no tener respeto alguno a la autoridad; prescindir de quien lo dijo y en lugar de eso mirar de qué parte, adonde llega, y preguntarse a uno mismo, «¿Es razonable?»). Entonces quise saber, «¿Cómo puede llegar a deducir una cosa de la otra?»

«No lo sé», dijo ella.

«Bueno, vamos a verlo», repuse. «¿En qué consiste el razonamiento?». Así que lo estudiamos, y vemos que el axioma de Descartes, «Cogito, ergo sum» pretende decirnos que hay una cosa que no puede dudarse, a saber, la propia duda. «¿Por qué no lo dice directamente?», me quejé. «Lo único que quiere decir es que de un modo u otro, hay un hecho que conoce.»

Después prosigue diciendo cosas como, «Yo sólo puedo imaginar pensamientos imperfectos, mas lo imperfecto solamente puede ser comprendido en oposición a lo perfecto. Por consiguiente, lo perfecto ha de existir en algún lugar.» (Ahora se está abriendo camino en dirección a Dios.)

«¡De ninguna manera!», digo yo. «En ciencia se puede hablar de grados relativos de aproximación sin tener una teoría perfecta. No sé de qué va todo esto. Me parece a mí que no son más que un montón de cuentos chinos.»

Arlene me comprendió. Comprendió, cuando examinó la cuestión, que a pesar de lo muy importante e impresionante que se supone que es todo este asunto filosófico, resulta posible tomárselo a la ligera, que uno puede ir reflexionando en las palabras en lugar de preocuparse de que hubiera sido Descartes quien las dijo. «Bueno, me parece que no habrá nada de malo en ver las cosas desde otro lado», dijo ella. «Mi profesor no hace más que decirnos que toda cuestión tiene dos caras, lo mismo que tiene dos caras una hoja de papel».

«También ésa es cuestión debatible», dije yo.

«¿Qué quieres decir?»

Yo había leído en la Britannica —¡mi maravillosa Britannica!— acerca de la banda de Möbius. En aquellos días, las cosas como la cinta de Möbius no le eran tan conocidas

a todo el mundo como lo son hoy, pero sí les resultaban tan comprensibles a los chicos de entonces como a los de nuestros días. ¡La existencia de semejante superficie era tan real y manifiesta! No era una de esas resbaladizas y opinables políticas, no era nada cuya comprensión exigiese conocer la historia. Leer sobre tales cosas era como perderse en un mundo maravilloso del que nadie oía hablar; nos causa un tremendo placer no sólo por el goce de aprender la materia, sino porque su lectura nos hace sentirnos únicos.

Corté una tira de papel, le di media vuelta y la cerré formando un bucle. Arlene estaba encantada.

Al día siguiente, en clase, ella estaba al acecho de su profesor. Y, claro, como era de esperar, él sostiene en alto una hoja de papel suelta, «Toda cuestión tiene dos caras, lo mismo que hay dos caras en cada hoja de papel.» Arlene sostiene entonces en alto su propia tira de papel —retorcida media vuelta y cerrada en bucle— y dice, «Profesor, incluso eso que dice tiene dos caras: ¡hay papel que sólo tiene una cara!» El profesor y toda la clase se ponen todos nerviosos, y Arlene disfrutó tanto enseñándoles la cinta de Möbius que me parece que a partir de entonces me prestó más atención a causa de aquello.

Pero después de Jerome tuve un nuevo competidor: mi «buen amigo» Harold Gast. Arlene estaba continuamente decidiéndose por una cosa u otra. Cuando llegó el día de mi graduación en la escuela, fue con Harold al baile de gala, pero se sentó con mis padres para la ceremonia de entrega de títulos. Yo era el mejor alumno en matemáticas, el mejor en física, el mejor en química, por lo que tuve que ir y venir del estrado muchas veces durante la ceremonia, para recibir honores. Harold era el mejor en lengua inglesa y en historia y además había escrito la obra teatral de la escuela, así que aquello era muy impresionante.

Yo iba fatal en lengua inglesa. Era una asignatura que no podía aguantar. Me parecía ridículo deletrear o no correctamente las palabras, porque la ortografía inglesa no es más que un convenio humano; no tiene nada que ver con las cosas reales, con nada de la naturaleza. Cualquier palabra podría deletrearse igualmente bien de otro modo. A mí me fastidiaba al máximo toda aquella bobada de la lengua. Había una serie de exámenes llamados «Regentes», a los que tenían que someterse todos los alumnos de último año de secundaria del Estado de Nueva York. Unos

cuantos meses antes, cuando todos nosotros estábamos examinándonos de inglés en los Regentes, Harold y mi otro amigo literato, David Leff —que era redactor jefe de la revista de la escuela— me preguntaron acerca de qué libro había decidido escribir. David había elegido algo con profundas inclinaciones sociales, de Sinclair Lewis, y Harold había optado por cierto dramaturgo.

Yo dije que había elegido La isla del tesoro porque habíamos tenido que leer aquel libro en el primer año de inglés, y les conté lo que había escrito.

Se echaron a reír. «¡Chaval, con esas simplezas sobre un libro tan sencillo seguro que vas a cargar!» Había también una lista de temas para una redacción.

El que yo elegí se titulaba «La importancia de la ciencia en la aviación». Yo pensé, «¡Qué tema más bobo! ¡La importancia de la ciencia en la aviación salta a la vista!»

Estaba a punto de redactar una cosa sencilla sobre un tema idiota, cuando recordé que mis amigos literatos estaban siempre «rizando el rizo», siempre construyendo frases que sonasen complejas y refinadas. Decidí hacer la prueba, sólo por ver qué diablos pasaba. Pensé, «si los examinadores de los Regentes son tan bobos como para poner temas como la importancia de la ciencia en la aviación, lo voy a hacer.»

Así que les escribí perogrulladas como «La ciencia aeronáutica desempeña un importante papel en el análisis de los remolinos, vórtices y turbulencias que se forman en la atmósfera tras el avión...» Yo sabía que remolinos, vórtices y turbulencias son lo mismo, ¡pero al mencionar los tres suena mejor! Esa fue la única cosa que ordinariamente no hubiera hecho en el examen.

El profesor que corrigió mi examen tuvo que haber quedado impresionado por los remolinos, vórtices y turbulencias, porque obtuve un 91 en el examen —mientras que mis amigos literatos, que eligieron temas que los profesores de lengua podían juzgar más fácilmente, obtuvieron ambos 88.

Aquel año sacaron una norma nueva: si uno obtenía 90 o más en un examen de Regentes, ¡automáticamente se tenía matrícula de honor en esa materia en el momento de la graduación! Así que mientras el dramaturgo y el redactor de la revista de la escuela tuvieron que quedarse en sus asientos, aquel estudiante de física medio analfabeto es llamado una vez más al estrado a recibir su matrícula de honor en lengua inglesa!

Después de la ceremonia de graduación, Arlene estaba en el vestíbulo con mis padres y los padres de Harold cuando se nos acercó el jefe del departamento de matemáticas. Era un hombre muy fuerte —era también el encargado de aplicar los castigos en la escuela—, un tipo alto, dominante. La Sra. Gast le dice, «¡Hola, Dr. Augsberry! Soy la madre de Harold Gast. Le presento a la Sra. Feynman...»

El profesor ignora completamente a la Sra. Gast e inmediatamente se vuelve hacia mi madre. «Sra. Feynman, quiero que le conste con toda claridad que jóvenes como su hijo sólo se dan muy raramente. El Estado debería mantener a los hombres de tan gran talento. ¡Es preciso que le manden ustedes a la universidad, a la mejor que puedan permitirse!». A él le preocupaba que mis padres pudieran estar pensando en no enviarme a la universidad, porque en aquellos tiempos eran muchísimos los chicos que tenían que buscarse un trabajo inmediatamente después de graduarse en la escuela, para ayudar a la familia.

Lo cual, en efecto, le ocurrió a mi amigo Robert. También él tenía un laboratorio, y me había enseñado todo sobre lentes y óptica. (Un día sufrió un accidente en su laboratorio. Estaba abriendo una botella de ácido fénico; la botella se le escapó de las manos, y se le derramó algo de ácido sobre la cara. Fue al médico y hubo de llevar el rostro vendado durante unas semanas. Lo más curioso fue que cuando le retiraron las vendas tenía la piel lisa y suave por debajo, más fina y tersa de lo que había sido antes, con muchos menos granos y defectos. He averiguado después que se usó durante cierto tiempo una especie de tratamiento de belleza que utilizaba ácido fénico, pero más diluido). La madre de Robert era pobre, y él tuvo que ponerse a trabajar enseguida para ayudarla, por lo que no pudo continuar con su interés por las ciencias.

En cualquier caso, mi madre tranquilizó al Dr. Augsberry: «Estamos ahorrando lo más que podemos, y procuraremos mandarle a Columbia o al MIT ¹..» Y Arlene lo estaba oyendo todo, por lo que después de eso yo iba un poquito" por delante.

Arlene era una chica maravillosa. Era la redactora de la revista de la Escuela Superior Lawrence, de Nassau County. Tocaba el piano divinamente y era de inclinaciones artísticas. Hizo algunos adornos para nuestra casa, como el loro que adornaba por dentro nuestro gabinete.

¹ Massachusetts Institute of Technology. El Instituto Tecnológico de Massachusetts.

Al pasar el tiempo e ir mi familia conociéndola mejor, Arlene salía algunas veces al bosque a pintar en compañía de mi padre, a quien, como a tantas personas mayores, le había dado por la pintura en los años maduros de su vida.

Arlene y yo comenzamos cada uno a moldear la personalidad del otro. La familia de ella era muy fina y cortés, muy sensible a los sentimientos de los demás.

Ella me enseñó a mí a ser también un poco más sensible a ese tipo de cosas. Por otra parte, su familia consideraba que las mentiras piadosas eran perfectamente aceptables.

A mí me parecía que la actitud que uno debía tener era la de « ¡ Qué te importa lo que piensen los demás! ».

Yo decía, « Debemos escuchar las opiniones de otras personas y reflexionar sobre ellas. Después, si resultan absurdas o nos parece que son equivocadas, pues... ¡ al traste con ellas! ».

Arlene asumió esta idea inmediatamente. Fue fácil convencerla de que en nuestras relaciones deberíamos ser muy sinceros uno con otro y decirlo todo claramente, con absoluta franqueza. Funcionó muy bien, y nos enamoramos muy profundamente, con un amor como ningún otro que yo haya conocido.

Tras aquel verano yo me fui a la universidad, al MIT. (No pude ingresar en Columbia a causa de la cuota judía)². Empecé a recibir cartitas de mis amigos diciendo cosas del estilo de « Deberías ver cómo sale Arlene con Harold », o « Ella hace esto y lo otro, mientras tú estás solo allá en Boston ». Bueno, yo salía con chicas allá en Boston, que no significaban nada para mí, y sabía que otro tanto valía para Arlene.

Llegado el verano, me quedé en Boston con un empleo de temporada, y estuve trabajando en la medición de fricciones. La Compañía Chrysler había desarrollado un nuevo método de pulimentación, para obtener un súper acabado de las piezas, y nosotros estábamos encargados de medir hasta qué punto era superior. (Resultó que el « súper acabado » no era significativamente mejor.) De todos modos, Arlene buscó el medio de estar cerca de mí. Encontró un trabajo estival cuidando niños en Scituate, a unos treinta kilómetros. Pero a mi padre le preocupaba que yo pudiera implicarme demasiado con Arlene y descarriarme de los estudios, así que la disuadió —o me disuadió a mí, no lo recuerdo bien. Aquellos tiempos eran muy,

² El sistema de cuotas era una práctica discriminatoria que limitaba el número de plazas universitarias al que podían acceder los estudiantes de procedencia judía.

muy diferentes de éstos. En aquellos tiempos había que tener la carrera bien lista y rematada antes de pensar en casarse.

Sólo pude ver a Arlene unas pocas veces en todo aquel verano, pero prometimos que nos casaríamos en cuanto yo terminase los estudios. Para entonces hacía ya seis años que nos conocíamos. Me cuesta un poco tratar de expresar hasta qué punto se desarrolló nuestro mutuo amor, pero ambos estábamos seguros de ser el uno para el otro.

Después de graduarme en el MIT fui a Princeton, y durante las vacaciones iba a casa, a ver a Arlene. En una de las veces en que fui a verla, a Arlene se le había desarrollado un bulto en un lado del cuello. Ella era una muchacha muy hermosa, por lo que aquello la preocupó un poquito, pero como no le dolía supuso que no tendría mucha importancia. Fue a ver a un tío suyo, que era médico, quien le dijo que se lo frotase con aceite omega.

Entonces, algún tiempo después, el bulto empezó a cambiar. Se hizo más grande — quizá fue más pequeño, no sé— y le dio fiebre. La fiebre se agravó, por lo que la familia juzgó que Arlene debía ir al hospital. Le dijeron que tenía fiebres tifoideas. Inmediatamente, como sigo haciendo hoy, consulté la enfermedad en los libros de medicina y leí todo lo que había al respecto.

Cuando fui a ver a Arlene al hospital, ella estaba en cuarentena —tuvimos que ponernos batas especiales para entrar en su habitación, y cosas así. El médico se encontraba presente, por lo que le pregunté por los resultados de la prueba de Wydell —era una prueba absoluta para las tifoideas, que suponía el estudio de las bacterias de las heces. Me dice, «Fue negativo.»

«¿Qué me dice? ¿Cómo es posible?», protesté yo.

« ¿A qué vienen todas estas batas, cuando ni siquiera han podido ustedes hallar las bacterias en un experimento? ¡A lo mejor es que no tiene tifus!»

El resultado fue que el médico habló con los padres de Arlene, quienes me dijeron que no interviniera ni estorbara el trabajo de los médicos. «Después de todo, el médico es él. Tú sólo eres su novio.»

He descubierto desde entonces que tales personas no saben lo que se hacen, y se sienten insultadas cuando se les hace una sugerencia o una crítica. Ahora me doy cuenta de eso, y bien quisiera haber sido entonces mucho más enérgico y haberles

dicho a los padres de Arlene que tal médico era un idiota —que lo era— y que no sabía lo que hacía. Pero, tal como eran las cosas, eran los padres de ella quienes la tenían a su cargo.

Sea como fuere, al cabo de poco tiempo Arlene mejoró, en apariencia: le bajó la hinchazón y se le fue la fiebre. Pero algunas semanas después volvió a salir el bulto, y esta vez fue a otro médico. Este tipo le palpa la axilas y las ingles y otros lugares, y observa que también allí hay hinchazones. Afirma entonces que la enfermedad está en sus glándulas linfáticas, pero que todavía no sabe qué enfermedad específica es. Lo va a consultar con otros médicos.

Al oír aquello me voy derecho a la biblioteca de Princeton y consulto lo que hay sobre enfermedades linfáticas, y encuentro, «Hinchazón de las glándulas linfáticas.³ Se trata de una enfermedad muy fácil de diagnosticar...» Así que doy por hecho que la enfermedad de Arlene no puede ser ésta, porque los médicos están teniendo dificultades para diagnosticarla.

Empiezo a leer sobre otras enfermedades: linfodenema, linfodenoma, enfermedad de Hodgkin, toda clase de otras enfermedades; todas ellas, cánceres de una cosa u otra. Después de leer muy cuidadosamente, la única diferencia que pude encontrar entre el linfodenema y el linfodenoma fue que, si el paciente muere, es linfodenoma; si el paciente sobrevive —al menos, durante cierto tiempo— entonces se trata de linfodenema.

Sea como fuere, tras leer de cabo a rabo todas las enfermedades linfáticas, llegué a la conclusión de que lo más probable era que Arlene tuviera una enfermedad incurable. Medio me sonreí para mis adentros, pensando, «Seguro que todo el mundo que lee un libro de medicina se piensa que tiene una enfermedad fatal». Y sin embargo, después de leer todo muy cuidadosamente, no podía encontrar otra posibilidad. El asunto era serio.

Entonces acudí al té semanal de Palmer Hall, y me encontré hablando con los matemáticos lo mismo que siempre, a pesar incluso de acabar de descubrir que probablemente Arlene tenía una enfermedad mortal. Era algo muy raro, como tener dos mentes. Cuando fui a visitarla, le conté a Arlene el chiste de quienes sin saber

³ Tuberculosis de las glándulas linfáticas

nada de medicina leen los libros de patología y luego se imaginaban tener enfermedades incurables.

Pero también le dije que nos encontrábamos en una gran dificultad, y que por lo que yo había podido averiguar, ella tenía una enfermedad incurable. Estuvimos repasando las diversas enfermedades, y yo le dije en qué consistía cada una.

Una de las enfermedades que le mencioné a Arlene fue el mal de Hodgkin. La siguiente vez que ella vio a su médico, le preguntó directamente: «¿Podría ser que yo tuviera el mal de Hodgkin?»

El dijo, «Bueno, sí, es una posibilidad.»

Cuando ella fue al hospital del condado, el médico escribió el siguiente diagnóstico: «¿Mal de Hodgkin—?».

Comprendí entonces que el médico no sabía de este problema más de lo que sabía yo.

El hospital del condado sometió a Arlene a pruebas de todas clases y a tratamientos de rayos X para aquel «¿Mal de Hodgkin—?» y hubo reuniones especiales de médicos para analizar este caso peculiar. Recuerdo encontrarme yo afuera, en el vestíbulo, esperándola. Al terminar la reunión, la enfermera la conducía en una silla de ruedas. De repente, un tipo pequeñito sale corriendo de la sala de reuniones y nos alcanza. «Dígame», le dice a Arlene, «¿Escupe usted sangre? ¿Ha expectorado sangre al toser?»

La enfermera le dice, «¡Váyase! ¡Váyase! ¡Cómo se le puede hacer esa pregunta a una paciente!»— y le echa de allí. Después se volvió hacia nosotros y dijo, «Ese hombre es un médico de la vecindad, que viene siempre a las reuniones y no hace más que crear problemas. ¡No es la clase de preguntas que esté bien hacerle a los pacientes!

Pero yo no cogí onda. El médico estaba considerando una cierta posibilidad, y si yo hubiera sido listo, le hubiera preguntado cuál era.

Finalmente, tras mucha discusión, uno de los médicos del hospital me dice que, según estiman, la posibilidad más verosímil es el mal de Hodgkin. Me dice, «Habrán algunos periodos de mejoría y periodos que será preciso pasar en el hospital. La enfermedad tiene altibajos, aunque se agravará cada vez más. No tenemos manera de invertir por completo su curso. Es fatal al cabo de pocos años.»

«Lamento mucho lo que me dice», le respondo. «Iré a explicarle lo que me ha dicho.»

«¡No, no!», me dice el médico. «No hay necesidad de preocupar e inquietar a la paciente. Le diremos que es fiebre glandular.»

«¡No, no!», le replico yo. «Ya hemos comentado entre nosotros la posibilidad de que fuera mal de Hodgkin. Sé que ella es capaz de aceptarlo.»

«Sus padres no quieren que lo sepa. Será mejor que antes hable usted con ellos.»

En casa, todo el mundo se pone a trabajarme: mis padres, mis dos tías, nuestro médico de cabecera; todos se me echan encima, diciendo que no soy más que un joven insensato incapaz de darse cuenta del dolor que va a causarle a esa joven maravillosa al decirle que tiene una enfermedad letal. «¿Cómo puedes ser capaz de algo tan terrible?», me preguntaban, horrorizados.

«Porque nos hemos hecho el pacto de hablarnos con total franqueza y de mirar todas las cosas de frente y por derecho. De nada vale andarse con rodeos. Ella va a preguntarme qué es lo que tiene, ¡y yo no puedo mentirle!».

«¡Lo que estás diciendo es una niñería!», me dicen, y bla, bla, bla. Todo el mundo machacándome, todos a decirme que estoy haciendo mal. Y yo pensaba decididamente que mi actitud era la correcta, porque ya le había hablado a Arlene de la enfermedad y sabía que ella podía encajarlo, que decirle la verdad era la forma correcta de afrontar el problema.

Pero, finalmente, se acercó a mí mi hermana pequeña —que tendría por entonces once o doce años— con el rostro arrasado en llanto. Sé puso a darme puñetazos en el pecho, diciéndome la chica tan maravillosa que es Arlene y que yo soy un hermano estúpido y cabezota. Ya no pude aguantar más; aquello me hizo venirme abajo.

Así que le escribí a Arlene una carta de amor y despedida, imaginando que si ella llegaba a descubrir la verdad después de decirle yo que tenía fiebre glandular, eso marcaría el final de nuestras relaciones. Yo llevaba la carta encima en todo momento.

Los dioses nunca te lo hacen más fácil; siempre más difícil. Voy al hospital a ver a Arlene —una vez tomada esta decisión— y hela allí, sentada en la cama, entre sus padres, un tanto aturdida. Al verme, se le ilumina el rostro y dice, «¡Ahora me doy

cuenta del grandísimo valor de que nos digamos la verdad el uno al otro!». Y haciendo a sus padres un gesto afirmativo, prosigue, «Me están diciendo que tengo fiebre glandular, y no sé si creerles o no. Dime, Richard, ¿tengo mal de Hodgkin o fiebre glandular?»

«Tienes fiebre glandular», dije sintiéndome morir por dentro. Fue terrible, isencilamente terrible! Su reacción fue de lo más simple: «¡Oh! ¡Magnífico! Entonces les creo». Tan grande era la fe y la confianza que habíamos llegado a tener el uno en el otro, que ella se sintió completamente aliviada. Todo resuelto, todo muy bonito.

Arlene mejoró un poco y volvió a su casa temporalmente. Cosa de una semana después, me llama por teléfono. «Richard», me dice, «quiero hablar contigo. Ven a casa, por favor.»

«Perfectamente». Me cercioré de llevar la carta conmigo. Me di cuenta de que pasaba algo.

Subo hasta su habitación y ella me dice, «Siéntate». Me senté a los pies de su cama. «Muy bien, dime ahora, ¿tengo fiebre glandular o mal de Hodgkin?»

«Tienes la enfermedad de Hodgkin», le respondo, y, echo mano de la carta.

«¡Dios mío! ¡Han debido hacerte pasar un infierno!» dice ella.

Acababa de decirle que tenía una enfermedad mortal, confesándole al mismo tiempo que la había mentido, y ¿qué es lo que ella piensa? ¡Ella se preocupa por mí! Me sentí terriblemente avergonzado de mí mismo. Le di la carta a Arlene.

«Debías haber resistido. Ahora sabemos lo que estamos haciendo; ¡estamos en lo cierto!»

«Lo lamento. Me siento horriblemente.»

«Lo comprendo, Richard. Pero no vuelvas a hacerlo.»

Y es que, ¿saben?, ella estaba allá arriba en cama e hizo algo que solía cuando era pequeña: salir de puntillas de la cama y bajar algunos peldaños de la escalera para saber qué hacían los demás en la planta baja. Oyó llorar mucho a su madre, y volvió a la cama pensando, «Si sólo tengo fiebre glandular, ¿por qué está llorando tanto mi madre? ¡Pero Richard dijo que yo tenía fiebre glandular, así que tiene que ser verdad!»

Más tarde pensó, «¿Sería posible que Richard me hubiera mentado?», y comenzó a preguntarse cómo podría haber sido posible. Llegó a la conclusión de que, por increíble que pareciese, alguien podría haberme apretado los tornillos de algún modo.

Era tan capaz de afrontar situaciones difíciles que pasó sin más al problema siguiente. «Muy bien», me dice. «Tengo la enfermedad de Hodgkin. ¿Qué vamos a hacer ahora?»

Yo tenía una beca en Princeton, que no podría seguir disfrutando si me casaba. Yo sabía ya cómo evolucionaría la enfermedad: a veces mejoraría durante unos meses, y Arlene podría estar en casa; otras, tendría que estar en el hospital durante meses y así, periódicamente, durante cosa, tal vez, de un par de años.

Así que calculo que aunque estoy a mitad de mi tesis doctoral, tal vez pudiera lograr un empleo en los Bell Telephone Laboratories —un lugar magnífico para trabajar— y encontrar un pisito en Queens que no estuviera muy lejos del hospital ni de los Laboratorios. Podríamos casarnos en Nueva York, dentro de pocos meses.

Lo dejamos todo planeado aquella tarde.

Hacía ya algunos meses que los médicos de Arlene querían hacer una biopsia de la hinchazón del cuello, pero sus padres no lo permitían —no querían «molestar a la pobre niña enferma». Pero ahora, con renovada determinación, empecé a insistirles, explicándoles que era importante disponer de tanta información como fuera posible. Con ayuda de Arlene, logré finalmente convencer a sus padres.

Algunos días después, Arlene me telefona y me dice, «Ya tienen el resultado de la biopsia».

«¿Sí? ¿Y es bueno o malo?»

«No lo sé. Ven y hablaremos de ello.»

Cuando llegué a su casa me mostró el informe. Decía, «La biopsia muestra tuberculosis de la glándula linfática.»

Aquello sí que me pilló por sorpresa. Quiero decir que era la primera maldita enfermedad de la lista. La pasé por encima porque el libro decía que era muy fácil de diagnosticar y a los médicos les estaba-costando diagnosticar la enfermedad de Arlene. Di por hecho que habrían comprobado la posibilidad más evidente. Y aquel era el caso evidente: el hombre que había salido corriendo de la sala de reuniones,

preguntando, «¿Escupe usted sangre?» había tenido la idea correcta. ¡Probablemente supiera de qué se trataba!

Me sentí como un imbécil, porque había despreciado la posibilidad obvia fundándome en pruebas circunstanciales (lo que no está nada bien) y atribuyéndoles a los médicos una inteligencia superior a la que tenían. De lo contrario, yo la habría sugerido inmediatamente, y tal vez el médico que trataba a Arlene hubiera diagnosticado largo atrás que su enfermedad era «tuberculosis de la glándula linfática». Había sido un bobo. Algo he aprendido, desde entonces.

Sea como fuere, Arlene dice, «Así que tal vez llegue a vivir hasta siete años más. Incluso puede que me ponga bien.»

«¿Qué quieres decir, entonces, con eso de que no sabes si la noticia es buena o mala?»

«Bueno, ahora no podremos casarnos hasta más tarde.»

Sabiendo que solamente le quedaban dos años de vida, lo habíamos resuelto todo tan perfectamente, desde su punto de vista, ¡que ahora le molestaba descubrir que podría vivir más! Pero no me costó mucho convencerla de que era mejor así.

Supimos de este modo que desde entonces podríamos encarar las cosas juntos. Después de pasar por aquello no tuvimos dificultad para afrontar ningún otro problema.

Cuando empezó la guerra fui reclutado allá en Princeton para trabajar en el Proyecto Manhattan, donde yo estaba rematando mi tesis. Pocos meses después, en cuanto me doctoré, anuncié a mi familia qué iba a casarme.

Mi padre quedó horrorizado, porque desde el primer momento, al verme crecer, pensó que yo sería feliz como científico. En su opinión era todavía demasiado pronto para casarme, que el matrimonio sería un estorbo en mi carrera. Tenía también la absurda idea de que si un hombre estaba en apuros, la culpa había que buscarla en una mujer. «Cherchez la femme», decía continuamente. Estaba convencido de que las mujeres eran el gran peligro de los hombres, que los hombres tenían que estar siempre alerta y mostrarse firmes en lo tocante a mujeres. Y al verme a punto de casarme con una muchacha tuberculosa, piensa en la posibilidad de que también yo contraiga la enfermedad.

Toda mi familia tenía esa preocupación —mis tías, mis tíos, todo el mundo. Hicieron venir a casa al médico de cabecera. El médico se esforzó en explicarme que la tuberculosis era una enfermedad peligrosa, que es muy probable, casi seguro, que fuera a contraerla.

Le dije, «Basta que me diga cómo se transmite, y nos las arreglaremos». Ya éramos muy, muy cuidadosos; sabíamos que no debíamos besarnos, porque la boca está llena de bacterias.

Entonces me explicaron muy delicadamente que cuando yo había prometido casarme con Arlene yo ignoraba la situación. Todo el mundo comprendería que entonces yo no podía saber lo que pasaba y que mi promesa no suponía una verdadera promesa.

Nunca tuve el sentimiento, la absurda idea que se les había metido en la cabeza, de que yo fuera a casarme porque lo hubiera prometido. Ni siquiera se me había ocurrido. No era cuestión de que yo hubiera prometido nada; habíamos tenido que esperar, sin poder casarnos formalmente, sin «un» pedazo de papel que lo acreditase, pero estábamos enamorados, y estábamos casados ya el uno con el otro, emocionalmente.

Les dije entonces, «¿Sería lógico que un marido abandonase a su mujer al saber que ésta tiene tuberculosis?».

Mi tía, la que regenta el hotel, era la única que opinaba que tal vez fuera correcto que nos casáramos. Todos los demás seguían oponiéndose. Pero ahora, como mi familia me había dado antes ya consejos de este tipo y se había equivocado tanto, mi posición era mucho más sólida.

Fue muy fácil resistir y seguir adelante. Así que no hubo problema, en realidad. Aunque fuera una circunstancia parecida, ya no iban a convencerme de nada más.

Arlene y yo sabíamos que acertábamos en lo que hacíamos.

Arlene y yo lo preparamos todo. Había un hospital en New Jersey, justo al sur de Fort Dix, donde ella podía quedarse mientras yo estuviera en Princeton. Era un hospital de beneficencia, llamado Deborah, sostenido por el Sindicato de Trabajadoras de la Confección de Nueva York. Arlene no trabajaba en la confección, pero eso no importaba. Y yo no era más que un chico joven que trabajaba en no sé

qué proyecto del gobierno, por lo que mi paga era muy pequeña. Pero, al menos, de esta forma podía encargarme de cuidarla.

Decidimos casarnos de camino al Hospital Deborah.

Fui a Princeton a recoger un coche; Bill Woodward, uno de los estudiantes postgraduados de allí me prestó su ranchera. Yo la preparé como si fuera una pequeña ambulancia, y puse en la parte trasera un colchón y mantas, para que Arlene pudiera acostarse si se fatigaba. Aunque estaba pasando uno de esos periodos en los que la enfermedad no aparentaba tanta gravedad y estaba en casa de sus padres, Arlene había permanecido mucho tiempo en el hospital del Condado y se encontraba un poco débil.

Conduje hasta Cedarhurst y recogí a la novia. La familia de Arlene la despidió agitando los brazos, y nos fuimos. Cruzamos Queens y Brooklyn, y fuimos después a Staten Island en el ferry —tal fue nuestro romántico viaje en barco— y nos encaminamos hacia la tenencia de alcaldía de Richmond para casarnos.

Subimos la escalinata, lentamente, y fuimos hasta el registro civil. El funcionario que allí había era muy agradable.

Nos atendió inmediatamente. Nos dijo, «No tienen ustedes testigos», así que llamó a un oficinista y a un contable que estaban en un despacho vecino, y fuimos casados según las leyes del Estado de Nueva York.

Nos sentíamos muy dichosos, y nos sonreíamos felices, tomados de las manos.

El contable me dice, «Ahora ya están casados. Debería usted besar a la novia».

Así que el sonrojado personaje besó levemente a la novia en la mejilla.

Les di a todos una propina y les agradecí mucho sus atenciones. Volvimos al coche y conduje hasta el Hospital Deborah.

Todos los fines de semana yo bajaba desde Princeton para visitar a Arlene. En una ocasión el autobús se retrasó y no pude entrar en el hospital. No había hoteles por los alrededores, pero llevaba puesto mi viejo abrigo de piel de cordero (por lo que estaba bastante calentito) y busqué un solar vacío donde dormir. Estaba un poco preocupado por lo que pudiera pensar la gente que se asomase a la ventana, por lo que elegí un lugar que estuviera suficientemente alejado de las casas.

Al día siguiente, al despertarme, descubrí que había estado durmiendo en un vertedero de basura —¡una escombrera! Me sentí estúpido y me eché a reír.

El médico de Arlene era muy agradable, pero se enfadaba todos los meses, cada vez que le llevaba un bono de guerra por 18 dólares. Se daba cuenta de que no teníamos mucho dinero, e insistía en que no había necesidad de que contribuyéramos con nada al hospital, pero de todas formas lo hice.

En una ocasión, en Princeton, me llegó por el correo una caja de lápices. Eran de color verde oscuro, y llevaban grabado en letras de oro, «RICHARD, QUERIDISIMO, ¡TE AMO! PUTSY!». Me los había enviado Arlene (yo la llamaba Putsy).

Bueno, aquello era un detalle muy bonito, y yo la quería también, pero —ya se sabe lo distraídamente que va uno dejándose los lápices por ahí. A lo mejor le estás enseñando al profesor Winger una fórmula, u otra cosa, y te olvidas el lápiz en su mesa.

En aquellos días no nos sobraba de nada, así que quise aprovechar los lápices. Busqué una cuchilla de afeitar en el cuarto de baño y recorté el grabado de uno de ellos, para ver si me era posible usarlos.

A la mañana siguiente, una carta. Comienza, «¿PARA QUE ESTAS BORRANDO EL NOMBRE DE LOS LAPICES?»

Y continúa: «¿No te sientes orgulloso de que te ame?».

Y después, «¿QUE TE IMPORTA LO QUE PIENSEN LOS DEMAS?»

Y después, un versillo: «Si te avergüenzas de mí, de mí, ¡Que te den morcilla!». Y la siguiente estrofa era por el estilo, con el último verso, «¡Que te den tortilla!»

Cada uno era «¡Que te den morcilla!», expresado de diferente forma.

Así que tuve que usar los lápices grabados con mi nombre. ¿Qué otra cosa podía hacer?

Al poco tuve que irme a Los Alamos. Robert Oppenheimer, que estaba al cargo del proyecto, hizo los arreglos para que Arlene pudiera permanecer en el hospital más cercano, en Albuquerque, a unos 150 kilómetros.

Yo tenía un poco de tiempo libre todos los fines de semana para ir a verla, por lo que los sábados buscaba alguien que me llevase allá, veía a Arlene por la tarde y pasaba la noche en un hotel, allí en Albuquerque. Después, volvía a ver a Arlene el domingo por la mañana, y por la tarde volvía otra vez «haciendo dedo».

Era corriente que recibiera cartas tuyas a lo largo de la semana. Algunas de ellas, como la escrita en un rompecabezas en blanco, descompuesto en piezas y enviado

en una bolsa tuvieron por resultado notitas del censor militar del estilo de, «Por favor, dígame a su esposa que aquí no tenemos tiempo para andarnos con juegucitos».

Yo no le dije nada. A mí me gustaba que ella inventase juegos, a pesar de que ello me puso algunas veces en situaciones tan divertidas como embarazosas, de las que no podía escaparme.

Un día, casi a principios de Mayo, en los buzones de correos de casi todo el mundo, en Los Alamos, aparecieron unos boletines impresos. Todo aquel condenado lugar estaba lleno de ellos. Eran de esos que uno despliega y aparece un titular que en gruesas letras impresas sobre la portada dicen: « ¡TODO EL PAIS CELEBRA EL CUMPLEAÑOS DE R. P. FEYNMAN! ».

Arlene estaba jugando su partida con el mundo. Tenía muchísimo tiempo para pensar. Leía revistas, y enviaba a por esto y a por aquello. Siempre estaba maquinando algo. (Seguro que tuvieron que ayudarla a poner las direcciones Nick Metropolis o alguno de los compañeros de Los Alamos que solían ir a visitarla). Arlene estaba en su cuarto del hospital, pero estaba en el mundo, escribiéndome cartas disparatadas y pidiendo toda clase de cosas.

En una ocasión me envió un gran catálogo de equipo de cocina, del tipo necesario para instituciones enormes, como las prisiones, que albergan en ellas a un montón de gente. Había allí de todo, desde soplantes y campanas para hornos hasta inmensas ollas y sartenes. Yo me pregunto, « ¿A qué diablos viene esto? »

Lo cual me hace acordarme de cuando yo estaba en el MIT y Arlene me envió un catálogo donde se describían grandes navíos, desde barcos de guerra a transatlánticos, barcos grandes de verdad. Yo le escribí, «¿Qué pretendes con esto? »

Ella responde a vuelta de correo, «Se me ocurrió que tal vez, cuando nos casemos, podríamos comprarnos un barco.»

Le contesto, «¿Estás loca? ¡No tienes sentido de la proporción! ».

Entonces me llega otro catálogo: ahora son grandes yates, veleros de 12 metros y cosas así, para gentes muy ricas. Ella me escribe, «Dado que los otros no te gustaron, tal vez pudiéramos quedarnos uno de estos.»

Le escribo: «Mira: ¡te sales completamente de escala! »

Pronto me llega otro catálogo. Son diversos tipos de motoras, Chriscraft esto y Chriscraft lo otro.

Escribo, «¡Demasiado caros!»

Finalmente, recibo una nota: «Richard, ésta es tu última oportunidad. Sólo sabes decir que no». Resulta que un amigo suyo tiene un bote de remos que desea vender por 15 dólares —es un bote usado— y quizás pudiéramos comprárnoslo para poder ir a remar el próximo verano.

Luego, sí. ¿Cómo decir no tras todo aquello? Bueno, todavía estoy tratando de imaginarme a dónde conduce este catálogo de equipos de cocina para instituciones cuando me llega otro: éste, para hoteles y restaurantes; suministros para hoteles y restaurantes de tamaño de medio a pequeño. Después, a los pocos días, recibo un catálogo para «la cocina de tu nuevo hogar.»

Por fin, el sábado siguiente en Albuquerque logro averiguar de qué va todo aquello. Hay en su habitación una pequeña asadora de carbón, que ha comprado por correo en Sears. Tiene unos 50 cm. de diámetro y patas blancas.

«Se me ocurrió que podíamos hacernos unas chuletas a la parrilla», dice Arlene.

«¿Pero cómo diablos vamos a usarla en la habitación, aquí, con el humo que se hará y todo lo demás?»

«¡Oh, no!», me dice. «No tienes más que salir ahí afuera, al césped. Así podrás asar chuletas todos los domingos.

»El hospital estaba justo en la Ruta 66, la carretera principal que atraviesa los Estados Unidos. «No puedo hacer eso», le respondo. «A ver si me entiendes, ¿cómo voy a ponerme a asar chuletas ahí afuera mientras pasan continuamente los coches y los camiones, y toda la gente que va y viene por los arcenes? ¡Sencillamente, no puedo salir ahí afuera y ponerme a cocinar en el césped!»

«¿Qué te importa lo que piensen los demás? (¡Arlene me *torturaba* continuamente con aquello!). «Bueno, vale», me dice, mientras abre un cajón. «Vamos a llegar a un acuerdo: no será preciso que te pongas el gorro de chef ni los guantes.»

Y levanta un gorro de chef, un gorro auténtico, y unos guantes de cocina. Y entonces añade, «Pruébate el delantal », y lo despliega. A mayores, el delantal lleva escrita alguna bobada como «BAR-B-Q KING ⁴», o algo por el estilo.

⁴ Juego de palabras. Literalmente, rey de la barbacoa

«¡Ya basta, ya basta!», digo yo, horrorizado. «¡Prepararé la carne en el césped!». Así que cada sábado o domingo, me tocaba bajar a la Ruta 66 y asar chuletas. Está después lo de las tarjetas de navidad.

Un día, apenas unas semanas después de llegar a Los Alamos, Arlene dice, « He pensado que sería bonito mandarle tarjetas de navidad a todo el mundo. ¿Quieres ver las que he elegido?»

Eran tarjetas muy bonitas, desde luego, pero dentro decían «Feliz Navidad, les desean Rich & Putsy. «¡No puedo enviarles éstas a Fermi o a Bethe!», protesté. «¡Apenas si les conozco!»

«¿Qué te importa lo que piensen los demás?» ...como era de esperar las enviamos. Llega el año siguiente, y para entonces ya he conocido a Fermi. Ya conozco a Bethe. He estado en sus casas. He cuidado de sus hijos. Todos somos muy amigos.

En cierto momento, Arlene me dice, con tono de la mayor formalidad, «Richard, todavía no me has preguntado por nuestras tarjetas navideñas de este año...»

Siento que el MIEDO me llena de pies a cabeza. « Uh..., bueno, veamos las tarjetas.»

Las tarjetas dicen: Feliz Navidad y Próspero Año Nuevo, les desean Richard y Arlene Feynman. «Muy bien, espléndidas», le digo. «Son muy bonitas y servirán para todo el mundo.»

«¡Oh, no!», dice ella. «No sirven para Fermi, y Bethe y todos esos sabios tan famosos». Y, no faltaba más, tenía otra caja de tarjetas.

Saca una de muestra. Junto al texto habitual: Les desean el Dr. y la Sra. R. P. Feynman.

No me quedó más remedio que enviarles estas otras.

« ¿A qué viene este trato tan formal, Dick?», se reían. Les alegró saber que Arlene se estuviera divirtiendo tanto, y que yo no pudiera hacer nada al respecto.

Arlene no pasaba todo el tiempo inventando juegos. Había mandado pedir un libro titulado *Sonidos y símbolos del chino*. Era un libro precioso, que todavía conservo, con unos cincuenta símbolos trazados con preciosa caligrafía y explicaciones como «Tormenta: tres mujeres en una casa». Se había provisto de papel adecuado, de pinceles y tinta, y practicaba la caligrafía. Se había comprado también un diccionario de chino, para disponer de muchos otros símbolos más.

Un día, cuando fui a visitarla, Arlene estaba practicando estas cosas. Ella murmuraba para sí, «No. Ese otro está mal.»

Así que yo, el «gran científico», digo, «¿Y qué entiendes por "mal"? No es más que un convenio humano.

No hay ninguna ley de la naturaleza que diga qué aspecto han de tener; puedes dibujarlos del modo que quieras ».

«Quiero decir que artísticamente está mal. Es una cuestión de equilibrio, de estética.»

«Pero una forma es tan buena como otra » , protesto yo.

«Toma,» dice ella, y me pasa el pincel. «Haz uno tú mismo.»

Hice uno, pues, y dije, «Espera un momento. Voy a hacer otro; éste está demasiado emborronado.» (Después de todo, no podía decir que estaba mal.)

« ¿Y cómo sabes lo poco o mucho emborronado que ha de ser?», me dice.

Comprendí lo que me quería decir. Para que tenga un aspecto bonito es preciso hacer los trazos de determinada forma. Las cosas estéticas tienen un algo, un carácter, que no puedo definir. Y como tal cosa no podía ser definida, yo lo consideraba inexistente. Pero he aprendido por experiencia que sí hay algo y desde entonces, he sentido por el arte una cierta fascinación.

Justo entonces, mi hermana me envía una postal desde Oberlin, donde ella asiste a la universidad. Está escrita a lápiz, con símbolos pequeñitos —y está en chino.

Joan es nueve años menor que yo, y también estudiaba física. Tenerme a mí por hermano mayor le resultaba duro. Siempre estaba buscando algo que supiera hacer, y secretamente iba a clases de chino.

Bueno, yo no sabía una palabra de chino; ahora, una cosa que se me da bien es gastar una infinidad de tiempo en resolver un rompecabezas. El fin de semana siguiente me llevé la tarjeta a Albuquerque. Arlene me enseñó a consultar los símbolos. Hay que empezar por la categoría correcta en la parte final del diccionario y contar el número de trazos. Después se va a la parte principal del diccionario. Resulta que cada símbolo tiene varios significados posibles, por lo cual es preciso agrupar varios símbolos antes de poder comprenderlos.

Con gran paciencia logré descifrarlo todo. Joan me decía cosas como «Hoy he pasado un buen día». Sólo había una frase que no podía comprender. « Ayer

celebramos el día de formar montañas» —lo que evidentemente tenía que estar mal traducido. (Resultó que allá en Oberlin sí tenían algo llamado «Día de formar montañas», y que y lo había traducido correctamente!»).

Eran evidentemente las cosas triviales que son de esperar en una postal; pero me di cuenta por la situación de que Joan estaba tratando de hacerme morder el polvo enviándome el texto en chino.

Estuve hojeando adelante y atrás el libro de arte chino y seleccioné cuatro símbolos que encajaban bien. Después los practiqué uno por uno, una y otra vez. Tenía un gran cuaderno en el que dibujé unos cincuenta de cada uno, hasta que me salieron casi perfectos.

Cuando más o menos accidentalmente hube logrado tener un ejemplar correcto de cada símbolo, los guardé.

Arlene les dio el visto bueno, y los pegamos en columna, uno sobre otro. Pusimos después un pedacito de madera en cada extremo, para poder colgarlos de la pared. Tomé una fotografía de mi obra maestra con la cámara de Nick Metropolis, enrollé la tira, la metí en un tubo y se la envié a Joan.

Así que ella lo recibe. Los desenrolla y comprueba que no puede leerlo. A ella le parece como si yo hubiera sencillamente pintado cuatro caracteres en la banda, uno encima de otro. Mi hermana se los lleva a su maestro.

Lo primero que le dice es, «¡Esta escritura está francamente bien! ¿La hiciste tú?»

«Uh... No. ¿Qué es lo que dice?»

«Hermano mayor también habla.»

Verdaderamente, soy un mal bicho. Nunca dejé a mi hermanita que se marcara un tanto a mi cuenta.

Cuando Arlene empeoraba y se ponía más débil, su padre venía desde Nueva York a visitarla. En aquellos tiempos, durante la guerra, un viaje tan largo era muy costoso y complicado, pero su padre venía, porque sabía que se acercaba el fin. Un día me telefoneó a Los Alamos.

«Más vale que vengas cuanto antes», me dijo.

Hacía mucho que yo tenía acordado con un amigo mío de Los Alamos, Klaus Fuchs, que en caso de emergencia tomaría prestado su coche, para poder llegar

rápidamente a Albuquerque. Recogí a un par de autoestopistas para que me ayudaran en caso de que ocurriera algún percance por el camino.

Como no podía fallar, de camino a Santa Fe pinchamos. Mis pasajeros me ayudaron a cambiar la rueda. Después, apenas pasada Santa Fe, se nos pinchó la rueda de repuesto, pero por fortuna estábamos cerca de una gasolinera. Me acuerdo de haber estado esperando pacientemente a que el empleado de la gasolinera terminase con otro coche, cuando los dos autoestopistas, que conocían la situación, fueron y le explicaron lo que pasaba. Nos arregló la rueda inmediatamente. Decidimos no reparar también la rueda de repuesto, porque ello nos hubiera retrasado más todavía.

Arrancamos nuevamente en dirección a Albuquerque, sintiéndome estúpido por no haberseme ocurrido decirle nada al mecánico de la gasolinera en un momento en que el tiempo era tan precioso. Y entonces, a unos 50 kilómetros de Albuquerque, ¡otro pinchazo! Tuvimos que abandonar el auto y hacer autoestop el resto del camino. Llamé a una grúa y le expliqué la situación.

Me encontré al padre de Arlene en el hospital; hacía unos días que se encontraba allí. «No puedo aguantar más, tengo que irme a casa», dijo. Se sentía tan desdichado, que se fue sin más.

Cuando por fin vi a Arlene estaba muy débil y como desorientada. No parecía darse cuenta de lo que estaba ocurriendo. Miraba al frente fijamente, sin ver, desviando la vista apenas un poquito de cuando en cuando, tratando de respirar. De cuando en cuando se le detenía la respiración, como si se atragantase; luego volvía a empezar. Así estuvo durante varias horas.

Salí un momento a dar un paseo por el exterior. Estaba sorprendido, porque no sentía lo que se suponía había que sentir en aquellas circunstancias. Tal vez estuviera engañándome a mí mismo. No es que estuviera encantado, pero tampoco me hallaba terriblemente apenado, posiblemente, porque sabía desde hacía mucho lo que iba a ocurrir.

Resultaba difícil de explicar. Si los marcianos (quienes, imaginemos, jamás mueren salvo por accidente) llegasen a la Tierra y observasen esta peculiar especie de criaturas —estos humanos que viven unos setenta u ochenta años, sabedores de que les ha de llegar la muerte—, sin duda les parecería un tremendo problema

psicológico cómo nos es posible vivir en esa situación, sabiendo que la vida sólo es temporal. Bueno, nosotros los humanos hemos dado con una forma de vivir a pesar de este problema: nos reímos, bromeamos sobre él, vivimos.

La única diferencia fue, por lo que Arlene y a mí concierne, que en lugar de cincuenta años fueron cinco. Se trataba solamente de una diferencia cuantitativa; el problema psicológico era exactamente el mismo. La única forma en que hubiera podido ser algo diferente sería que nos hubiéramos dicho a nosotros mismos, «Pero tantos otros tienen mejor fortuna, porque podrán vivir cincuenta años». Pero eso es absurdo. ¿Por qué deprimirse y sentirse miserable diciendo cosas como, «¿Por qué nos ha tocado a nosotros tan mala suerte? ¿Qué nos ha hecho Dios? ¿Qué hemos hecho nosotros para merecernos esto?, todo lo cual, si uno comprende la realidad y la asume plenamente, es irrelevante e irresoluble.

Son cosas que nadie puede saber, sencillamente.. La situación de cada cual no es más que un accidente de la vida.

Habíamos pasado juntos un tiempo endiabladamente bueno.

Regresé a su habitación. No hacía más que imaginarme todas las cosas que estaban fisiológicamente ocurriendo: los pulmones incapaces de aportar suficiente oxígeno a la sangre, con lo que se obnubila el cerebro y se debilita el corazón, haciendo a su vez más difícil la respiración. Yo esperaba una especie de efecto de avalancha, acumulándose todo en una especie de dramático desplome.

Pero no fue así como pareció producirse la muerte: fue poco a poco perdiendo el conocimiento; su respiración fue debilitándose más y más, gradualmente, hasta que ya no hubo aliento... pero justo antes, exhaló muy, muy poquito.

La enfermera, en una de sus rondas, entró, confirmó que Arlene estaba muerta, y se fue, pues yo quise quedarme solo un momento. Estuve sentado allí durante un rato; después, me incliné para besarla por última vez.

Me sorprendió mucho descubrir que su cabello olía exactamente igual. Evidentemente, cuando me paré después a pensarlo, no había razón para que su cabello hubiera de oler de modo diferente en un tiempo tan breve. Pero para mí fue una especie de choque, porque en mi mente acababa de ocurrir algo enorme— y sin embargo, nada había pasado.

Al día siguiente fui a la funeraria. El tipo de allí me entrega unos anillos que había retirado del cadáver. «¿Desea usted ver a su esposa una última vez?», me pregunta.

«¡Qué clase de ...! ¡No, no quiero verla, no!», le dije. «¡Acabo de verla!».

«Sí, pero ahora está perfectamente arreglada», me dice.

Todo lo referente a pompas fúnebres me era completamente ajeno.

¿Qué objeto tiene arreglar un cuerpo, si no hay nada en él? No quise volver a ver a Arlene; eso me hubiera trastornado aún más.

Llamé a la compañía de la grúa, recogí el coche y cargué las cosas de Arlene en la trasera. Recogí un autoestopista y salí de Albuquerque.

Apenas llevábamos recorridos ocho kilómetros cuando...¡BANG! Otro reventón. Empecé a blasfemar.

El autoestopista me miró como si yo fuese un perturbado mental. «Después de todo sólo ha sido un neumático, ¿no?».

«Sí! ¡Un neumático, y otro, y otro, y otro más!»

Montamos la rueda de repuesto y seguimos muy despacio, todo el camino de vuelta a Los Alamos, sin hacer reparar la rueda pinchada.

No sabía cómo iba a encararme con mis amigos de Los Alamos. No quería ver a mi alrededor caras largas hablándome de la muerte de Arlene. Alguien me preguntó qué había ocurrido.

«Ha muerto. ¿Qué tal va el programa?»

Captaron enseguida que no quería entregarme a lamentaciones ni añoranzas. Sólo hubo un compañero que me diera el pésame, y resultó que se encontraba fuera cuando yo regresé a Los Alamos.

Una noche tuve un sueño, en el que Arlene tomaba parte. Inmediatamente le dije, «No, no, tú no puedes estar en este sueño. ¡Tú no estás viva!»

Después, más tarde, tuve otro sueño donde volvía a estar Arlene. Le repetí lo mismo, « ¡ No puedes estar en este sueño!»

«No es así», me dice ella. «Te he engañado. Estaba harta de ti, por lo que urdí esta estratagema para poder seguir mi propio camino. Pero ahora vuelvo a quererte, así que he vuelto». Realmente, mi mente estaba luchando contra sí misma. ¡Le era

preciso explicar, incluso en un maldito sueño, cómo era posible que ella todavía se encontrara allí!

Sin duda me hice, psicológicamente, algo a mí mismo. No lloré hasta un mes después, cuando al pasar junto a unos grandes almacenes de Oak Ridge me fijé en un bonito vestido del escaparate. Pensé, «A Arlene le hubiera gustado ése». Y aquello me hizo mella.

3. Tan sencillo como contar

Siendo yo un muchachuelo, allá en Far Rockaway, tenía un amigo que se llamaba Bernie Walker. Ambos teníamos «laboratorios» en nuestras casas, en los que realizábamos diversos «experimentos». Estábamos en cierta ocasión discutiendo de algo —debíamos tener once o doce años por entonces— cuando dije, «Pero pensar no es más que hablarse a uno mismo por dentro.»

«¿Ah, sí?», dijo Bernie. «¿Has visto qué forma tan rara tiene el cigüeñal de un coche?».

«Sí. ¿Qué tiene de rara?»

«Bueno, pues dime: ¿Cómo te la describiste a ti mismo cuando hablabas para tus adentros?».

Fue así como aprendí de Bernie que los pensamientos también puede ser visuales y no sólo verbales.

Más tarde, y a en la universidad, me entró interés por los sueños. Me preguntaba yo cómo en ellos podía todo parecer tan real, como si la luz estuviera alcanzando la retina, teniendo uno los ojos cerrados. ¿Estarían tal vez siendo verdaderamente estimulados los nervios de la retina de alguna otra forma —por el propio cerebro, acaso— o sería quizás que el cerebro tiene un «departamento de enjuiciamiento» que se «desborda» durante el sueño?

La psicología nunca me proporcionó respuesta satisfactoria a estas preguntas, a pesar de lo mucho que me interesé por el funcionamiento del cerebro. De lo que había mucho, en cambio, era de interpretación de los sueños y demás.

Estando en Princeton, preparando el doctorado, apareció un artículo de psicología, bastante estúpido, que suscitó un montón de discusiones. El autor había llegado a la conclusión de que lo que controlaba el «sentido del tiempo» en el cerebro era una reacción química donde intervenía el hierro. Yo dije para mis adentros, «Pero, vamos a ver, ¿cómo infiernos ha podido averiguar una cosa así?»

Bueno, he aquí cómo. La esposa del autor parecía de fiebre crónica, que le subía y bajaba mucho. Por alguna razón, al autor se le ocurrió comprobar el sentido del tiempo de su esposa; así que la puso a contar segundos para sus adentros (sin mirar el reloj), mientras él cronometraba cuánto tardaba en llegar a sesenta. Allá tuvo a la pobre mujer contando todo el día. Comprobó que cuando le subía la fiebre

contaba más rápidamente, y cuando le bajaba, lo hacía más despacio. Por consiguiente,—pensó— lo que controlase el «sentido del tiempo» en el cerebro tenía que estar funcionando más rápidamente cuando ella se encontraba en estado febril que cuando no.

Siendo como era un tipo muy «científico», el psicólogo sabía que la velocidad de las reacciones químicas depende según una cierta fórmula de la temperatura a que se desarrollen, la cual es función a su vez de la energía de la reacción. Midió las diferencias en las velocidades a las que contaba su mujer, y determinó cómo influía la temperatura en dicha velocidad. Después trató de encontrar una reacción química cuyas velocidades de reacción cambiasen con la temperatura en la misma proporción que la velocidad de recuento de su esposa. Descubrió que las reacciones del hierro eran las que mejor encajaban con dicha pauta. Dedujo de aquí que el sentido del tiempo de su mujer estaba gobernado por una reacción química que tenía lugar en su organismo y en la que intervenía el hierro.

Bueno, todo aquello me pareció un cuento chino. ¡Eran tantos los puntos débiles de aquella larga cadena de razonamientos!

Pero la pregunta sí era interesante: ¿qué es lo que determina el «sentido del tiempo»? Cuando uno se esfuerza a ir contando a ritmo constante, ¿de qué depende ese ritmo? ¿Y cómo puede uno influir en sí mismo para cambiarlo?

Decidí investigar. Me puse a contar hasta 60 segundos —sin mirar el reloj, claro— a ritmo lento y constante: 1,2,3,4,5... Cuando llegué a 60 sólo habían transcurrido 48 segundos, pero eso no me importaba: lo interesante no era contar exactamente un minuto, sino contar a ritmo constante. La siguiente vez que conté hasta 60 habían transcurrido 49 segundos. Después, 47, 48, 49, 48, 48... Descubrí que podía contar a un ritmo francamente constante.

Ahora, si me quedaba sentado sin hacer nada, sin contar, esperando hasta que me parecía que había dejado pasar un minuto, los resultados eran sumamente irregulares, con grandes variaciones. Descubrí así que la estimación de un minuto por mera conjetura daba malos resultados. En cambio, contando, podía ser muy precisa.

Sabiendo ya que podía contar a ritmo muy constante, la siguiente cuestión era: ¿qué cosas influyen en tal ritmo?

Quizás tuviera que ver con los latidos del corazón. Así que me puse a subir y bajar por la escalera, arriba y abajo, para hacer que el corazón me latiera deprisa. Después me iba corriendo a mi cuarto, me echaba en la cama y contaba hasta 60.

También probé a subir y bajar corriendo la escalera, contando para mis adentros mientras lo hacía.

Los compañeros me veían subir y bajar por la escalera, muertos de risa. «Pero, ¿qué haces?».

No les podía responder —lo que me hizo percatarme de que no podía hablar y contar para mis adentros al mismo tiempo— y seguí subiendo y bajando por la escalera, pareciéndoles idiota.

(Los tíos de mi colegio mayor y a estaban habituados a que yo hiciera chorradas. En otra ocasión, por ejemplo, entró en mi habitación un compañero —me había olvidado de cerrar la puerta durante el «experimento» —y me encontró subido en una silla, envuelto en mi pesado abrigo de piel de oveja, con medio cuerpo asomado por la ventana abierta de par en par en mitad del invierno, sosteniendo un pote en una mano y agitando con la otra. « ¡No me molestes!», dije. Estaba agitando una jalea y observándola de cerca: sentía curiosidad por saber si agitándola sin parar se podría impedir que la jalea se coagulase con el frío.)

Sea como fuere, el caso es que tras ensayar todas las combinaciones de carreras escaleras arriba y abajo y echarme en la cama, ¡sorpresa! El ritmo cardíaco no tenía influencia alguna. Y dado que me acaloré mucho subiendo y bajando escaleras, me imaginé igualmente que la temperatura tampoco tenía nada que ver (aunque debería saber que el ejercicio no hace subir verdaderamente la temperatura corporal). De hecho, no pude encontrar nada que afectase al ritmo con que yo contaba.

Lo de subir y bajar escaleras resultaba francamente aburrido, por lo que empecé a contar mientras hacía cosas que me era necesario hacer. Por ejemplo, cuando enviaba la ropa a lavar tenía que cubrir un impreso donde decía cuántas camisas eran, cuántos calzoncillos, y así.

Descubrí que era capaz de anotar «3» frente a «calzoncillos » o «4» junto a «camisas», pero en cambio, no podía contar los calcetines. Había demasiados: héteme aquí haciendo funcionar mi «máquina de contar» —36, 37, 38— y todos

aquellos calcetines frente a mí— 39, 40, 41,...

¿Cómo contar los calcetines?

Comprobé que podía organizarlos en figuras geométricas, en cuadrados, por ejemplo: un par de calcetines en este vértice, un par en este otro, otro par por aquí, otro por allí —ocho calcetines.

Proseguí con el jueguito de contar por figuras, y comprobé que podía contar las líneas en grupos de 3, 3, 3 y 1 para formar 10; después, 3 de tales configuraciones, 3 de ellas y otros 3 grupos, más 1, lo que hacía cien líneas en total. Después de acabar de contar hasta 60 sabía dónde me encontraba en lo que tocante a grupos, y podía decir «He llegado a 60 y hay 113 líneas». Descubrí que podía hacer cualquier cosa mientras contaba, isin alterar el ritmo! De hecho podía hacer cualquier cosa mientras contaba para mí, excepto hablar en voz alta, claro está.

¿Y escribir a máquina, copiando palabras de un libro? Descubrí que también podía hacer aquello, pero que esa actividad SÍ influía en el tiempo. Aquello era formidable. ¡Por fin había dado con algo que sí afectaba a mi ritmo de conteo! Lo investigué más a fondo.

Me ponía a escribir, mecanografiando las palabras sencillas bastante rápidamente, mientras contaba para mí —...19, 20, 21,...— seguía con la mecanografía, contando, —...27, 28, 29,...— hasta que —¿Qué demonio de palabra es ésa? ¡Ah, sí!— y entonces seguía contando, 30, 31, 32, y así sucesivamente. Y al llegar a 60, iba con retraso.

Tras alguna introspección y ulterior observación caí en la cuenta de lo que tenía que haber sucedido: que interrumpía la cuenta cuando llegaba a una palabra difícil, una palabra que necesitaba «más cerebro», por así decirlo. No es que mi ritmo de conteo se hiciera más lento; más bien era que se detenía temporalmente de cuando en vez. Tan automática se había vuelto la cuenta hasta 60 que al principio no me daba cuenta de las interrupciones.

Al día siguiente, durante el desayuno, di cuenta a los compañeros de mesa de los resultados de estos experimentos.

Les referí todas las cosas que yo podía hacer mientras contaba para mis adentros, y dije que la única cosa que me era absolutamente imposible hacer mientras contaba era hablar.

Uno de los compañeros, un chaval llamado John Tukey, dijo, «No estoy dispuesto a creerme que seas capaz de leer, y no veo por qué no puedes hablar. Te apuesto a que soy capaz de contar mientras hablo y te apuesto a que no eres capaz de leer y contar al mismo tiempo.»

Así que les hice una exhibición: me dieron un libro y lo estuve leyendo durante un ratito, contando para mí.

Cuando llegué a 60 dije, «¡Ahora!» —había pasado 48 segundos, mi tiempo normal. Después les conté lo que había leído.

Tukey estaba asombrado. Después de verificar su ritmo de conteo unas cuantas veces, para determinar su tiempo normal, se puso a hablar: «Mary tenía un corderito; puedo decir lo que quiera, poco importa; no sé qué es lo que te molesta» —bla, bla, bla, y finalmente, «¡Ya! ». Había atinado su tiempo en el centro de la diana. ¡Yo no podía creerlo!

Nos pusimos a comentarlo y descubrimos una cosa. Resultaba que Tukey contaba de modo distinto: él visualizaba una cinta con números que iban pasando por delante de él. Mientras decía, «Mary tenía un corderito», ¡él veía la cinta! Bueno, ahora está claro: ¡Tukey observa el desfilar de la cinta, por lo que no puede leer, mientras que yo estoy "hablándome" mientras cuento, por lo que no puedo hablar!

Tras aquel descubrimiento estuve esforzándome por dar con un procedimiento para leer en voz alta mientras contaba, cosa que ninguno de los dos podíamos hacer.

Supuse que debería utilizar una parte de mi cerebro que no interfiriese con el «departamento» del habla ni con el de la visión, por lo que decidí utilizar los dedos, para utilizar sólo el sentido del tacto.

Pronto tuve éxito en contar con los dedos mientras leía en voz alta. Pero yo deseaba que todo el proceso fuese mental y no se fundase en actividades físicas. Probé pues a imaginarme el movimiento de los dedos mientras leía en alto.

Merced a aquella experiencia, Tukey y yo descubrimos que lo que sucede en las mentes de personas distintas cuando creen estar haciendo una misma cosa —algo tan sencillo como contar— puede ser diferente en personas diferentes. Y descubrimos que es posible comprobar externa y objetivamente cómo funciona el cerebro: no es preciso preguntarle a una persona cómo cuenta y fiar en sus propias observaciones de sí misma; en lugar de eso, se observa qué cosas es capaz de

hacer mientras cuenta. La prueba es absoluta. No hay forma de vencerla; no hay forma de fingirla.

Resulta natural explicar una idea echando mano de lo que uno tiene en la cabeza. Los conceptos se encuentran apilados unos sobre otros: esta idea se enseña refiriéndola a tal otra, y esta otra, por medio de una tercera, la cual procede del acto de contar, ique puede ser muy diferente en distintas personas!

Procuro acordarme de esto, sobre todo, cuando estoy enseñando alguna técnica esotérica, como la integración de las funciones de Bessel. Cuando veo ecuaciones, veo las letras de colores; no sé por qué. Al tiempo que hablo, veo imágenes vagas de las funciones de Bessel tomadas del libro de Jahnke y Emde, con jotas de color sepia, enes levemente azul —violáceas, y equis marrón oscuro volando por allí. Y me pregunto qué infiernos de aspecto tienen que ofrecerles a los estudiantes.

4. Salir adelante

En cierta ocasión, allá por los años cincuenta, el barco en que yo volvía de Brasil hizo escala de un día en Trinidad, por lo que decidí darme una vuelta por la ciudad más importante, Puerto España. En aquellos tiempos, cuando visitaba una ciudad lo que más me interesaban eran los barrios pobres, ver cómo funcionaba la vida por la parte de abajo.

Pasé algún tiempo por las colinas, en los barrios negros de la ciudad, vagando a pie de acá para allá. En el camino de vuelta un taxi se detuvo a mi lado y el conductor dijo, «¡Eh, señor! ¿Quiere ver la ciudad? Sólo cuesta cinco biwi.»

Dije, «De acuerdo» y subí al taxi.

El conductor arrancó inmediatamente para llevarme a ver no sé qué palacio, diciendo, «Le voy a enseñar todos los sitios interesantes.»

Yo le dije, «No, gracias. Esos son por un estilo en todas las ciudades. Quiero ver los barrios bajos de la ciudad, donde vive la gente pobre. Las colinas y a las he visto.»

«¡Oh!», dijo, impresionado. «Tendré mucho gusto en llevarle. Y cuando terminemos me gustaría hacerle una pregunta, por lo que quiero que mire todo cuidadosamente».

Me llevó entonces a un barrio de indios, pero de las Indias Orientales —tuvo que haber sido algún plan de viviendas económicas— y se detuvo frente a una casa construida con bloques de cemento. Dentro no había prácticamente nada. Un hombre estaba sentado en los escalones de la entrada. «¿Ve a ese hombre?», dijo el taxista. «Tiene un hijo estudiando medicina en Maryland».

Entonces recogió a una persona del barrio, para que yo pudiera ver mejor cómo eran. Era una mujer con la dentadura toda cariada.

Más adelante se detuvo y me presentó a dos mujeres a quienes él admiraba. «Han logrado reunir el dinero suficiente para una máquina de coser y ahora hacen trabajos de costura y sastrería para las gentes del barrio», me dijo, orgulloso. Cuando me presentó a ellas, dijo, «Este señor es profesor, y lo más interesante, quiere conocer nuestros barrios.»

Vimos muchas cosas, y por fin el taxista me dijo, «Ahora, profesor, esta es mi pregunta: ha podido ver que los indios son tan pobres, más pobres a veces que los negros, sin embargo salen adelante, van a algún sitio. Aquel hombre ha enviado a

su hijo a la universidad; esas mujeres están creando una empresa de confección. Pero mi gente no va a ninguna parte. ¿Por qué es eso?

Como es natural, le respondí que no lo sabía —que es la respuesta que doy a casi todas las preguntas— pero él no estaba dispuesto a aceptarla, viniendo como venía de un profesor. Me esforcé por conjeturar algo que pareciera plausible. Dije, «La vida en la India tiene una larga tradición subyacente, que procede de una religión y una filosofía que tiene miles de años de antigüedad. Y aunque estas personas ya no se encuentran en la India, todavía se pasan de una generación a otra esas tradiciones acerca de lo que importa en la vida, a saber, el esfuerzo por construir para el futuro y sostener a sus hijos en el esfuerzo, tradiciones que les vienen desde hace muchos siglos.»

Proseguí, «Me parece que por desdicha el pueblo al que usted pertenece no ha tenido la oportunidad de desarrollar una tan larga tradición, o si la tuvieron, la perdieron al ser conquistados y esclavizados...». No sé si aquello era verdad, pero fue lo mejor que atiné a conjeturar.

Al taxista le pareció que era una buena observación, y me contó que también él estaba planeando edificar para el futuro: había apostado algún dinero en los caballos, y si ganaba, compraría su propio taxi y entonces sería cuando las cosas iban a irle verdaderamente bien.

Sentí pena por él. Le dije que apostar a los caballos era mala idea, pero él insistió en que era la única forma en que podría conseguirlo. Sus intenciones eran buenas, pero su método tendría que ser la buena suerte.

Como yo no tenía intención de seguir filosofando, me llevó a un sitio donde una banda tocaba muy buena música de calipso, y disfruté de una tarde agradable.

5. Hotel City

En cierta ocasión, estando yo en Ginebra para asistir a una conferencia de la Sociedad Física, salí a dar una vuelta y pasé por casualidad junto a los edificios de las Naciones Unidas. Me dije para mis adentros, «¡Atiza! Me parece que voy a entrar y echar un vistazo». No iba particularmente bien vestido —unos pantalones sucios y un abrigo viejo— pero resultó que ya tenían organizados recorridos de visita, con una guía que te iba enseñando todo.

Aunque la visita fue sumamente interesante, lo más llamativo de todo fue el gran auditorio. Ya se sabe cómo se exagera todo para los grandes personajes internacionales, así que lo que ordinariamente sería un estrado con una tarima estaba aquí dispuesto en varios niveles: era preciso subir tramos enteros de escalera hasta aquella cosa de madera, grande, inmensa, desmesurada, desde atrás la cual se habla; una gran pantalla a la espalda.

Tienes frente a ti los asientos. Las alfombras son elegantes; las grandes puertas con asas doradas del fondo son preciosas. A cada lado del gran auditorio, allá arriba, están las cabinas acristaladas donde se instalan los traductores a los distintos idiomas. Es un lugar fantástico, y no hago más que decirme a mí mismo, « ¡Cara! y ¡Cómo ha de ser dar una conferencia en este lugar!».

Al poco de esto, íbamos caminando por el pasillo que rodeaba el auditorio cuando el guía señaló por la ventana y dijo, «¿Ven ustedes aquellos edificios que están construyendo allí? Serán utilizados por primera vez en la Conferencia Átomos para la Paz, más o menos dentro de seis semanas.»

Recordé de repente que Murray Gell—Mann y yo tendríamos que pronunciar en esa Conferencia sendas charlas acerca de la situación actual en física de altas energías.

Mi alocución estaba prevista para la sesión plenaria, por lo que pregunté al guía, «Señor, ¿dónde se celebrarán las sesiones plenarias de esa Conferencia?»

«Precisamente en la sala de dónde acabamos de salir.»

«¡Oh!» , dije encantado. «¡Así que voy a pronunciar una conferencia en esa sala!»

El guía echó una mirada a mis pantalones sucios y a lo desaliñado de mi camisa. Me di cuenta de lo estúpido que debió sonarle al guía mi comentario, pero no fue más que sorpresa genuina y satisfacción por mi parte.

Seguimos un poco más adelante y el guía dice, «Esta es una sala de estar para los

diversos delegados, donde suelen mantener discusiones informales». Las puertas de la sala tenían pequeñas ventanas cuadradas por las que se podía mirar, así que miramos. Estaban allí sentados unos cuantos hombres, hablando.

Al mirar por la ventana vi a Igor Tamm, un físico ruso a quien conozco. «¡Anda!», exclamé. «¡Yo conozco a ese hombre!», y eché a andar hacia la puerta.

El guía chilló, «¡No, no! ¡No entre ahí!». Para entonces el guía ya estaba seguro de tener a un maníaco entre manos, pero él no podía perseguirme porque tampoco a él le estaba permitido atravesar aquella puerta! Tamm me reconoce y se le ilumina el rostro. Me quedé con él y charlamos un momento. El guía, tranquilizado, continuó la visita sin mí, y yo tuve que correr para alcanzarlos.

En la reunión de la Sociedad Física, mi buen amigo Bob Bacher me dijo, «Oye, va a resultar difícil encontrar habitación en plena conferencia de Átomos para la Paz.

¿Por qué no haces que el Departamento de Estado te arregle lo de la habitación, si todavía no has hecho reserva? »

«¡Nones!», respondí. « ¡ N o quiero que el Departamento de Estado haga nada por mí! ¡Me las arreglaré yo solo!»

Cuando volví a mi hotel les dije que me iría dentro de una semana, pero que tenía que volver a finales de verano. «¿Pueden hacerme ahora una reserva para entonces? »

«¡Desde luego! ¿En qué fechas piensa volver usted?» «En la segunda semana de septiembre...»

«¡Oh! Lo lamentamos muchísimo, Profesor Feynman; tenemos y a completo el hotel en esas fechas.»

Así que fui de hotel en hotel y comprobé que estaban ya ocupados de cabo a rabo, ¡seis semanas antes!

Me acordé entonces de un truco que utilicé en cierta ocasión, estando con un físico amigo mío, un tipo inglés flemático y digno.

Estábamos cruzando los Estados Unidos en auto, y cuando acabábamos de rebasar Tulsa, en Oklahoma, supimos que se esperaban grandes crecidas e inundaciones más adelante. Llegamos a un pueblecito y allí vimos coches aparcados por todas partes, cargados de gente, de familias tratando de dormir. Mi amigo dice, «Más vale que nos detengamos aquí. Está claro que no podemos continuar.»

«¡Ah, vamos!», le digo. «¿Cómo puedes saberlo? Veamos si nosotros podemos. A lo mejor, para cuando llegemos han bajado las aguas.»

«No deberíamos perder tiempo», me contesta. «Tal vez podamos encontrar todavía habitación en un hotel si lo buscamos ahora.»

«¡Venga ya, hombre, no te preocupes por eso!», le digo. «¡Sigamos!»

Salimos del pueblo, avanzamos unos quince kilómetros y nos tropezamos con un torrente. Sí, aquello es demasiado, incluso para mí. No hay discusión posible: no vamos a tratar de vadear aquello.

Damos la vuelta; mi amigo no hace más que rezongar que ahora no tendremos posibilidad alguna de encontrar habitación, mientras yo le digo que no se preocupe.

Al volver al pueblo nos lo encontramos absolutamente bloqueado, lleno de gente durmiendo en sus coches, evidentemente, porque ya no quedan habitaciones. Todos los hoteles tienen que estar a reventar. Veo un cartelillo sobre una puerta: dice «HOTEL». Era la clase de hotel con la que yo estaba familiarizado de cuando Albuquerque, cuando me dedicaba a dar vueltas por la ciudad mirando cosas, mientras esperaba para poder ver a mi esposa en el hospital: hay que subir un vuelo de escaleras y la recepción está en el primer rellano.

«Desde luego, señor. Tenemos una de dos camas en la tercera planta.»

Mi amigo alucinado, estupefacto: ¡El pueblo rebosando de gente que tiene que dormir en los coches, y hete aquí un hotel que tiene habitaciones!

Subimos a nuestra habitación, y gradualmente le va resultando más obvio: la habitación no tiene puerta, sólo un trapo que cuelga en el umbral. El cuarto estaba francamente limpio, tenía un lavabo; no estaba tan mal. Nos dispusimos a ir a la cama.

Me dice, «Tengo que hacer pis.»

«El cuarto de baño está abajo.»

Oímos risas falsas de chicas yendo y viniendo por la sala que hay fuera, y mi amigo empieza a ponerse nervioso.

No quiere salir allí. «Muy bien, no hay pega. Mea en el lavabo», le digo.

«Pero eso es antihigiénico.»

«Qué va, no tiene importancia. Sencillamente, deja correr el agua.»

«No puedo orinar en el lavabo», me dice.

Ambos estábamos cansados, así que nos acostamos.

Hace tanto calor que no utilizamos mantas, y mi amigo no puede dormir debido a los ruidos del lugar. Yo me dormí a medias un poquito.

Un poco después oigo un crujir las tablas del suelo y abro un ojo disimuladamente. Helo allí, en la oscuridad, avanzando a pasitos quedos hacia el lavabo.

Sea como fuere, yo conocía en Ginebra un hotelito llamado Hotel City , que era uno de esos lugares que no tienen más que una entrada que da a la calle y un vuelo de escaleras que llevan a la recepción. Allí solía haber siempre alguna habitación libre, y nadie hacía reservas.

Subí las escaleras que daban a la oficina y le dije al empleado que iba a volver a Ginebra dentro de seis semanas y que quisiera alojarme en su hotel: «¿Podría hacer una reserva?».

«Ciertamente, señor. ¡Desde luego!»

El empleado escribió mi nombre en un pedazo de papel —allí no tenían libro de reservas donde anotarlo. Me acuerdo del empleado buscando un clavo o un gancho donde dejar el papel para acordarse. Así que ya tenía hecha mi «reserva», y todo iba perfectamente.

Volví a Ginebra seis semanas después, fui a Hotel City, y ya me tenían la habitación dispuesta. Estaba en la planta alta. Aunque era un hotel barato, estaba limpio. (¡Era Suiza; estaba limpia!). Había algunos agujeros en la colcha, pero era una colcha limpia. Por la mañana me servían en la habitación un desayuno europeo; estaban francamente encantados de tener aquel huésped que hacía reservas con seis semanas de adelanto.

Fui entonces a las Naciones Unidas para el primer día de la Conferencia Átomos para la Paz. Había toda una cola en la mesa de recepción, donde todo el mundo tenía que presentarse. Una mujer estaba anotando la dirección Un curioso personaje y el teléfono de todo el mundo, para poder localizarle en caso de que hubiera mensajes o recados.

«¿Dónde se aloja usted, Profesor Feynman?» me pregunta.

«En el Hotel City.»

«¡Ah, sin duda quiere usted decir el Hotel Cité!».

«No, se llama City: CITY.» (¿Y por qué no? En América le habiéramos llamado

«Cité», y por lo mismo le llamaban « City » en Ginebra, porque sonaba extranjero.)
«Pero no consta en nuestra lista de hoteles. ¿Está bien seguro de que se escribe "City"?»

«Busque el número en la guía de teléfonos. Allí lo encontrará.»

«¡Oh!, dijo ella, tras consultar la guía telefónica. «¡Mi lista está incompleta! Algunas personas están todavía buscando alojamiento, así que quizás pueda recomendarles el Hotel City.»

Alguien debió advertirla sobre el Hotel City, porque nadie más de la Conferencia acabó parando en él. De cuando en cuando, los del Hotel City recibían llamadas telefónicas para mí de las Naciones Unidas. Entonces alguien subía corriendo los dos vuelos de escalera desde la recepción para venir a avisarme, entre impresionado y curioso, para que bajara a contestar el teléfono.

Recuerdo del Hotel City una historia divertida. Estaba yo una noche mirando por la ventana al patio. En el edificio de enfrente, al otro lado del patio, vi algo por el rabillo del ojo; parecía como un cuenco boca abajo en el alféizar de una ventana. Me pareció que se había movido, así que estuve observando durante un rato, pero nada se movía. Después, al cabo de un rato, se movió un poquitín hacia un lado. No acertaba a imaginarme qué cosa era aquella.

Al cabo de un rato lo averigüé: iera un hombre con unos prismáticos, que tenía apoyados en el repecho, que miraba a través del patio al piso que había bajo el mío! Había otra escena del Hotel City que siempre recordaré, que me encantaría poder pintar: al volver una noche de la conferencia abrí la puerta al pie de la escalera. Allí estaba el propietario, en pie, con un cigarro en la mano, tratando de parecer indiferente, mientras empujaba algo escaleras arriba con la otra. Más arriba, la mujer que me traía el desayuno estaba tirando del mismo objeto pesado con ambas manos. Y en lo alto de las escaleras, en el rellano, allí estaba ella, con sus pieles de imitación, el busto prominente, la mano en la cadera, esperando imperiosamente. Su cliente estaba un poco bebido y no era capaz de subir las escaleras. Yo no sé si el propietario sabía que yo sabía de qué iba todo aquello; sencillamente, pasé de largo. A él le avergonzaba su hotel; pero, claro, para mí era encantador.

6. ¿Quién diablos es Herman?

Un día recibí una conferencia telefónica de una vieja amiga de Los Alamos. Me dice con voz muy seria, «Richard, tengo una noticia triste que comunicarte. Ha muerto Herman».

En esto de los nombres yo siempre me siento inseguro, porque se me olvidan, y después tengo mala conciencia, porque me parece que no le presto suficiente atención a la gente. Así que digo, «¿Oh?» tratando de parecer sereno y serio para poder obtener más información, mientras pienso para mí, «¿Quién diablos es Herman?»

Ella me dice, «Herman y su madre resultaron muertos en un accidente de automóvil cerca de Los Ángeles.

Como su madre es de allí, el funeral tendrá lugar en Los Ángeles, en el Sacramental de Rose Hills, el 3 de Mayo, a las tres de la tarde». Entonces dice, «A Herman le hubiera gustado mucho, muchísimo saber que tú serías uno de los portadores del féretro.»

Sigo sin poder recordarle. Yo digo, «Será un honor, desde luego.» (De este modo podré al menos averiguar quién era Herman.)

Entonces se me ocurre una idea: Llamo a la funeraria. «¿Tienen ustedes un funeral el 3 de Mayo, a las tres de la tarde...?»

¿A qué funeral se refiere: al funeral Goldschmidt, o al funeral Parnell?».

«Bueno, uh..., no lo sé». Todavía no me encaja; no me parece que sea ninguno de ellos. Finalmente, digo, «Seguramente se tratará de un funeral doble. Su madre falleció también.»

«Ah, sí. Entonces se trata del funeral Goldschmidt.»

«¿Herman Goldschmidt?»

«Exactamente. Herman Goldschmidt y la Sra. Goldschmidt. »

Vale. Es Herman Goldschmidt. Pero todavía no puedo recordar a nadie que se llamase Herman Goldschmidt.

No tengo ni idea de qué es lo que he olvidado; por la forma de hablar, mi amiga estaba segura de que Herman y yo nos conocíamos bien.

Mi última oportunidad es ir al funeral y mirar en el ataúd.

Voy al funeral, y la mujer encargada de los arreglos se acerca, toda vestida de negro, y dice con voz lamentosa, «¡Cuánto me alegro de que se encuentre usted aquí.

A Herman le hubiera gustado saber que —todas esas frases tan serias. Todo el mundo va con la cara seria por Herman, y yo sigo sin saber quién es Herman— ¡aunque seguro que si lo supiera sentiría pena por su muerte! El funeral prosiguió, y cuando llegó la hora de que todos desfilásemos junto a los féretros, me levanté. Miré en el primer ataúd; era la madre de Herman. Miré en el segundo, y allí estaba Herman —¡le juro que no le había visto jamás en mi vida!

Llegó la hora de trasladar el féretro y ocupé mi puesto entre los portadores. Deposité muy cuidadosamente a Herman para que reposase en su tumba, porque sabía que le hubiera gustado así. Pero hasta el día de hoy sigo sin tener la menor idea de quién era Herman.

Muchos años después reuní finalmente el coraje necesario para planteárselo a mi amiga. «Sabes, aquel funeral al que fui, el de Howard...»

«Te refieres a Herman».

«¡Ah, sí —Herman! Sabes, no sabía quién era Herman.

Ni siquiera le reconocí en el ataúd.»

«Pero Richard, os conocisteis en Los Alamos justo después de la guerra. Los dos erais buenos amigos míos, y tuvimos muchas conversaciones juntos.»

«Sigo sin poder recordarle.»

Algunos días después me llamó y me dijo lo que podría haber ocurrido: posiblemente ella hubiera conocido a Herman justo después de haberme ido yo de Los Alamos —y por consiguiente debió confundirse un poco en la fechas— pero como ella era tan buena amiga de los dos, creyó que tendríamos que habernos conocido. Así que fue ella la que se equivocó, no yo (que es lo que suele ocurrir). ¿O tal vez estaría nada más siendo cortés conmigo ?

7. ¡Feynman, cerdo machista!

Algunos años después de dar unas lecciones a los estudiantes de primer curso de Caltech (que fueron publicadas con el título de Feynman Lectures on Physics) recibí una larga carta de un grupo feminista. En ella me acusaban de prejuicios contra las mujeres, a causa de dos historias: la primera era un análisis de las sutilezas de la noción de velocidad, en la cual intervenían una conductora que era detenida por un agente de tráfico. Discutían sobre la velocidad a que circulaba, y yo ponía en boca de la conductora objeciones válidas a las definiciones de velocidad que daba el agente. La carta decía que yo hacía parecer estúpida a la conductora.

La otra historia objeto de sus críticas estaba referida por el gran astrónomo Arthur Eddington, quien acababa de averiguar que las estrellas obtienen su energía por combustión atómica del hidrógeno, mediante una reacción nuclear que produce helio. Eddington refería la forma en que, en la noche siguiente a su descubrimiento estaba sentado en un barco con su novia. Ella dijo, « ¡Mira qué hermosas brillan las estrellas!», a lo cual él había replicado, «Sí, y ahora mismo soy el único hombre del mundo que sabe la causa de que brillen». Eddington estaba describiendo una clase de maravillosa soledad, la que se tiene cuando se hace un descubrimiento.

La carta sostenía que yo afirmaba que las mujeres son incapaces de comprender las reacciones nucleares.

Imaginé que carecía de objeto tratar de responder con detalle a sus acusaciones, por lo que les respondí con una breve carta donde les decía, «¡Venga, hombre, no fastidies!

Inútil decir, aquello no funcionó demasiado bien. Me llegó otra carta: «Su respuesta a nuestra carta del 29 de septiembre resulta insatisfactoria...» bla, bla, bla. La segunda carta advertía que de no revisar el editor las cosas que ellas objetaban, íbamos a tener dificultades.

Hice caso omiso de la carta y olvidé el asunto.

Más o menos un año después, la Asociación Americana de Docentes de Física me concedió un premio por escribir aquellos libros, y me pidió que hablase en su congreso de San Francisco. Como Joan, mi hermana, vivía en Palo Alto, a cosa de una hora de coche, pasé la noche en su casa y fuimos juntos al Congreso.

Al acercarnos a la sala donde debía pronunciar mi charla, nos encontramos gente

repartiendo octavillas entre todos quienes entraban. Joan y yo cogimos una cada uno y le echamos una ojeada. En lo alto decían, «UNA PROTESTA». Seguidamente ofrecían citas de las cartas que me habían enviado, y mi respuesta (completa). Para terminar se decía en grandes letras, «¡FEYNMAN, CERDO MACHISTA!».

Joan se detuvo súbitamente y dio la vuelta apresuradamente: «Son muy interesantes», le dijo a la protestante.

«¡Me gustaría tener algunas más!».

Cuando volvió a ponerse a la par conmigo, dijo, «Caray, Richard, ¿qué les has hecho?»

Le conté lo sucedido mientras entrábamos en la sala.

En la parte delantera de la sala, cerca del estrado, se encontraban dos mujeres muy prominentes en la Asociación de Docentes. Una de ellas tenía a su cargo los asuntos femeninos dentro de la organización, y la otra era Fay Ajzenberg, una profesora de física que yo conocía, de Pennsylvania. Me ven bajar hacia el estrado acompañado de una mujer que lleva un puñado de octavillas y me habla. Fay se dirige a ella y le dice, «¿Sabía usted que el Profesor Feynman tiene una hermana a quien animó a estudiar física y ha llegado a doctorarse en física?».

«Desde luego que lo sé,» respondió Joan. «¡Esa hermana soy yo!».

Fay y su asociada me explicaron que las manifestantes eran un grupo irónicamente, dirigido por un hombre que no se cansaban de perturbar todas cuantas reuniones tenían lugar en Berkeley. «Nos sentaremos una a cada lado de usted para hacer ver nuestra solidaridad, y justamente antes de que vaya a hablar, yo pronunciaré unas palabras para acallar a las manifestantes», ofreció Fay.

Dado que antes de intervenir yo habría otro orador, tuve tiempo para pensar algo que decir. Le agradecí a Fay su ofrecimiento, pero lo decliné.

En cuanto me puse en pie para hablar, media docena de manifestantes avanzaron hasta la delantera del salón de actos y desfilaron justo al pie del estrado, agitando en alto sus letreros y salmodiando, «¡Feynman, cerdo machista! ¡Feynman, cerdo machista!».

Comencé mi alocución diciendo a las manifestantes, «Lamento que la brevedad de mi respuesta a la carta de ustedes las haya hecho venir innecesariamente. Hay lugares más serios a los que dirigir la atención para mejorar la situación de las

mujeres en la física que estos errores relativamente triviales —si así es como quieren llamarlos— en un libro de texto. Pero, después de todo, tal vez haya sido buena cosa que hayan venido. Pues las mujeres son efectivamente víctimas de prejuicios y discriminación en la física, y hoy, la presencia de ustedes aquí nos recuerdan a todos tales dificultades y la necesidad de ponerles remedio.»

Las manifestantes se miraron unas a otras. Los cartelones que alzaban empezaron a bajar lentamente, como las velas al amainar el viento.

Proseguí: «A pesar de que la Asociación Americana de Docentes de Física me haya concedido un premio por enseñar, he de confesar que no sé hacerlo. Nada, pues, tengo que decir sobre enseñanza. Quisiera en cambio hablar de algo que resultará especialmente interesante para las mujeres que me están escuchando: me gustaría exponer la estructura del protón.»

Las manifestantes bajaron sus letreros y salieron. Mis anfitriones me contaron después que jamás el hombre aquel y su grupo de protesta había sido vencido tan fácilmente.

(He descubierto recientemente una transcripción de mi discurso, y lo que dije al principio no parece ni de lejos tan dramático como yo lo recuerdo. ¡Lo que recuerdo haber dicho es mucho más maravilloso que lo dije en realidad!)

Después de mi intervención, algunas de las manifestantes volvieron a la carga para presionarme sobre la historia de la conductora. «¿Por qué una conductora?», insistían. «Está usted dando a entender que todas las mujeres son malas conductoras.»

«Pero la mujer hace parecer bobo al agente», dije yo.

«¿Por qué no les preocupa a ustedes el policía?»

«¡Porque eso es lo que es de esperar de un policía!», dijo una de ellas. «¡Son todos unos cerdos!».

«Pero es que debería importarles», dije yo. «En la historieta del libro olvidé decir que se trataba de una agente.»

8. Acabo de estrecharle la mano, ¿puedes creerlo

Desde hace algunos años, la Universidad de Tokio ha estado reiterándome su invitación para visitar Japón. Pero cada una de las veces que aceptaba me ponía enfermo y no podía ir.

Iba a celebrarse un congreso en Tokio durante el verano de 1986, y la universidad volvió a invitarme. A mí me encanta Japón, y tenía muchas ganas de ir, pero la invitación me hacía sentirme incómodo, porque no tenía ninguna aportación original que presentar. Aunque la universidad me aseguró que sería perfectamente aceptable que presentase un artículo de carácter expositivo, yo les expliqué que no me gustaba hacer eso. Entonces me dijeron que se sentirían muy honrados si yo presidía una sesión de la conferencia —que eso sería todo cuanto yo habría de hacer. Así que finalmente accedí.

Tuve suerte esta vez y no enfermé ⁵. Gweneth y yo viajamos a Tokio, y yo presidí una de las sesiones.

La función del presidente es garantizar que las comunicaciones no excedan del tiempo previsto, para que todos tengan oportunidad de ofrecer la suya. El presidente ocupa una posición de tan alto honor que tiene dos vicepresidentes para ayudarlo. Mis vicepresidentes dijeron que se encargarían de presentar a los oradores así como de avisarles cuando agotasen su tiempo.

Las cosas rodaron perfectamente durante casi toda la sesión, hasta que uno de los oradores —un japonés— continuó hablando tras haber consumido su tiempo. Eché una ojeada al reloj y calculé que ya era hora de que interrumpiese su exposición. Consulté con la mirada a los vicepresidentes e hice un leve gesto.

Ellos se me acercan y dicen, «No haga nada; nosotros nos ocuparemos. Está hablando de Yukawa ⁶. No hay problema.»

Así que fui presidente honorario de una sesión, y no tenía siquiera la impresión de haber hecho bien mi tarea.

Y para eso, la universidad había pagado mi viaje a Japón, se había cuidado de todos los detalles y se habían mostrado generosos y atentos en extremo.

⁵ Feynman sufría de un cáncer abdominal. Se sometió a operaciones quirúrgicas en 1978 y en 1981. A su regreso de Japón volvió a pasar por el quirófano, en octubre de 1986 y en octubre de 1987.

⁶ Hideki Yukawa. Eminentísimo físico japonés; premio Nobel en 1949

Una tarde, después de comer, estábamos hablando con el organizador de nuestro viaje. Nos muestra un mapa de ferrocarriles, y Gweneth se fija en una línea curva con un montón de paradas en mitad de la península de Ise. Aquello no está cerca del mar; no está cerca de nada. Ella señala con el dedo el final de la línea y dice, «Queremos ir aquí.»

Nuestro organizador mira el lugar y dice, «¡Oh. ¿Quieren ustedes ir a... Iseokitsu?»

Ella responde, «Así es».

«Pero en Iseokitsu no hay nada», se dirige a mí, mirándome como si mi esposa estuviera loca y tuviera la esperanza de que yo pudiera devolverle el juicio.

Así que digo, «Exactamente, así es. Queremos ir a Iseokitsu.»

Gweneth no se había puesto de acuerdo conmigo, pero yo sabía lo que estaba pensando: disfrutamos yendo a sitios que están en medio de nada, lugares de los que nunca hemos oído hablar, lugares que no tienen nada de especial.

Nuestro anfitrión parece un poco molesto; no ha hecho jamás una reserva de hotel para Iseokitsu; ni siquiera sabe si hay allí una posada.

Echa mano del teléfono y llama a Iseokitsu para enterarse. Resulta que en Iseokitsu no hay alojamientos. Pero hay otra villa, a unos siete kilómetros más allá del final de la línea de ferrocarril, que tiene una posada de estilo japonés.

Nosotros decimos, «¡Espléndido! ¡Eso es exactamente lo que queremos! ¡Una posada de estilo japonés!» Le dan el número y llama.

El posadero se muestra reacio. «Nuestra posada es muy pequeña; la atendemos entre la familia.»

«Eso es lo que desean», le insiste nuestro hombre.

«¿Ha aceptado?», pregunto.

Al cabo de un poco más de discusión con el otro, me responde, «Sí, acepta».

Pero a la semana siguiente, nuestro anfitrión recibe una llamada de esa misma posada. Resulta que la noche pasada tuvieron una conferencia de familia y decidieron que no podían afrontar la situación. No pueden ocuparse de extranjeros.

Yo pregunto, «¿Qué pega tienen?»

Nuestro anfitrión telefona a la posada y pregunta qué problema hay. Se vuelve hacia nosotros y dice, «Es el aseo. No tienen cuarto de aseo de estilo occidental.»

Le digo, «Explíqueles que la última vez que mi esposa y yo fuimos de viaje llevábamos una palita y papel higiénico, y que hicimos nuestros propios hoyos en tierra.

Pregúnteles si hemos de llevar nosotros la pala.» Nuestro huésped les explica por teléfono lo anterior y le responden que vale, aceptan. «Pueden ustedes ir por una noche. No hace falta que lleven pala propia.»

El posadero nos recogió en la estación de ferrocarril de Iseokitsu y nos llevó hasta la posada. Por el exterior de nuestra habitación había un jardín muy hermoso. Nos fijamos en una rana arbórea de brillante color verde esmeralda que trepaba por un marco de metal con barras horizontales (utilizado para tender la ropa a secar) y una diminuta serpiente amarilla en un arbusto que había frente a nuestra *engawa* (mirador). En efecto, no había nada en Iseokitsu —pero a nosotros nos pareció muy hermoso y muy interesante.

Resultó que había un templo a cosa de kilómetro y medio —tal era la razón de que allí hubiera una pequeña posada— así que fuimos paseando hasta ella. En el camino de vuelta se puso a llover. Un hombre nos rebasó en su auto; entonces dio la vuelta y regresó a por nosotros.

«¿Adonde van?», preguntó en japonés. «A la posada », respondí. Y nos llevó.

Al llegar a nuestra habitación, Gweneth descubrió que había perdido un rollo de película fotográfica, posiblemente en el coche del hombre que nos recogió. Así que saqué el diccionario y consulté «película» y «pérdida», y traté de explicárselo al posadero. No sé cómo pudo hacerlo, pero averiguó quién era el hombre que nos trajo, y encontramos la película en su coche.

El baño era interesante; teníamos que atravesar otra habitación para tomarlo. La bañera era de madera, y a su alrededor había toda clase de juguetitos, barquitos y cosas así. También había una toalla estampada con Mickey Mouse.

El matrimonio que llevaba la posada tenía una hijita de dos años, una nena pequeñita. Vistieron a su niña con un kimono y la trajeron a nuestra habitación. Su madre le hizo cosas de *origami* (papiroflexia); yo le hice algunos dibujos y todos jugamos con ella.

Una señora que vivía al otro lado de la calle nos regaló una preciosa bola de seda que había hecho ella misma.

Todo era amistoso; todo era muy bueno.

Estaba convenido que nos fuésemos a la mañana siguiente. Teníamos una reserva en uno de los más famosos lugares de temporada, un balneario que había no sé dónde. Volví a mirar en el diccionario; después bajé y le mostré al posadero el recibo de nuestra reserva en el gran hotel —se llamaba el Gran Vista, o algo así. Le dije, «Nosotros no querer ir gran hotel mañana noche; nosotros querer quedar aquí mañana noche. Nosotros felices aquí. Por favor, llámeles; cambie esto.»

El me dice, «¡Desde luego! ¡Desde luego!». Podía darme cuenta de que le complacía la idea de que estos extranjeros fueran a cancelar su reserva en aquel hotel de lujo para quedarse otra noche en su fondita.

Cuando regresamos a Tokio fuimos a la Universidad de Kanazawa. Algunos profesores habían hecho los preparativos para llevarnos en coche a lo largo de la costa de la cercana península de Noto. Atravesamos varios deliciosos pueblecitos pesqueros y fuimos a visitar una pagoda que había en medio de aquella región.

Visitamos después un santuario con un enclave en su parte, trasera, donde sólo se podía entrar por invitación especial. El sacerdote sintoísta que nos recibió fue muy amable. Nos invitó a tomar el té en sus estancias particulares y caligrafió para nosotros algunos signos.

Nuestros anfitriones nos llevaron algo más allá, costa adelante, pero tuvieron que regresar a Kanazawa. Gweneth y yo decidimos quedarnos en Togi durante dos o tres días. Nos alojamos en un hotel de estilo japonés, y la hotelera fue muy, muy atenta con nosotros. Se puso de acuerdo con su hermano para que nos llevara en coche por la costa hasta varios pueblecitos, y después regresamos en autobús.

A la mañana siguiente, la hotelera nos dijo que ocurría en la ciudad un acontecimiento importante. Iba a ser consagrado un nuevo santuario, en sustitución del antiguo.

Cuando llegamos al lugar fuimos invitados a sentarnos en un banco y nos sirvieron té. Había mucha gente por allí; finalmente, de la parte trasera del santuario salió una procesión. Nos encantó comprobar que el personaje que la encabezaba era el sacerdote del santuario que habíamos visitado pocos días antes. Iba revestido con grandes ropajes ceremoniales, y saltaba a la vista que todo, aquello estaba a su cargo.

La ceremonia comenzó al poco. No queríamos inmiscuirnos en un lugar sagrado, por lo que nos quedamos atrás, fuera del santuario propiamente dicho. Pero había chiquillos corriendo y saltando arriba y abajo por las escaleras, jugando y haciendo ruido, por lo que nos figuramos que quizás no fuera tanta la formalidad. Nos acercamos un poco y subimos la escalinata, para poder ver lo que pasaba dentro.

La ceremonia era maravillosa. Había una copa ceremonial cubierta con ramas y hojas; había un grupo de muchachas vestidas con un hábito especial; también había bailarines. Todo muy elaborado.

Estábamos observando todos aquellos actos cuando súbitamente nos tocan en el hombro. ;Era el oficiante principal! Nos hace gestos para que le sigamos.

Rodeamos el santuario y entramos por un lateral. El sacerdote nos presenta al alcalde y a otros dignatarios, y nos invita a sentarnos. Un actor *noh* ejecuta una danza y se suceden toda clase de cosas maravillosas.

Después vienen los discursos. Primero el alcalde pronuncia unas palabras. Después, el sacerdote se pone en pie y habla. Dice «Unano, utsini Kuntana Kanao. Untanao uni Kanao. Uniyo zoimasu doizinti Fain—man—san unkanoo Kane gozai—mas...» —y entonces señala a «Fain—man—san» y me indica que diga algo!

Hablo muy mal japonés, por lo que dije unas palabras en inglés: «Me encanta el Japón», les digo. «Estoy especialmente impresionado por la tremenda velocidad del cambio tecnológico de su país, que ha sabido conservar al mismo tiempo tradiciones tan ricas en significado, como están demostrando ustedes en la dedicación de este santuario». Quería expresar la mezcla que había visto en Japón: cambio, pero sin pérdida de respeto a las tradiciones.

El sacerdote principal dice algo en japonés que no me parece pueda ser la traducción de mis palabras (aunque tampoco podría asegurar lo contrario), porque anteriormente él jamás había comprendido nada cuando yo le hablaba! Pero él actuaba como si hubiera comprendido exactamente mi discursito, y lo estuviera «traduciendo» para todos, con total confianza. Se parecía mucho a mí en este aspecto.

Sea como fuere, la gente escuchó cortésmente lo que hipotéticamente yo dije, y después otro sacerdote pronunció otro discurso. Era un hombre joven, discípulo del sacerdote principal, e iba revestido con unos hábitos maravillosos; llevaba unos

pantalones muy grandes y anchos en las piernas y una especie de sombrero también muy ancho y muy grande. Tenía un aspecto delicioso, maravilloso en verdad.

Después fuimos a almorzar con todos los dignatarios y me sentí muy honrado de figurar entre ellos.

Concluida la ceremonia de dedicación, Gweneth y yo les dimos las gracias al sacerdote principal y abandonamos la sala del banquete para pasear un rato por el pueblo.

Al poco nos encontramos con algunas personas que iban tirando de un gran vagón con un relicario y lo llevan por las calles de la ciudad. Todos llevan ropas especiales decoradas con símbolos en la espalda, y cantan, «¡Eyo! ¡Eyo!»

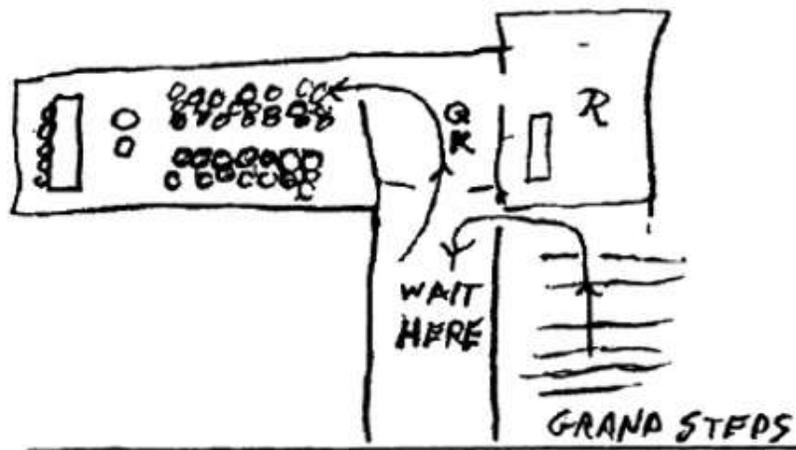
Vamos tras la procesión, disfrutando de los festejos, cuando se nos acerca un policía de radioteléfono. Se quita el guante blanco y nos alarga la mano. Nos estrechamos las manos.

Al despedirnos del policía y reanudar la marcha tras la procesión, oímos a espaldas nuestras una voz alta, aguda, que habla muy rápidamente. Nos volvemos y vemos al policía, que aferra el radioteléfono y habla a través de él con mucha excitación: «O gano faan miyo ganu Fain—man—san iyo Kano muri tono muroto Kala...».

Podía imaginármelo diciéndole a su interlocutor, «¿Te acuerdas de un tal Sr. Fain—man que habló en la consagración del santuario? Aunque no te creas, ¡acabo de estrecharle la mano!».

¡La «traducción» del sacerdote debió ser algo verdaderamente impresionante!»

9. Cartas, fotos y dibujos



11 de Octubre de 1961

Hotel Amigo, Bruselas

¡Hola, amor mío!

Murray y yo nos mantuvimos despiertos el uno al otro discutiendo hasta que no pudimos más. Nos despertamos sobre Groenlandia, que estaba todavía más preciosa que la última vez, porque pasamos por la parte más bonita. En Londres, nos reunimos con otros físicos y fuimos juntos hasta Bruselas. Uno de ellos estaba preocupado, porque en su guía de viajes el Hotel Amigo ni siquiera figuraba. Pero otro de los colegas tenía una guía más moderna. ¡Cinco estrellas, y se rumorea que es el mejor de Europa!

Es verdaderamente muy agradable. Todo el mobiliario es de madera pulida, color granate oscuro, en perfecto estado; el cuarto de baño es magnífico, etc. Verdaderamente es una lástima que no vinieras a esta conferencia, en lugar de acompañarme a la otra.

Al día siguiente, en la reunión, las cosas arrancaron con lentitud. Yo tenía que hablar a primera hora de la tarde. Y así fue, pero en realidad no tuve suficiente tiempo. Tuvimos que interrumpirla a las 4, a causa de una recepción prevista para

esa noche. A pesar de todo, me parece que mi comunicación estuvo bien; después de todo, lo que me quedó por decir estaba en la versión escrita.

Así que esa tarde fuimos al palacio a saludar al rey y a la reina. Teníamos taxis esperándonos en el hotel —taxis grandes, negros— y allá nos fuimos a las 5 de la tarde. Llegamos a las puertas del palacio, con un guardia a cada lado, y pasamos en coche bajo un arco, donde nos abrieron la puerta servidores de librea roja y medias blancas con una banda negra y torzuelo dorado bajo cada rodilla. Más guardias todavía en la entrada, en el vestíbulo, a lo largo de la escalinata y hasta una especie de salón de baile. Estos guardias, todos de gorro ruso gris oscuro con barbiquejo, casaca oscura, pantalón blanco y botas de montar negras y refulgentes, están allí muy tiesos, todos con el sable en alto.

Una vez en el «salón de baile» tuvimos que esperar cosa de veinte minutos. Los suelos son de parquet taraceado, con una L en cada cuadrado (en recuerdo del rey Leopoldo —el actual se llama Balduino o así). Las paredes, doradas, son del siglo XVIII; en el techo hay pinturas de mujeres desnudas que conducen carros entre las nubes. Hay un montón de espejos y de sillas doradas tapizadas en rojo a lo largo del borde exterior de la sala —exactamente igual que tantos otros palacios que hemos visto, aunque esta vez no se trata de un museo; está vivo, todo está vivo y reluciente, todo en perfecto estado. Varios funcionarios de palacio se encargaban de nosotros. Uno de ellos, que llevaba una lista, me dijo dónde debería situarme, pero no lo hice bien y después me encontré descolocado.

Se abren las puertas del fondo de la sala. Hay guardias que escoltan al rey y a la reina. Entramos todos, lentamente, y vamos siendo presentados uno a uno al rey y a la reina. El rey es una persona joven de rostro medio lelo y vigoroso apretón; la reina es muy atractiva. (Me parece que se llama Fabriola (sic) —una condesa española).

Salimos a otra sala que hay a la izquierda, donde hay una mesa con seis asientos para científicos ilustres.—Niels Bohr, J. Perrin (un francés), J. R. Oppenheimer, etc. Mira el dibujo.

Resulta que el rey quiere saber qué estamos haciendo, así que todos aquellos viejos chicos van a dar una serie de seis pesadas conferencias —muy solemnes; nada de

bromas. Estuve muy incómodo allí en mi asiento, porque tenía la espalda rígida y dolorida de dormir en el avión.

Cumplido el trámite, los reyes pasan a través de la sala en la que les fuimos presentados y vamos a otro salón a la derecha (marcado R en el dibujo. Todos estos salones son muy grandes, dorados, Victorianos, lujosos, etc.). En R hay uniformes de muchas clases: guardias en la puerta con casacas rojas, camareros de librea blanca (para servirnos bebidas y aperitivos), militares de Kaki y medallero, y tipos de chaqué negro —tipo funeraria— que son funcionarios de palacio.

En el tránsito desde L hasta R voy de último, porque a causa de las molestias en la espalda he de caminar lentamente. Me encuentro hablando con uno de los funcionarios de palacio, un hombre agradable. Enseña matemáticas a medio tiempo en la Universidad de Lovaina, pero su trabajo principal es el de secretario de la reina. También ha sido tutor del rey durante la juventud de éste y ha estado trabajando en palacio desde hace 23 años. Ahora, por fin, tengo alguien con quien hablar.

Otros conversan con el R o la R ; todos estamos de pie. Al cabo de un ratito, el profesor que preside la conferencia (Prof. Bragg) me toma del brazo y me dice que el rey desea hablarme. Bragg dice, «R, éste es Feynman».

Metedura de pata N° 1: Pretendo volver a estrecharle la mano. Incorrecto al parecer: no hay mano que reciba la mía. Tras una pausa embarazosa, R salva la situación estrechándomela. El rey hace comentarios corteses sobre lo inteligentes que tenemos que ser todos y lo difícil que tiene que ser pensar. Respondo con observaciones jocosas (habiendo sido instruido por Bragg que así convenía, pero, ¿él cómo lo sabe?...) y meto la pata por segunda vez. Finalmente, se alivia la tensión cuando Bragg trae otro profesor —Heisenberg, me parece. R olvida a F y F se escabulle para reanudar conversación con secretario de R.

Tras un tiempo considerable —varios zumos de naranja, seguidos de muchos excelentes canapés— un uniforme militar con medallas se me acerca y dice, «¡Hable con la reina!». Nada me gustaría más (la chica es bonita, pero no te preocupes, está casada). F entra en escena: R está sentada a una mesa rodeada por otras tres sillas ya ocupadas —no hay sitio para F. Se producen diversas tosecillas, ligera confusión, etc. y ¡hop! —una de las sillas es liberada de mala gana. Las otras sillas contienen

una dama, un clérigo con todos los arreos, de punta en blanco, llamado LeMaître (que también es físico).

Mantenemos una larga conversación (aunque presto oído, no percibo tosecillas y no soy evacuado de mi asiento) de unos 15 minutos, tal vez. Un botón de muestra:

Ra : «Tiene que resultar muy arduo pensar en esos difíciles problemas...»

F: «No, todos los hacemos porque nos gusta».

Ra : «Tiene que resultar difícil aprender a cambiar todas las ideas que uno tiene» — (cosa que ella ha aprendido en las seis conferencias).

F: «No, los tíos que dieron las conferencias son vejestorios —los cambios de que hablaron se produjeron en 1926, cuando yo tenía 8 años nada más. Así que cuando aprendí física tuve que aprender las ideas nuevas. El gran problema está ahora en saber si tendremos que cambiarlas otra vez.

Ra : «Sin duda debe causarle satisfacción saber que está usted trabajando por la paz.»

F: «No, ni se me pasa por la cabeza si es por la paz o no. No lo sabemos.»

Ra : «Desde luego, las cosas están cambiando rápidamente. Mucho es lo que han cambiado en los últimos cien años.»

F: «No en este palacio.» (Lo pensé, pero me controlé.). «Sí, y después me embarco en una lección sobre lo que se conocía en 1861 y lo que hemos descubierto desde entonces», añadiendo al final, medio riéndome, «Me parece que no puedo evitar largar lecciones. Claro, ya ve usted, es que soy profesor, ija, ja!»

La reina, desesperada, se vuelve hacia la dama sentada a su costado y empieza a conversar con la misma.

Algunos momentos después, llega R y le susurra algo a R quien se levanta, y ambos se marchan tranquilamente. F regresa con el secretario de la reina, quien personalmente le acompaña en su salida del palacio, dejando atrás guardias, etc.

Siento terriblemente que te lo perdieras. No sé cuándo encontraremos otro rey para que puedas conocerle ⁷.

Esta mañana en el hotel, antes de salir con los demás, un botones estuvo voceando mi nombre, por un aviso. Regresé con los otros y anuncié, «Caballeros, esa llamada era del secretario de la reina. Es preciso que abandone ahora mismo su compañía».

⁷ Cuatro años después, Richard y Gweneth conocieron al rey de Suecia, en la ceremonia de entrega de los premios Nobel.

Todos quedan impresionados, porque no pasó desapercibido que F habló más larga y duramente con R de lo que parecía correcto. Lo que no les dije, sin embargo, es que se trataba de un encuentro preconvenido, que el secretario me estaba invitando a conocer a su esposa y a dos de sus (cuatro) hijas, y a ver su casa. Yo le había invitado a visitarnos en Pasadena cuando viniera a América, y ésta era su respuesta.

Su esposa y sus hijas son muy agradables y su casa es positivamente deliciosa. Te hubiera gustado más todavía que visitar el palacio. Ha proyectado y construido su casa a estilo belga, un poco a imitación de una antigua casa de labor, pero bien hecha. Dentro tiene muchos armarios y mesas antiguas, justo al lado de muebles mucho más modernos, pero todos muy bien combinados. Resulta mucho más fácil encontrar antigüedades en Bélgica que en Los Ángeles, porque aún quedan muchas viejas granjas, etc. La casa es algo más grande que la nuestra, y tiene mucho más terreno, pero todavía no está ajardinado ni cultivado, salvo por una huerta de hortalizas. Tiene un banco que hizo para sí escondido entre los árboles allá en el jardín, desde donde puede sentarse a contemplar la campiña de los alrededores. También tiene un perro —traído de Washington— que alguien le regaló al rey y que éste le traspasó. El perro tiene un carácter parecido a Kiwi ⁸, seguramente porque es igual de amado.

Le dije al secretario que yo tenía una reina en un castillito de Pasadena, a quien me gustaría que él conociera, y me contestó que confiaba en poder ir a América a vernos. El vendría en caso de que la reina volviera a visitar Estados Unidos.

Te envió una fotografía de su casa, y su tarjeta, no sea que yo las pierda.

Sé que debes sentirte fatal por haber tenido que quedarte esta vez, pero algún día lo arreglaremos, de algún modo. No olvides, sin embargo, cuánto te quiero y de lo orgulloso que estoy de la familia que tengo y de la que voy a tener⁹. El secretario y su esposa te envían sus mejores deseos para ti y para nuestro futuro.

Bien quisiera que estuvieras aquí, o si no, estar yo ahí. Besa a SNORK¹⁰. Cuéntale a Mamá mis aventuras, y estaré en casa antes de lo que piensas.

⁸ El perro de los Feynman

⁹ Gweneth estaba esperando a Carl a la sazón.

¹⁰ Kiwi.

Tu marido te ama

Tu marido.

*Gran Hotel**Varsovia*

Queridísima Gweneth,

Para empezar, te quiero.

También os echo mucho de menos a ti y al niño¹¹ y a Kiwi, y verdaderamente quisiera estar en casa.

Me encuentro ahora en el restaurante del Gran Hotel. Los amigos me advirtieron ya que el servicio es lento, así que volví a buscar plumas y lápices para trabajar en mi intervención de mañana, mas, ¿qué mejor que escribir, en cambio, a mi adorada? ¿Cómo es Polonia? La impresión más fuerte —y que tanta sorpresa me causa— es que todo es casi exactamente como me lo figuraba (excepto en un detalle), no sólo en el aspecto exterior, sino también en la gente, en sus sentimientos, en lo que dicen y piensan del gobierno, etc. Según parece, en los Estados Unidos estamos bien informados, y las revistas como Time y Atlas no están tan mal. El «detalle es que yo había olvidado cuán completamente quedó destruida Varsovia durante la guerra, y así pues, que con pocas excepciones (fácilmente identificables por los agujeros de bala que las cubren), todos los edificios ha sido construidos después de la guerra. Se trata, de hecho, de un verdadero logro, pues son muchísimos los edificios nuevos: Varsovia es una ciudad grande, totalmente reconstruida.

El genio de los constructores locales es su capacidad para construir viejos edificios. Hay edificios a los que se les cae el revoco (paredes cubiertas de cemento, a través del cual asoman parches de ladrillo gastado), barrotes corroídos en las ventanas, con lameduras de óxido corriendo fachada abajo del edificio, etc. Además, la arquitectura es de estilo antiguo —la decoración es de tipo 1927, pero más pesada— y no hay nada interesante que ver (excepto un edificio).

El cuarto del hotel es muy pequeño, y el mobiliario, barato. El techo es muy alto (unos 4 metros y medio), hay en las paredes viejos manchones de humedad, la escayola está al descubierto en los puntos donde la cama roza la pared, etc. Me recuerda un viejo «Gran Hotel» de Nueva York, ya sabes, la colcha de algodón descolorida que deja ver las desigualdades del colchón, etc. En cambio, la

¹¹ Carl. Esta carta fue escrita en 1963.

fontanería del baño (grifos, etc.) está brillante y reluciente, lo que me dejó confuso: parecen relativamente nuevos en este viejo hotel. Finalmente averigüé lo que pasa: el hotel sólo tiene tres años —había olvidado su capacidad para construir cosas viejas. (Todavía no ha venido el camarero, así que me interrumpo y llamo a uno que pasa. Me dirige una mirada confusa —y llama a otro. Resultado neto: me dicen que no hay servicio para mi mesa y me piden que me traslade a otra. Hago diversos ruidos de enojo. La respuesta: me ponen en otra mesa, me entregan un menú, y me conceden unos 15 segundos para decidirme. Encargo Sznycel Po Wiedensku — chuleta de ternera a la Vienesá.)

Sobre la cuestión de si hay micrófonos en la habitación: busco las tapas de registros (como el que hay en el techo de la ducha). Hay cinco en total, todos cerca del techo —son cuatro metros y medio. Me haría falta una escalera, por lo que decido no investigarlos. Pero hay una placa cuadrada parecida en uno de los rincones del cuarto, en la parte baja, cerca del teléfono. Tiro de ella un poquito (uno de los tornillos está suelto). Pocas veces he visto tantos hilos —iparece una radio vista por abajo! ¿Qué es esto? ¡Quién sabe! No he visto ningún micrófono; los extremos de los cables están cubiertos con cinta aislante, como si se tratase de conexiones o tomas que han dejado de utilizarse. Tal vez el micrófono esté oculto bajo la cinta. Bueno, no tengo destornillador y no puedo desmontar la placa para investigar más. En dos palabras, si mi cuarto no tiene escuchas, están desperdiciando un montón de hilos.

Los polacos son gente agradable, pobre, tienen al menos un gusto medio en (illega la sopa!) el vestir, etc. Hay lugares agradables donde bailar, con buenas orquestas, etc., etc., Así que Varsovia no es demasiado aburrida y pesadota, como se oye decir que lo es Moscú. Por otra parte, uno se tropieza por todas partes con esa clase de estúpida y retrógrada conducta característica del gobierno —ya sabes, como cuando te dijeron no tener cambio de 20 dólares cuando fuiste a la ciudad a renovar tu tarjeta en la Oficina de Inmigración. Ejemplo: perdí mi lápiz y quise comprarme otro en el kiosco de prensa del hotel.

«Un bolígrafo cuesta 1 dólar y 10 centavos.»

«No, no me ha entendido. Quiero un lápiz corriente, de los de madera, con mina.»

«No, solamente tenemos bolígrafos de 1'10 dólares.»

«Bueno, ¿cuántos zlotys son?»

«No puede usted pagarlo en zlotys ; tiene que ser por 1'10 dólares.» (¿Por qué? ¡Quién sabe!)

Tengo que subir a la habitación a por dinero americano. Le entrego 1 dólar y 25 centavos.

El empleado del kiosco no puede darme el cambio. Es preciso ir al cajero del hotel. La factura de mi pluma se escribe por cuadruplicado: el empleado se queda con una copia, el cajero con otra; dos son para mí. ¿Para qué puedo quererlas? En el dorso se dice que deberé conservarlas para no pagar aduana en los Estados Unidos. El bolígrafo es un Papermate hecho en los Estados Unidos. (Me retiran el plato de sopa.)

El verdadero problema de empresa pública como contraposición a la privada suele discutirse sobre bases demasiado abstractas y filosóficas. Teóricamente, la planificación puede ser buena. Pero nadie ha averiguado jamás la causa de la estupidez gubernamental, y hasta que se consiga (y se descubra el remedio), todos los planes ideales caerán en arenas movedizas.

No acerté en la naturaleza del palacio donde se celebran las reuniones. Había imaginado una gran sala, antigua e imponente, del siglo XVI o así. Como antes, olvidé lo concienzudamente destruida que había sido Polonia.

El palacio es completamente nuevo: nos reunimos en una sala circular con paredes blancas, con decorados dorados en los balcones; el techo está pintado de color azul cielo y nubes. (Llega el plato principal. Lo como; es muy bueno. Encargo el postre: pastelillos con ananás, 125 g. Incidentalmente, el menú es muy preciso: los «125 g» corresponden al peso, 125 gramos. Hay cosas como «filete de arenque, 144 g», etc. No he visto que nadie compruebe con una balanza si le están estafando; por mi parte, no comprobé si el peso de la chuleta eran los 100 gramos declarados.)

No estoy sacando nada de la reunión. No estoy aprendiendo nada. Como no hay experimentos, esta especialidad no es muy activa, por lo que son pocos los físicos verdaderamente buenos que trabajan en ella. El resultado es que esto está lleno de bobos (126), lo cual no es bueno para mí presión arterial. Son tan grandes y tan seriamente analizadas las trivialidades que se están presentando, que me meto en discusiones fuera de las sesiones formales (por ejemplo, durante el almuerzo) cada

vez que alguien me pregunta algo o empieza a hablarme de su «trabajo. ». Dicho trabajo cae inexorablemente en una de las siguientes categorías: (1) totalmente incomprensible, (2) vagoroso e indefinido, (3) correcto —se trata de algo obvio y evidente por sí mismo— pero elaborado mediante un análisis largo y difícil, y presentado como si fuera un descubrimiento importante, o (4) la afirmación, basada en la estupidez del autor, de que cierto hecho evidente, aceptado y comprobado desde hace años, es, en realidad falso (estos son los peores: ningún razonamiento puede convencer al necio en cuestión), (5) una tentativa de hacer algo que aunque probablemente es imposible, ciertamente carece de utilidad, y que, como nos es revelado al final, fracasa (llega el postre y es devorado), o (6) algo simplemente erróneo. Estos días hay muchísima «actividad en este campo», pero tal «actividad» consiste fundamentalmente en poner de manifiesto que la «actividad» previa de algún otro acabó en error, en nada de utilidad, o en algo prometedor. Es como si un montón de gusanos tratasen de salir de una botella arrastrándose y encaramándose por encima de los demás. No es que la materia sea difícil, es que las personas capaces se están ocupando de otras cosas. ¡Recuérdame que no vuelva a asistir a ninguna otra conferencia sobre gravitación!

Fui esta noche a casa de uno de los profesores polacos (joven, con una esposa joven). A la gente se le conceden en los apartamentos unos 6 metros cuadrados por persona, pero su esposa y él han tenido suerte: disponen de casi 20 —para sala de estar, cuarto de aseo y cocina. Se encontraba un poco azorado con sus invitados (el profesor Wheeler y su esposa, otra persona y yo) y parecía como pedir disculpas por la pequeñez de su apartamento. (Pido la cuenta. Durante todo este tiempo, el camarero ha tenido dos o tres mesas activas, contada la mía). En cambio su esposa se encontraba perfectamente a gusto y besaba a su gato siamés, «Bubush», exactamente igual que tú haces con Kiwi. Hizo un magnífico trabajo alentando y animando la reunión (para poner la mesa de la comida fue necesario sacarla de la cocina, lo que obligó antes a sacar de sus goznes la puerta del baño). (Hay solamente cuatro mesas activas en todo el restaurante, y cuatro camareros). Cocinaba muy bien y todos disfrutamos mucho con la comida.

¡Ah, mencioné antes que sí hay en Varsovia un edificio interesante que ver! Es el mayor edificio de Polonia: el «Palacio de la Ciencia y la Cultura » , regalo de la

Unión Soviética. Fue diseñado por arquitectos soviéticos. ¡Amor mío, es algo increíble! No puedo siquiera empezar a describirlo. ¡Es la más descabellada monstruosidad que hay sobre la superficie terrestre! (Llega la cuenta— me la trae un camarero distinto. Espero el cambio.)

He de terminar aquí mi carta. Confío en no tener que esperar demasiado por el cambio. Me salté el café porque pensé que tardaría demasiado. Aún así, ya ves qué carta tan larga puede uno escribir mientras toma la cena del domingo en el Gran Hotel.

Te quiero, te lo repito, y desearía que estuvieras aquí —o mejor, estar yo ahí. En casa se está bien. (Me llega el cambio. Está ligeramente equivocado (en unos 0'55 zlotys, esto es, unos 15 centavos), pero lo dejo pasar.)

Adiós por ahora.

Richard.

*Sábado, 29 de junio (¿?), a las 3 de la tarde
Hotel Royal Olympic. Junto a la piscina.*

Queridos Gweneth, y Michelle¹² (¿y Carl?).

Este es mi tercer día en Atenas.

Estoy escribiendo desde el borde de la piscina del hotel, con el papel apoyado en el regazo, porque las mesas son demasiado altas y las sillas demasiado bajas.

El viaje se atuvo en todo momento al horario, pero de todas maneras fue incómodo porque el avión de Nueva York a Atenas estaba completamente lleno, sin un asiento libre. Fui recibido por el Prof. Illiapoulos, un estudiante y su sobrino, que tiene justo la edad de Carl.

Descubrí con sorpresa que el clima es aquí muy parecido al de Pasadena, aunque unos tres grados más fresco. La vegetación es muy parecida, las colinas son peladas y desiertas; las mismas plantas, los mismos cactus, la misma humedad, las mismas noches frescas. Pero aquí es donde se acaban los parecidos. Atenas es una ciudad desparramada, fea, ruidosa, un lío de calles saturadas con el humo de los escapes, llenas de un tráfico nervioso, de coches que saltan como conejos en cuanto los semáforos se ponen verdes y que se detienen con gran chirrido de frenos cuando se ponen en rojo —un concierto de bocinas en ámbar. Es muy parecido a Ciudad de México, aunque la gente no parece tan pobre— apenas sí hay tantísimas tiendas (todas pequeñas), y a Carl le gustaría muchísimo pasear por los soportales con sus vueltas y revueltas y sus sorpresas, sobre todo en la parte antigua de la ciudad.

Ayer por la mañana fui al museo arqueológico. A Michelle le hubieran gustado todas las grandes estatuas ecuestres de los griegos —especialmente, la del niño que galopa a lomos de un gran caballo, que es una auténtica sensación. Vi tantas cosas que empezaron a dolerme los pies. Me hice un lío con todo; las piezas no están bien rotuladas. Además, me resultaba un poco aburrido, porque ya he visto mucho de todo esto anteriormente. Excepto por una cosa: entre todos aquellos objetos de arte había uno tan completamente distinto, tan extraño, que parecía casi imposible. Fue recuperado del mar en 1900 y es alguna clase de máquina con trenes de engranajes, muy parecida al interior de un despertador de cuerda moderno. Los

¹² La hija de Feynman, Michelle, tenía unos 11 años cuando se escribió esta carta, en 1980 ó 1981.

dientes de los piñones son muy regulares; las ruedas están encajadas muy cerca unas de otras. Tiene círculos graduados e inscripciones en griego. Me pregunto si será alguna clase de falsificación. Había un artículo sobre ella en un Scientific American de 1959.

Ayer, a primera hora de la tarde, fui a la Acrópolis, que se encuentra en medio de la ciudad —una elevada planicie rocosa, en la cual fueron construidos el Partenón y otros templos y santuarios. El Partenón tiene muy buen aspecto; pero el templo que hay en Segesta, que Gweneth y yo visitamos en Sicilia, es igual de impresionante y te permiten pasear por él, mientras aquí no es posible subir o pasear entre las columnas del Partenón. Nos acompañó la hermana del profesor Illiapoulos (es arqueóloga profesional) provista de un cuaderno que tiene, e hizo de guía de nuestra visita, dándonos toda clase de detalles, fechas, citas de Plutarco, etc. Según parece, los griegos se toman su pasado con absoluta seriedad. Estudian arqueología griega antigua en sus escuelas elementales a lo largo de seis años, y le dedican a esa materia 10 horas semanales. Es una especie de culto a los antepasados, pues están continuamente destacando lo maravillosos que fueron —y lo fueron de verdad. Pero cuando los animas a hablar, diciendo, «Sí, y fíjese cuánto ha avanzado el hombre moderno desde los antiguos griegos », pensando en la ciencia experimental, el desarrollo de las matemáticas, el arte renacentista, la gran profundidad y comprensión de la relativa superficialidad de la filosofía griega, etc. etc., te replican, «¿Qué pretende usted decir? ¿Qué tenían de malo los antiguos griegos?». Están continuamente rebajando la importancia de la era propia y realzando la de la edad antigua, hasta el punto de que hacer notar las maravillas del presente les parece injustificada falta de apreciación del pasado.

Se enfadaron mucho cuando dije que el acontecimiento de máxima importancia para el desarrollo de las matemáticas en Europa fue el descubrimiento de Tartaglia, la solubilidad de la ecuación cúbica. Aunque tal descubrimiento sea en sí mismo de poca utilidad, tuvo que haber sido psicológicamente maravilloso, porque demostraba que el hombre moderno tenía capacidad para hacer lo que ninguno de los antiguos griegos podía lograr. Lo cual ayudó en el Renacimiento, que fue la liberación del hombre de la intimidación de los antiguos. Lo que los griegos de hoy

están aprendiendo en las escuelas es a sentirse intimidados por haber caído tan por debajo de sus excelsos antepasados.

*Le pregunté a la arqueóloga por la máquina del museo —si se habían encontrado otras similares, o máquinas más sencillas conducentes a ella, o descendientes suyas—pero la señora no tenía noticia siquiera de su existencia. Así que me reuní en el museo con ella y con su hijo (que es de la edad de Carl, y que me pareció un antiguo héroe griego, porque está estudiando física) para mostrársela. Ella me preguntó por qué me parecía que podía tener tal máquina de interesante o sorprendente, pues, «¿Acaso no midió Eratóstenes la distancia al Sol, sin necesidad de refinados instrumentos científicos?». ¡Ay! ¡Qué ignorantes pueden ser las personas de formación clásica! No es maravilla que no sientan estima por su propio tiempo. No pertenecen a él, y no lo comprenden. Pero al cabo de algún tiempo empezó a pensar que quizás la máquina sí fuera chocante, y la señora me llevó a las salas de atrás del museo —sin duda habría otros ejemplares; ella iba a hacerse con una bibliografía completa sobre el tema, etc. Bueno, pues no había otros ejemplos, y la bibliografía completa consistía en una lista de tres artículos (entre ellos, el aparecido en *Scientific American*) debidos todos a una misma persona, iun americano de Yale!*

Me imagino que los griegos piensan que todos los americanos tienen que ser de pocas luces, al sentir interés nada más por la maquinaria, cuando están todas esas preciosas estatuas y representaciones de mitos encantadores, todas esas historias de dioses y diosas que mirar. (De hecho, una funcionaría del museo, al ser informada de que el profesor norteamericano quería saber acerca del ítem N°15087, comentó, «De todos los objetos hermosos que tenemos en este museo, por qué habrá ido a fijarse en ese ítem en particular? ¿Qué es lo que tiene de especial?»).

Aquí todo el mundo se queja del calor y se interesa por saber qué tal lo soporta uno, cuando en realidad es más o menos como en Pasadena, sólo que unos tres grados más fresco por término medio. Así pues, en todas las tiendas y oficinas cierran entre la 1:30 y las 5:30 de la tarde («a causa del calor»). La verdad es que resulta muy buena idea (todo el mundo echa la siesta) porque se acuestan tarde — la cena es entre 9:30 y 10 de la noche— cuando ya hace fresco. Ahora mismo, la gente se está quejando aquí muy en serio de una l e y por la cual, para ahorrar

energía, todos los restaurantes y bares tienen que cerrar a las 2 de la madrugada. Eso, dicen, echará a perder la vida en Atenas.

Es ahora la hora mágica entre las 1:30 y las 5:30, y la estoy aprovechando para escribirte. Te echo de menos y la verdad es que me sentiría más feliz en casa. Me imagino que se me ha ido el gusanillo de los viajes. He de pasar todavía un día y medio más aquí, y me han proporcionado toda clase de literatura sobre una preciosa playa cercana (de cantos rodados), de un importante lugar de la antigüedad (aunque casi totalmente en ruinas), etc. Pero no pienso ir a ninguno de ellos, porque cada uno de esos lugares supone un largo viaje de dos a cuatro horas en autobús y otro tanto de vuelta. No. Me quedaré donde estoy y prepararé las conferencias que he de dar en Creta. (Quieren que dé tres conferencias extra para unos veinte estudiantes universitarios griegos que van a ir a Creta sólo para oírme. Haré más o menos lo mismo que en mis conferencias de Nueva Zelanda ¹³, ipero no tengo listas las notas! Tendré que volver a prepararlas.)

Os echo de menos a todos, especialmente al acostarme por la noche —ino tengo perro al que rascar ni darle las buenas noches!

Con amor, Richard

PS. SI TE RESULTA IMPOSIBLE LEER LOS GARRAPATOS ANTERIORES, NO TE PREOCUPES, SON DIVAGACIONES SIN IMPORTANCIA. ESTOY EN ATENAS Y ME ENCUENTRO BIEN.

¹³ Las «Elecciones de Nueva Zelanda», impartidas durante 1979, están recogidas en OED: The Strange Theory of Light and Matter (Princeton University Press, 1985).

*McFaddin Hall
Universidad de Cornell
Ithaca, NY*

*19 de noviembre de 1947*¹⁴

Querida familia:

Unas letras nada más antes, de salir para Rochester. Tenemos todos los miércoles un seminario en el que alguien expone algún tema de investigación, seminario que de vez en cuando hacemos en conjunción con la Universidad de Rochester. Hoy es la primera vez en este curso en que vamos a celebrarlo allí.

Hace un día espléndido y el viaje debería ser muy agradable. Rochester se encuentra al noroeste de aquí, en la ribera del lago Ontario, y vamos a atravesar territorio semisalvaje. Me llevarán en el coche de Feynman, lo que resultará muy divertido si sobrevivimos. Feynman es hombre por el que estoy sintiendo cada vez mayor admiración; es el primer ejemplo que he conocido de una rara especie, el científico norteamericano nativo.

Ha desarrollado una versión particular de la teoría cuántica, de la que es opinión general que se trata de un buen trabajo que puede resultar más útil que la versión ortodoxa para ciertos problemas; en general, está siempre hirviendo de ideas nuevas, la mayor parte de las cuales tienen más de espectacular que de útil, y que apenas ninguna llega muy lejos, porque una nueva inspiración la eclipsa. Su más valiosa aportación a la física es sostener la moral; al menos, cuando entra como un vendaval en la sala con su última onda mental y procede a exponerla con los más pródigos efectos sonoros y gesticulación de brazos, la vida no se te hace pesada.

Weisskopf, el principal de los teóricos de Rochester, es también hombre interesante y capaz, pero del tipo europeo normal. Procede de Munich, donde era amigo de Bethe desde sus tiempos de estudiante.

El acontecimiento de la semana pasada ha sido una visita de Peierls, quien ...se quedó dos semanas con los Bethe antes de tomar el avión de vuelta a casa... El lunes por la noche, los Bethe dieron una fiesta en su honor, a la cual fuimos invitados la mayoría de los jóvenes teóricos. Cuando llegamos fuimos presentados a

¹⁴ Estas cartas fueron facilitadas por Freeman Dyson. Son la primera y las últimas cartas que escribió en las que se menciona a Richard Feynman. Se hace alusión a otras cartas en el libro de Dyson, *Disturbing the Universe*

Henry Bethe, que cuenta ahora cinco años de edad, pero no pareció nada impresionado. De hecho, lo único que decía era, «¡Quiero que venga Dick! ¡Me dijisteis que Dick iba a venir!». Finalmente fue necesario enviarle a la cama, porque Dick (alias Feynman) no se materializó.

Cosa de media hora después, Feynman entró como una tromba en la sala. Tuvo el tiempo justo de decir, «Siento muchísimo llegar tan tarde...ise me ocurrió una brillante idea justo cuando venía!» y salió disparado escaleras arriba a consolar a Henry. La conversación cesó entonces al prestar todos los presentes oído a los gozosos sonidos que venían de arriba, que a veces tomaban la forma de dúo y a veces, la de una orquesta de percusión compuesta por un sólo músico...

*Mucho amor,
Freeman*

Urbana, Illinois

9 de abril de 1981

Querida Sara,¹⁵

Acabo de pasar tres días maravillosos con Dick Feynman, y hubiera deseado que hubieras estado aquí para compartirlo con nosotros. Sesenta años y una importante operación de cáncer no le han hecho mella. Sigue siendo el mismo Feynman que conocimos en los viejos tiempos de Cornell.

Estuvimos juntos en una pequeña reunión de físicos organizada por John Wheeler en la Universidad de Texas. Por alguna razón, Wheeler decidió celebrar la reunión en un grotesco lugar llamado «World of Tennis», un club de campo donde vienen a relajarse los millonarios téjanos del petróleo. Así que allí estábamos. Todos rezongábamos de los elevados precios y de la extravagante fealdad de nuestras habitaciones. Mas no había ningún otro lugar adonde ir —o así nos parecía. Pero Dick tenía otra opinión: se limitó a decir, «Al infierno con esto. No pienso dormir en este lugar», recogió su maleta y se internó solo y a pie en los bosques.

Reapareció por la mañana, sin que su noche bajo las estrellas hubiera empeorado su aspecto. Confesó que no había dormido mucho, pero que había valido la pena.

Tuvimos muchas conversaciones sobre ciencia e historia, como en los viejos tiempos. Pero ahora tenía algo nuevo de que hablar, sus hijos. Dijo, «Siempre pensé que sería un padre especialmente bueno, porque no iba a tratar de empujar a mis hijos en ninguna dirección particular. No pensé en tratar de convertirlos en científicos o en intelectuales si no querían serlo. Me sentiría igual de feliz con ellos si decidiesen ser camioneros o guitarristas. La verdad es que incluso me gustaría más que salieran al mundo e hicieran algo real en lugar de ser profesores, como yo. Pero ellos siempre encuentran la forma de darte donde duele. Fíjate si no en mi Carl. ¡Ahí lo tienes, en segundo año en el MIT, y todo cuanto quiere hacer con su vida es convertirse en un condenado filósofo!»¹⁶

Mientras esperábamos en el aeropuerto la salida de nuestros aviones, Dick sacó un bloc y un lápiz y se puso a dibujar los rostros de las personas que esperaban en la

¹⁵ Una amiga de la familia.

¹⁶ Como resultó, Feynman no iba a quedar defraudado: Carl trabaja en Thinking Machines Company, y su hija Michelle está estudiando para hacerse fotógrafa comercial

sala. Los retrasó sorprendentemente bien. Le dije que lamentaba no tener talento para el dibujo. El respondió, «Siempre he creído que tampoco yo tengo talento. Pero para cosas así no hace falta talento.»...

*Sinceramente tuyo,
Freeman*

17 de Febrero de 1988

Londres, Inglaterra.¹⁷

Querida Sra. Feynman,

No nos hemos encontrado, me parece, con la frecuencia suficiente para que ninguno de los dos haya podido arraigar en la memoria consciente del otro. Le ruego pues perdone cualquier impertinencia, pero no podía dejar pasar desapercibida la muerte de Richard, ni la oportunidad de añadir al suyo mi propio sentimiento de pérdida. Dick fue el mejor y mi favorito entre los diversos «tíos» que rodearon mi infancia. Durante su estancia en Cornell fue visitante asiduo y siempre bienvenido de nuestra casa, a quien siempre se podía sacar de la conversación con mis padres y con otros adultos para hacerle derrochar atención sobre los niños. Fue a un tiempo gran compañero de juegos con nosotros y maestro que incluso entonces nos abrió los ojos al mundo que nos rodea.

El favorito entre mis recuerdos es cuando teniendo yo ocho o nueve años me encontraba sentado entre Dick y mi madre, esperando a que el distinguido naturalista Konrad Lorenz diera una charla. Estaba yo inquieto e impaciente, como les pasa a todos los niños cuando les mandan estarse quietecitos en su asiento; entonces Dick se volvió hacia mí y dijo, «¿Sabías que hay el doble de números que de números?».

«¡No, no los hay!» . Yo tenía una actitud defensiva de mis conocimientos, como todos los jóvenes.

«Sí, sí que los hay; te lo voy a demostrar. Di un número.»

«Un millón». Un número grande para empezar.

«Dos millones».

«Cincuenta y cuatro».

Dije unos diez números más y cada vez Dick me cantó un número que era el doble de grande. Por fin se hizo la luz.

«Ya veo. Entonces también hay tres veces más números que números.»

«Demuéstralo», dijo el tío Dick. El mencionó un número y yo dije otro tres veces mayor. Probó con otro.

¹⁷ Esta carta fue facilitada por Henry Bethe.

Volví a hacerlo otra vez. Y otra más. Entonces dijo una cifra demasiado complicada para poderla multiplicar mentalmente. «Tres veces ésa», dije yo.

«Así pues, ¿hay un número más grande que los demás? » preguntó.

«No,» repliqué. «Porque para cada número hay otro que es dos veces mayor, otro que es tres veces mayor. Incluso hay uno que es un millón de veces más grande.»

«Exactamente. Y esa noción de crecimiento sin límite, de que no hay un número más grande que todos, se llama infinito».

En ese punto llegó Lorenz, y nos callamos para escucharle a él.

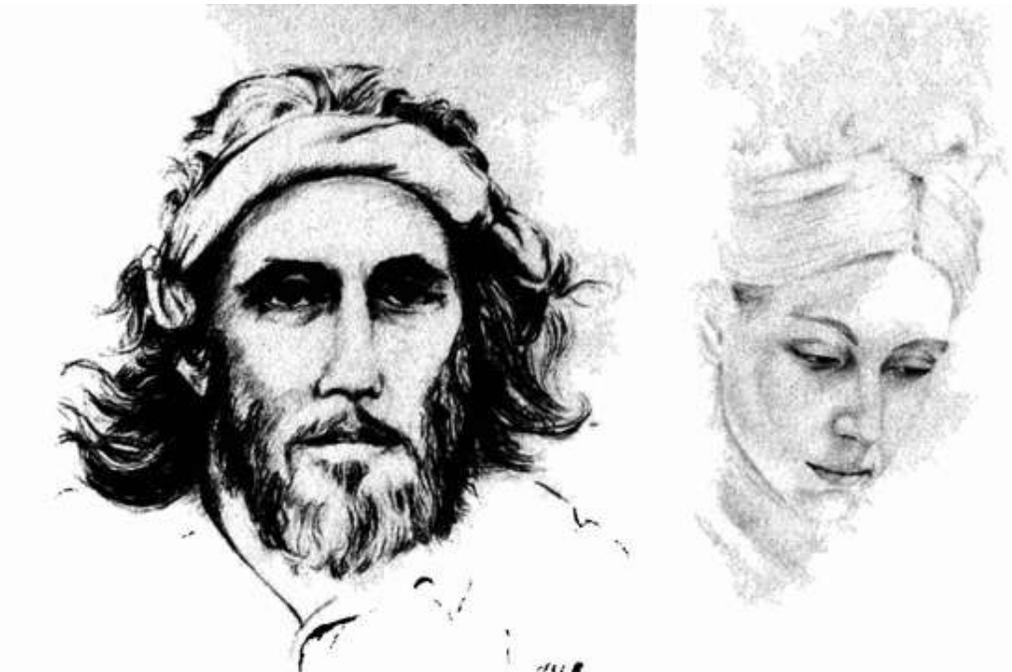
Cuando Dick se fue de Cornell dejé de verle con frecuencia. Pero él dejó conmigo brillantes recuerdos, la noción de infinitud y nuevas formas de aprender acerca del mundo. Le amé con gran afecto.

Sinceramente suyo,

Henry Bethe

Richard Feynman comenzó a ir a clase de pintura, a los 44 años, y continuó dibujando durante el resto de su vida. Entre los bocetos aquí mostrados se cuentan retratos de modelos profesionales, de su amigo Bob Sadler, y de su hija Michelle (a la edad de 14 años). Feynman firmaba sus trabajos con el pseudónimo « Ofey» para asegurarse de que nadie sospechase quién era en realidad su autor.









Richard y Arlene en el paseo marítimo de Atlantic City



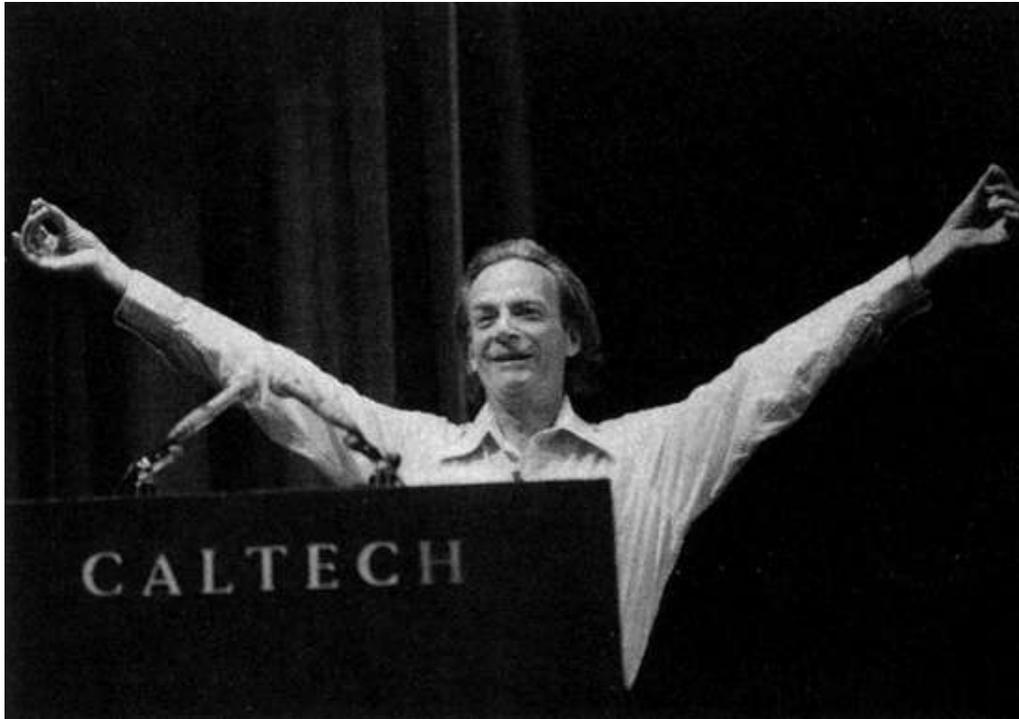
El día de su boda



Arlene en el hospital



La hora del café en el Centro de Alumnos Winnett, en 1964 (CALTECH)



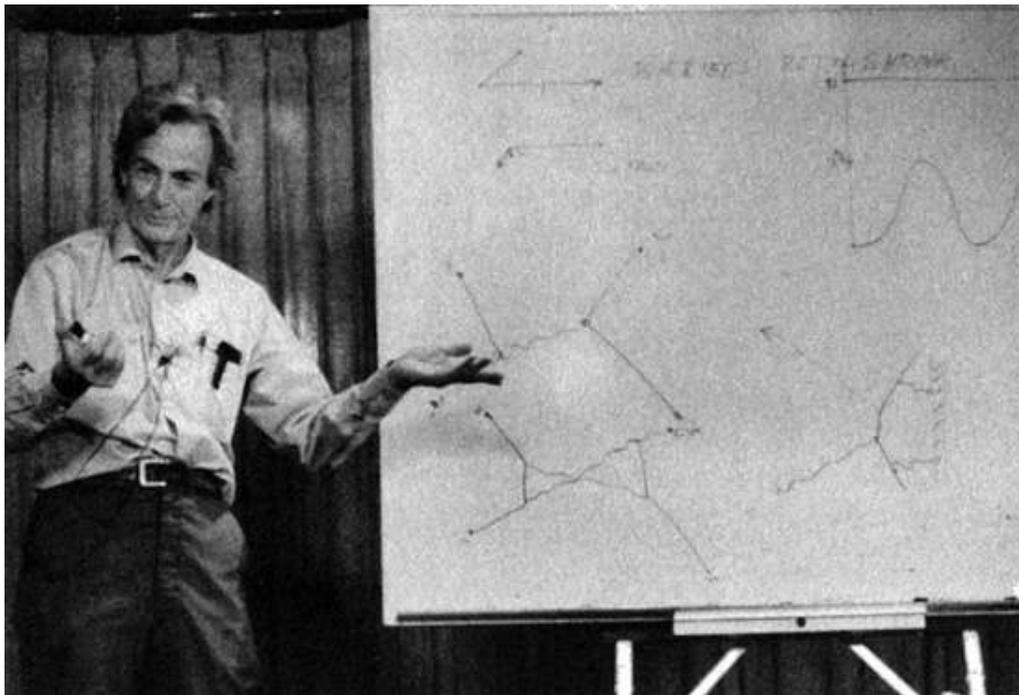
Gesticulando durante una conferencia del Día de los Alumnos en 1978 (CALTECH)



Como actor en Fiorello, 1978, puesta en escena en Caltech (CALTECH)



El cacique de Bali Hai en South Pacific, 1982 (CALTECH)



En plena descripción de los diagramas de Feynman, 1984 (FAUSTIN BRAY)



Modulando los sonidos del "timbal loco" con Ralph Leighton, 1984 (FAUSTIN BRAY)



Con Michelle de 3 años y Carl de 10, en Yorkshire, Inglaterra (BBC, YORKSHIRE TELEVISION)



Con su hijo Carl el día que ganó el Premio Nobel, 1965 (CALTECH)



Richard y Gweneth en sus bodas de plata, 1989 (Foto de Yasushi Ohnuki)

Parte 2

EL SEÑOR FEYNMAN VA A WASHINGTON

Investigación del desastre del transbordador Espacial *Challenger*

1. Preliminares

En esta historia voy a mencionar muchísimo a la NASA¹⁸, pero cuando digo «la NASA hizo esto» o «la NASA hizo aquello», no pretendo decir que toda la NASA lo hiciera; me refiero nada más a la parte de la NASA que tuvo que ver con el transbordador (o lanzadera) espacial.

Le recordaré que el gran cuerpo central del transbordador es el tanque, que contiene combustible y comburente: en la parte superior lleva oxígeno líquido, mientras el cuerpo principal contiene hidrógeno. Los motores encargados de la combustión se encuentran en la popa del orbitador, la nave que viaja hasta el espacio. Los puestos de la tripulación están en la proa de la nave; tras ellos se encuentra la bodega de carga.

Durante el lanzamiento, dos cohetes de combustible sólido se encargan durante unos pocos minutos de la impulsión del transbordador, hasta que, agotados, se desprenden y caen al mar. Algunos minutos después, el tanque se desprende del orbitador —todavía en la atmósfera, pero a una altura mucho mayor— y se separa de la nave, cayendo de vuelta a tierra.

Los cohetes impulsores de combustible sólido constan de varias secciones. Para mantener de una pieza las diversas secciones se utilizan juntas de unión, de dos tipos, a saber: las «juntas de fábrica», que son permanentes y se sellan en la fábrica Morton Thiokol en Utah; y las «juntas de campo», que se sellan antes de cada vuelo —«sobre el terreno»— en el Centro Espacial Kennedy, en Florida.

¹⁸ National Aeronautics and Space Administration. La institución estadounidense encargada de la aeronáutica y el espacio

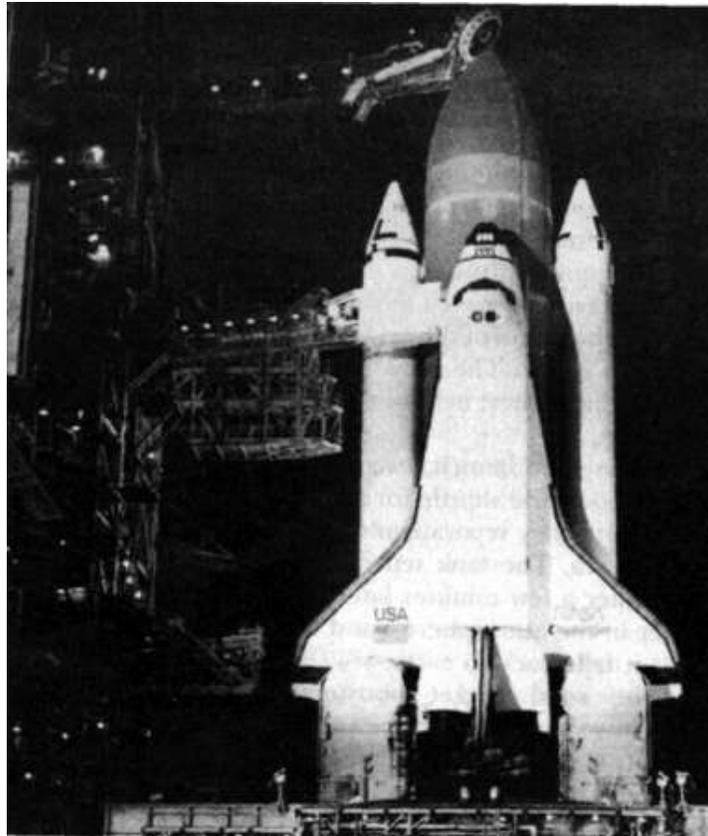


Figura 1. El transbordador espacial Challenger. El tanque de combustible, flanqueado por dos cohetes lanzadores de combustible sólido, está anclado al orbitador, cuyos motores principales consumen hidrógeno y oxígeno líquidos.

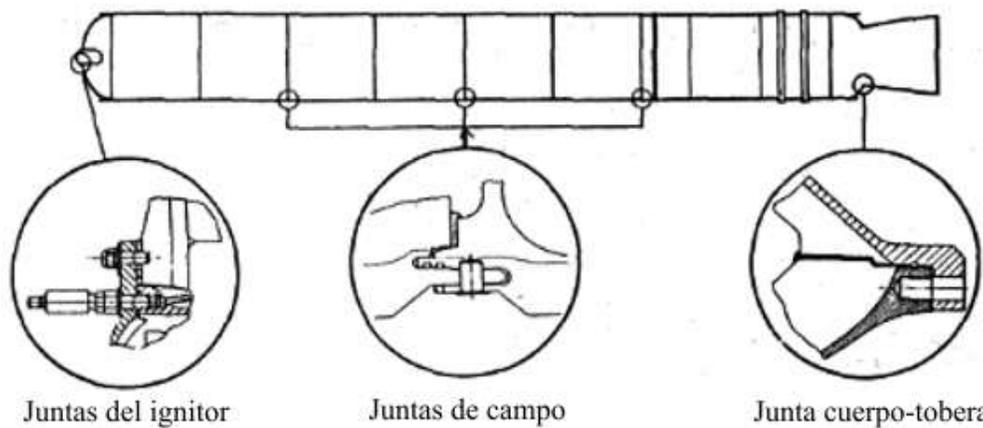


Figura 2. Ubicaciones y vistas en primer plano de las juntas de campo de los cohetes impulsores.

2. Suicidio

Como seguramente sabe el lector, el transbordador espacial Challenger sufrió un accidente el martes 28 de enero de 1986. Vi por televisión cómo se producía la explosión, pero salvo por la trágica pérdida de siete vidas, no pensé demasiado en ello.

Aunque yo solía leer en los periódicos las noticias sobre las continuas idas y venidas de los transbordadores, me fastidiaba un poco que en las revistas científicas jamás encontrase referencias a resultados de los experimentos realizados en el transbordador, supuestamente tan importantes. Por ese motivo no le estaba prestando mucha atención al asunto.

Pues bien, a los pocos días del accidente recibí una llamada telefónica de William Graham, director de la NASA, ipidiéndome que formase parte de la comisión investigadora que debía establecer qué había fallado en el transbordador! El Dr. Graham dijo que había sido alumno mío en Caltech¹⁹, y que después había trabajado en las Hughes Aircraft Company, donde yo había estado dando cursillos los miércoles por la tarde.

Yo seguía todavía sin estar seguro del todo de quién se trataba.

Cuando le oí decir que la investigación se desarrollaría en Washington, mi reacción inmediata fue, ¿cómo podré librarme de esto?

Lo consulté con varios amigos, como Al Hibbs y Dick Davies, pero todos me explicaron que la investigación del accidente del Challenger era de la mayor importancia para el país y que yo debería participar en ella.

Mi última oportunidad era convencer a mi esposa de que yo tenía razón. «Mira», le dije, «cualquiera podría hacerlo. Pueden encontrar a otro».

No», dijo Gweneth. «Si no lo haces tú, habrá doce personas, en grupo, yendo todas juntitas de un sitio a otro. Pero si entras en la comisión, habrá once personas — todas en grupo, dando vueltas de un sitio a otro— mientras el duodécimo mete las narices por todas partes, inspeccionando toda clase de cosas raras. Probablemente no habrá nada, pero si hay algo que encontrar, tú lo harás». Y añadió. «No hay nadie que haga eso como tú.»

Como soy muy inmodesto, la creí.

¹⁹ Instituto Tecnológico de California

Bueno, una cosa es descubrir qué falló en el transbordador. Pero la siguiente sería averiguar qué iba a pasar con la organización de la NASA. Se plantean entonces preguntas como, «¿Debemos continuar con el sistema de transbordadores, o será preferible utilizar cohetes sin retorno?». Y después vienen preguntas más graves todavía: «En el punto en que nos encontramos, ¿adónde podemos ir?». «¿Qué futuras metas hemos de fijarnos en el campo espacial?». Me daba perfecta cuenta de que una comisión que comenzase por tratar de averiguar qué le sucedió a la lanzadera podía acabar convertida en una comisión que tratase de decidir sobre cuestiones de política nacional y eternizarse!

Esa posibilidad me inquietaba sobremanera. Decidí que abandonaría al cabo de seis meses, pasase lo que pasase.

Pero resolví también que mientras estuviera investigando el accidente no me iba a ocupar de nada más. Tenía entre manos algunos problemas de física con los que estaba jugando. Tenía en Caltech una clase de informática que yo impartía con otro profesor (quien se ofreció para encargarse totalmente del curso). Estaba la compañía Thinking Machines de Boston, para la que yo iba a actuar de consultor. (Esperaremos, dijeron). También la física tendría que esperar.

Para entonces ya era domingo. Le dije a Gweneth, «Voy a suicidarme durante seis meses», y alcé el teléfono.

3. Los fríos hechos

Cuando llamé a Graham para aceptar, éste aún no sabía exactamente qué iba a hacer la comisión, ni quién la iba a presidir, y ni siquiera, si yo sería admitido en ella. (¡Aún había esperanza!)

Pero al día siguiente, lunes, recibí una llamada telefónica a las cuatro de la tarde: «Sr. Feynman, ha sido usted aceptado para la comisión»...que para entonces era una «comisión presidencial», encabezada por William P. Rogers.

Me acordaba del Sr. Rogers. Me había dado algo de lástima en sus tiempos de Secretario de Estado, porque me parecía que el Presidente Nixon se estaba sirviendo cada vez más de su consejo de seguridad nacional (Kissinger), hasta el punto de que el Secretario de Estado en realidad no estaba funcionando para nada.

En cualquier caso, la primera reunión sería el miércoles. Me figuré que no habría nada que hacer el martes (podía volar hasta Washington el martes por la noche), por lo que telefoneé a Al Hibbs y le pedí que me buscara algunas personas del J P L²⁰ bien informadas sobre el proyecto del transbordador, para que me pusieran al corriente.

El martes por la mañana salí zumbando al J P L, con la caldera a toda presión, listo para arrancar. Mi amigo Al me hace sentarme, y una serie de ingenieros van viniendo uno tras otro, y me explican las diversas partes del transbordador. No sé cómo les era posible, pero del transbordador lo sabían absolutamente todo. Me informaron concienzuda e intensamente, a gran velocidad. Los hombres del J P L (Jet Propulsion Laboratory, Laboratorio de Propulsión a Chorro) tenían el mismo entusiasmo que yo. Fue algo apasionante de verdad.

²⁰ El laboratorio de Propulsión a Chorro (Jet Propulsion Laboratory) de la NASA, que está administrado por Caltech.

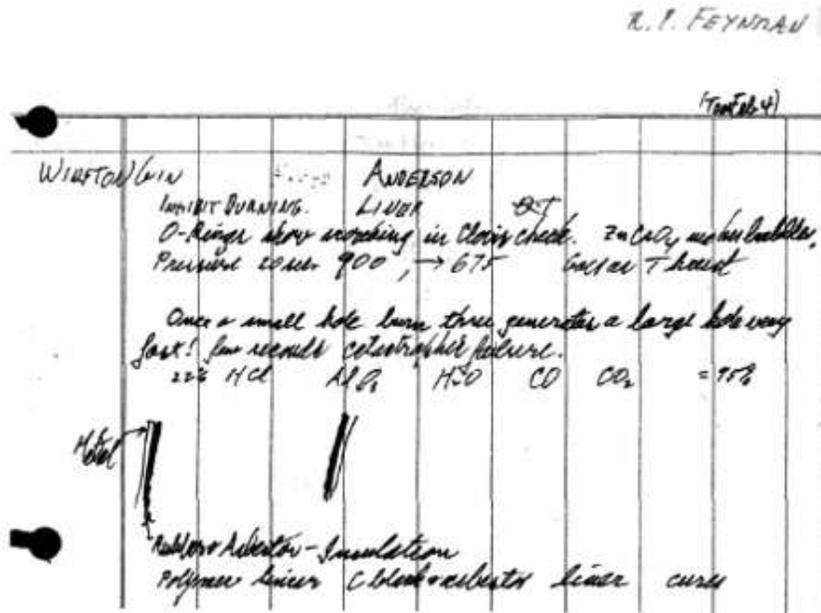


Figura 3. Así comienzan las notas tomadas por Feynman durante la sesión informal del Laboratorio de Propulsión a Chorro.

Ahora, al mirar mis notas, me doy cuenta de lo muy rápida y prontamente que me pusieron sobre la pista de dónde buscar en el problema del transbordador. La primera línea de mis notas dice. «Inhibit burning. Liner.» («Inhibición quemado. Revestimiento»). Para evitar que el propelente queme y atraviese la pared metálica de cada cohete impulsor se usaba un revestimiento, que no estaba actuando correctamente.) La segunda línea de mis notas dice «O rings show scorching in clevis check» (Anillos tóricos muestran chamuscados en el punto de comprobación del inglete). Se había observado en ocasiones que gases calientes quemaban y se abrían paso a través de los anillos tóricos de hermeticidad de las juntas de campo de los cohetes impulsores.

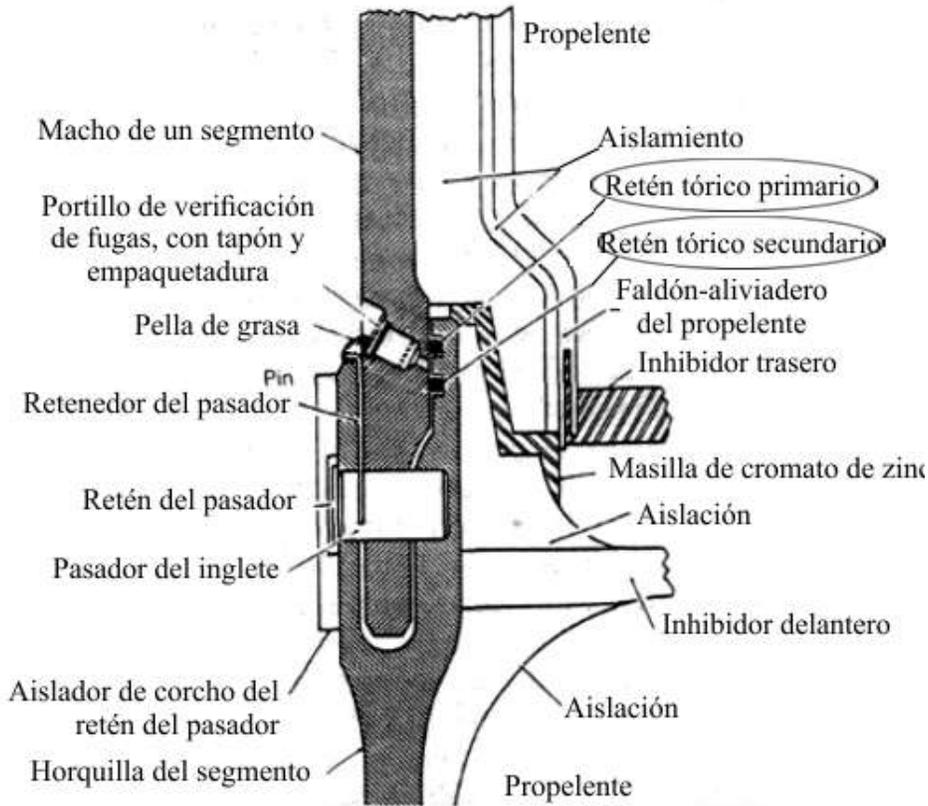


Figura 4. Programa detallado de una junta de campo

En la misma línea dice, «Zn Cr O₄ makes bubbles.» (La masilla de cromato de zinc, utilizada como relleno aislante tras los anillos tóricos, hace burbujas, que pueden agrandarse rápidamente cuando el gas caliente se infiltra a su través, erosionando los anillos tóricos.)

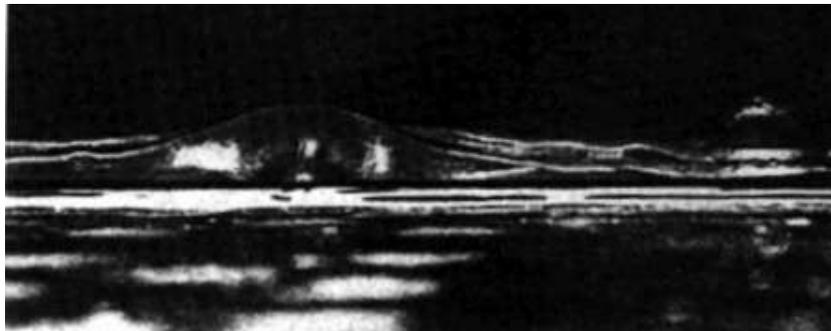


Figura 5. Fotografía de la formación de burbujas en la masilla de cromato de cinc, que pueden ocasionar la erosión de los retenes tóricos.

Los ingenieros me explicaron en cuánto cambian las presiones en el interior de los cohetes impulsores durante el vuelo, cuál es la composición del propelente, cómo se realiza el moldeado y cocción del propelente a distintas temperaturas, los porcentajes de amianto, polímeros y un ciento de cosas más del revestimiento; toda clase de otras cuestiones. Me informaron de los empujes y fuerzas que experimentan los motores, los más de mayor relación potencia/peso jamás construidos. Los motores planteaban muchas dificultades, especialmente, grietas en los álabes de las turbinas. Los ingenieros me explicaron que algunos de quienes trabajan en los motores mantenían siempre los dedos cruzados en cada vuelo, y que en el instante mismo de hacer explosión la lanzadera, estaban seguros de que habían sido los motores.

Si los ingenieros no sabían alguna cosa, decían algo así como, «Ah, pero Lifer sabe de qué va eso; hagámosle venir». Entonces Al llamaba a Lifer, que se presentaba inmediatamente. Resultaría imposible tener una documentación mejor.

No fue una sesión breve. Fue muy intensa, muy rápida, muy completa. Es la única forma que conozco de absorber rápidamente información técnica. No consiste en quedarse allí sentado mientras ellos te exponen lo que piensan que sería interesante; al revés, uno hace un montón de preguntas, obtiene respuestas inmediatas, y rápidamente comienza a hacerse una composición de lugar; aprende qué tiene que preguntar para que le den el siguiente elemento de información que necesita. Aquel día me hicieron una puesta a punto de todos los diablos y yo absorbí aquella información como una esponja.

Esa noche tomé el «Ojeras»²¹ a Washington, a donde llegué a primera hora del miércoles. (No he vuelto jamás a tomar el «Ojeras». ¡He aprendido la lección!)

Me instalé en un hostel llamado Holiday Inn, en el centro de Washington, y tomé un taxi para que me llevase a la primera reunión de la comisión.

« Adonde ?», me dice el conductor.

Todo cuanto tengo es un pedazo de papel. «Al 1415 de la Calle 8^a».

Arrancamos. Soy nuevo en Washington. Aquí tenemos el Capitolio; allí, el monumento a Washington; todo lo importante parece estar muy cerca. Pero el taxi

²¹ El «ojeras» (« red—eye ») es un puente aéreo que sale de la Costa Occidental de Estados Unidos a eso de las 11 de la noche y llega a la Costa Oriental hacia las 7 de la mañana, tras cinco horas de vuelo, cambiando tres veces de zona horaria.

sigue y sigue, internándose más y más en territorio cada vez peor. Los edificios son más pequeños; algunos parecen incluso, un poquito descuidados. Por fin llegamos a la Calle 8ª, y conforme avanzamos por ella, los edificios empiezan a desaparecer completamente. Al cabo, encontramos la dirección... por interpolación. ¡Es un solar vacío, entre dos edificios!

Tengo y a plena conciencia de que aquello es un disparate. No sé qué hacer, porque todo cuanto tengo es este pedazo de papel y no sé a dónde ir.

Le digo al taxista, «La reunión a la que me dirijo tiene algo que ver con la NASA. ¿Pueden llevarme a la NASA?»

«Claro», responde. «Ya sabe dónde está, ¿verdad? ¡Justo enfrente de donde le recogí!»

Era verdad. A la NASA podía haber ido andando desde la Holiday Inn: ¡estaba justo al otro lado de la calle!

Entro, rebaso al guardia que hace plantón en la verja y empiezo a dar vueltas por allí.

Consigo dar con el despacho de Graham y pregunto si ha y una reunión sobre el transbordador espacial.

«Sí, yo sé dónde es», responde alguien. «Le acompañaré allí.»

Me conducen hasta una sala, y en efecto, allí se está celebrando una gran reunión. Hay focos y cámaras de televisión allá al fondo; la sala está repleta, llena a reventar, y a duras penas consigo traspasar la puerta. Pienso, «Este sitio no tiene más que una entrada. ¿Cómo diablos voy a bajar desde donde estoy hasta la presidencia? »

Entonces entreoigo unas palabras —vienen de tan lejos que apenas si entiendo lo que se ha dicho— ¡pero desde luego es otro tema!

Así que vuelvo al despacho de Graham y me encuentro con su secretaria. Esta hace unas cuantas llamadas y averigua dónde está reunida la comisión. «Yo tampoco lo sé», le está diciendo a la persona que está al otro extremo de hilo. «¡Anda a vueltas por ahí y se ha colado en el despacho!».

La reunión tenía lugar en el gabinete jurídico del Sr. Rogers, en el 1415 de la Calle H. Mi papel decía 1415 Calle 8ª.²²(Me habían dado la dirección por teléfono.)

²² La confusión se explica por la homofonía en inglés de la palabra 8th (8º) y del nombre de la letra H. (N. del T.)

Llegué por fin a la oficina del Sr. Rogers —había sido yo el único en retrasarse— y el Sr. Rogers me presentó a los demás miembros de la comisión. Aparte del Sr. Rogers, del único de quien yo había oído hablar era Neil Armstrong, el primer hombre que fue a la Luna, que actuaba de vicepresidente. (También estaba en la comisión Sally Ride, pero no caí en la cuenta de quién era hasta más tarde²³). Se hallaba asimismo un personaje de uniforme, muy bien parecido, un tal General Kutyna (pronúnciese a la española). Tenía un aspecto formidable revestido de todos sus arreos, mientras los demás llevábamos trajes civiles corrientes.

Esta primera reunión era en realidad una toma de contacto informal. Lo cual me molestó un poco, porque yo venía tenso como un muelle a causa de mi sesión del día anterior en el Laboratorio de Propulsión a Chorro.

El Sr. Rogers sí anunció algunas cosas, sin embargo.

De la orden ejecutiva que definía nuestro trabajo, leyó: Serán funciones de la Comisión:

1. Revisar las circunstancias que rodearon el accidente y establecer la causa o causas probables del mismo; y
2. Elaborar recomendaciones correctivas o de otra especie, fundadas en los hallazgos y determinaciones de la Comisión.

El Sr. Rogers añadió que nuestros trabajos habrían de concluir en el plazo de 120 días.

Lo cual fue un alivio: el alcance de nuestra comisión se limitaría a la investigación del accidente, y nuestro trabajo podría estar concluido antes de haberme suicidado del todo!

El Sr. Rogers nos preguntó cuánto de nuestro tiempo podríamos dedicar a la comisión. Algunos de sus miembros eran personas y a jubiladas, y casi todos habían reorganizado y a sus compromisos. Por mi parte, manifesté, «¡Estoy listo para trabajar al 100 por ciento, y empezar ahora mismo! »

El Sr. Rogers preguntó, «¿Quién se va a encargar de la redacción del informe?».

Un tal Sr. Hotz, que había sido editor de la revista Aviation Week se ofreció voluntario para esa tarea.

²³ Sally Ride fue la primera mujer norteamericana que viajó al espacio.

Después, el Sr. Rogers trató otro punto. «He pasado mucho tiempo en Washington», dijo, «y es preciso que les diga una cosa: hagamos lo que hagamos, siempre habrá filtraciones a la prensa. Lo más que podemos hacer es tratar de minimizarlas. El tratamiento idóneo de las filtraciones consiste en celebrar sesiones públicas. Tendremos sesiones a puerta cerrada, como es obvio, pero si descubrimos algo importante, tendremos inmediatamente una sesión abierta, con el fin de que el público sepa en todo momento lo que está pasando.»

El Sr. Rogers prosiguió, «Para iniciar lo antes posible nuestras relaciones con la prensa, nuestra primera reunión oficial tendrá carácter público. Nos reuniremos mañana, a las 10 de la mañana.»

Mientras salíamos de aquel primer encuentro, oí decir al General Kutyna, «¿Dónde está la estación de Metro más próxima?».

Me dije para mis adentros, «Con este tipo voy a hacer buenas migas. Irá vestido de lo que sea, pero por dentro es un tipo legal. No es la clase de general que exige un coche particular y chófer; se vuelve al Pentágono en Metro». Me cayó bien enseguida, y a lo largo de los trabajos de la comisión descubrí que en este caso mi juicio había sido excelente.

A la mañana siguiente, vino a recogerme una limusina. Alguien había dispuesto que acudiéramos en limusina a nuestra primera sesión oficial. Ocupé el asiento delantero, junto al conductor.

De camino, el chófer me dice, «Según entiendo, en esa comisión hay un montón de personas importantes...»

«Pues sí, me parece que sí...»

«Es que, verás, soy coleccionista de autógrafos», me dice »¿Podría usted hacerme un favor?»

«Naturalmente», contesto.

Ya estoy echando mano a la pluma cuando me dice, «Cuando lleguemos, ¿querría indicarme quién es Neil Armstrong, para poder pedirle su autógrafo?».

Antes de comenzar la sesión prestamos juramento. La gente se arremolinaba a nuestro alrededor; una secretaria nos facilitó distintivos con nuestra fotografía, que nos permitirían movernos libremente por la NASA. Hubo que firmar impresos y

formularios, donde uno se manifiesta conforme con esto o con lo otro para poder cobrar dietas y gastos, y así sucesivamente.

Después de haber jurado me encontré con Bill Graham. Le reconocí, recordándole como persona agradable.

Esta primera sesión pública iba a estar dedicada a la información general y a presentación de los hechos, a cargo de peces gordos de la NASA: el Sr. Moore, el Sr. Aldrich, el Sr. Lovingood, y otros. Nos habían acomodado en grandes sillones de cuero, en un estrado, y teníamos focos y cámaras de televisión enfocándonos en cuanto nos rascábamos la nariz.

Me tocó sentarme junto al General Kutyna. Justo antes de empezar la sesión, se inclina hacia mí y me dice, «Copiloto a piloto: pásese un peine.»

Yo respondo, «Piloto a copiloto: ¿puede prestarme el suyo?»

Lo primero que tuvimos que aprender fue la locura de siglas y acrónimos que la N A S A utiliza para todo: «MCS» son los motores de combustible sólido, que son la parte principal de los LCS, lanzadores-cohete sólidos. Los MPTE son los motores principales del transbordador espacial; queman LH (hidrógeno líquido) que están almacenados en el «TE», tanque externo. Todo va por siglas.

Y no sólo las partes principales: prácticamente todas las válvulas tienen su acrónimo, por lo que nos dijeron, «Les proporcionaremos un diccionario de acrónimos; la verdad es que son m u y sencillos». Sencillos lo son, sin duda, pero el diccionario es un librote grande, gordo, donde uno tiene que consultar cosas como TBOAP (turbobomba de oxígeno a alta presión) y TBCAP (turbobomba de combustible a alta presión).

Tuvimos después que informarnos sobre el sistema de «balines», que son circulitos negros utilizados como distintivos de las frases resumen. Nuestros libros de instrucciones y las transparencias que nos proyectaban estaban llenos de aquellos condenados balines.

STS 51-L CARGO ELEMENTS

TRACKING AND DATA RELAY SATELLITE-B/INERTIAL UPPER STAGE

SPARTAN-HALLEY/MISSION PECULIAR SUPPORT STRUCTURE

CREW COMPARTMENT

- TISP - TEACHER IN SPACE PROGRAM
- CHAMP - COMET HALLEY ACTIVE MONITORING PROGRAM
- FDE - FLUID DYNAMICS EXPERIMENT
- STUDENT EXPERIMENTS
- RME - RADIATION MONITORING EXPERIMENT
- PPE - PHASE PARTITIONING EXPERIMENT

Figura 6. Un ejemplo de «balines»

Se daba la circunstancia de que, exceptuados los Srs. Rogers y Acheson, que eran juristas y el Sra. Hotz, que era editor, todos los demás poseíamos titulación científica: el General Kutyna era graduado del MIT; los Srs. Armstrong, Covert, Rummel y Sutter eran todos ellos ingenieros aeronáuticos, mientras que la Sra. Ride, el Sr. Walker, el Sr. Wheelon y yo éramos físicos. Casi todos parecíamos haber realizado cierto trabajo preliminar por cuenta propia. No parábamos de hacer preguntas mucho más técnicas de lo que algunos de aquellos peces gordos estaban en condiciones de responder.

Cuando alguno de ellos no podía responder, el Sr. Rogers le tranquilizaba, asegurándole que nosotros nos hacíamos cargo de que no esperaban preguntas tan detalladas y que nos conformáramos, al menos por el momento, con la sempiterna respuesta, «Les facilitaremos esa información más adelante».

La lección principal que extraje de aquella sesión es lo muy ineficiente que es una indagación pública: la gente se pasa casi todo el tiempo haciendo preguntas cuya respuesta uno conoce ya—o en las que no está interesado—y uno se atonta tanto que luego apenas presta oído cuando se tratan puntos importantes.

¡Qué contraste con el JPL , donde tan rápidamente me habían llenado de información de toda clase! El miércoles tenemos una «puesta en común» en el despacho del Sr. Rogers —lo que nos ocupa dos horas— y después tenemos el resto

del día para hacer ¿qué? Nada. ¿Y esa noche? Nada. Y al día siguiente tenemos la sesión pública —«Volveremos con ustedes sobre ello»— lo que hace un total de inada! Aunque parecía como si todos los días estuviéramos haciendo algo allí en Washington, en realidad lo único que hacíamos era pasarnos las horas sentados acá y allá, sin apenas hacer nada.

Aquella noche me dio algo que hacer: puse por escrito la clase de preguntas que me parecía deberíamos formular durante nuestra investigación, y los temas que deberíamos estudiar. Mi plan consistía en averiguar qué deseaban hacer los restantes miembros de la comisión, para que pudiéramos dividirnos el trabajo y arrancar.

Tuvimos la primera sesión auténtica al día siguiente, viernes. Para entonces disponíamos de un despacho —nos reuníamos en el antiguo edificio de oficinas del Ejecutivo— e incluso teníamos un administrativo para transcribir cada una de las palabras que pronunciáramos.

El Sr. Rogers se retrasó por algún motivo, por lo que mientras le esperábamos, el General Kutyna ofreció explicarnos cuál es la técnica de investigación de accidentes. Nos pareció una buena idea, por lo que se puso en pie y nos expuso cómo había procedido la Fuerza Aérea en la investigación de un cohete Titán no tripulado que había fallado.

Vi con placer que el sistema que él nos describía (qué preguntas había que responder, cómo proceder para hallar las respuestas) era muy similar al que yo había esbozado la noche anterior, salvo en que era mucho más metódico que el imaginado por mí. El General Kutyna nos previno que a veces la causa parece obvia, pero al investigar más cuidadosamente es preciso cambiar de opinión.

En el caso del Titán tenían muy pocas pistas y cambiaron de opinión tres veces a lo largo de la investigación.

Aquello me animó muchísimo. Esa es la clase de investigación que quiero hacer, y me imagino que podemos empezar inmediatamente. Todo lo que falta es decidir de qué tarea se encargará cada cual.

Pero el Sr. Rogers, que llegó a mitad de la exposición del General Kutyna, dice, «Sí, su investigación fue un gran éxito, General, pero en este caso no podremos utilizar

sus métodos, porque no podemos disponer de tanta información como la que usted tuvo.»

Es posible que el Sr. Rogers, que carece de formación técnica, no se percate de lo manifiestamente falso de su afirmación. El Titán, por ser un cohete no tripulado, no se acercaba ni de lejos al número de elementos de verificación y control del transbordador. Disponíamos de imágenes de televisión que mostraban cómo salía una llama por el costado de uno de los cohetes impulsores varios segundos antes de la explosión; en cambio, todo cuanto se podía ver en las fotografías del Titán presentadas por el General Kutyna era un punto informe en el cielo —apenas un fogonazo pequeño, diminuto— y aún así pudo sacar consecuencias útiles de aquello.

El Sr. Rogers nos dice, «He efectuado los arreglos necesarios para que vayamos a Florida el próximo jueves.

Los funcionarios de la NASA nos instruirán allí y nos llevarán a visitar las instalaciones del Centro Espacial Kennedy.»

Me trae a la mente la imagen de la zarina que visita un pueblo en el «Acorazado Potemkin »: todo está arreglado de antemano. Nos mostrarán los cohetes y cómo son ensamblados. Esa no es la forma de averiguar cómo son las cosas, de verdad.

Entonces el Sr. Armstrong declara, «No podemos esperar efectuar una investigación técnica como la realizada por el General Kutyna». Lo cual me enfadó muchísimo, porque las únicas cosas que yo podía imaginarme haciendo eran técnicas. No sabía exactamente lo que Armstrong quería decir: tal vez estuviera diciendo que todo el trabajo técnico de laboratorio sería llevado a cabo por la NASA.

Comencé a sugerir cosas que yo podría hacer.

Estando yo a mitad de mi lista, entra una secretaria con una carta, para que el Sr. Rogers la firme. En el ínterin, cuando acabo de callarme y estoy esperando para volver a empezar, diversos otros miembros de la comisión se ofrecen para trabajar conmigo. Entonces el Sr. Rogers vuelve a levantar la vista para proseguir con la sesión, pero le da la palabra a otra persona —como si estuviera distraído y hubiera olvidado que he sido interrumpido. Así que tengo que partir nuevamente de cero; pero cuando empiezo a exponer mi punto de vista, se produce un nuevo «accidente».

¡De hecho, el Sr. Rogers puso fin a la reunión cuando yo estaba a medio camino! Volvió a expresar su preocupación de que quizá no llegásemos nunca a averiguar qué fue exactamente lo que le ocurrió al transbordador.

Aquello era sumamente descorazonador. Resulta difícil de comprender ahora, porqué la NASA se ha tomado más de dos años para volver a encarrilar el transbordador.

Pero en aquel momento, pensé que sería cuestión de días.

Me dirigí al Sr. Rogers y dije, «Vamos a ir a Florida el jueves que viene. Lo cual significa que no tenemos nada que hacer durante cinco días. ¿Qué es lo que he de hacer durante esos cinco días?»

«Bueno, ¿qué hubiera hecho usted, de no haber estado en la comisión?».

«Iba a ir a Boston como asesor de una empresa, pero cancelé mi compromiso para poder trabajar en esto al 100 por ciento.»

«Bien, ¿y por qué no se va a Boston estos cinco días?»

No pude aguantar aquello. Pensé, «¡Y a estoy muerto! Todo este maldito invento no funciona como es debido ». Volví al hotel hundido en la miseria.

Entonces me acordé de Bill Graham, y le telefoneé. «Oye, Bill », le dije.«Tú me metiste en esto; ahora tienes que salvarme. Estoy completamente desmoralizado; no aguanto más.»

Me dice, «¿Qué es lo que pasa?»

«¡Que quiero *hacer* algo! ¡Quiero ir por ahí y hablar con unos cuantos ingenieros!»

«¡Pues claro! », me dice. «¿Por qué no? Te organizaré un viaje. Puedes ir a donde quieras: puedes ir al Centro Johnson, o al Marshall, o al Kennedy...»

Pensé que no debía ir al Kennedy, pues parecería como si quisiera adelantarme para pisarles el terreno a los otros.

Sally Ride trabajaba en el Johnson y se había ofrecido para colaborar conmigo, por lo que dije, «Iré a Johnson.»

«Magnífico, » me dice. «Se lo diré a David Acheson.

Es amigo personal de Rogers y también mío. Estoy seguro de que todo irá sobre ruedas.»

Media hora después, Acheson me telefona: «A mí me ha parecido una gran idea», me dice, «y así se lo he hecho saber al Sr. Rogers, pero él dice que no. Sencillamente, no sé por qué no puedo convencerle.»

Entretanto, Graham pensó en una solución de compromiso: yo permanecería en Washington y él haría venir a gente a su despacho, que estaba del otro lado de la calle, frente a mi hotel. Yo dispondría de la clase de información que deseaba sin tener que ir corriendo de un lado para otro.

Entonces me llama el Sr. Rogers : es contrario al compromiso ideado por Graham. «Nos vamos todos a Florida el jueves próximo», me dice.

Le respondo, «Si la idea es que nos sentemos y nos den charlas, en mi caso eso no funcionará. Puedo trabajar mucho más eficazmente hablando directamente con los ingenieros.»

«Es preciso que actuemos metódica y ordenadamente».

«¡Hemos celebrado y a varias sesiones, pero todavía no se nos ha asignado tarea alguna! ».

Rogers me dice, «Vamos a ver, ¿quiere usted que moleste a los restantes miembros y convoque para el lunes una reunión especial, con el fin de que podamos hacer esa distribución?».

«¡ Pues sí! ». Yo me imaginaba que nuestra tarea era trabajar,) así que nadie tenía que molestarse por eso. ¿Comprende mi punto de vista?

Así que cambia de tercio, naturalmente. Me dice, «Entiendo que no está usted a gusto en el hotel donde se encuentra. Permítame alojarle en un buen hotel.»

«No, muchas gracias. Todo está perfectamente bien en mi hotel.»

Vuelve a la carga muy pronto, por lo que le digo, «Sr. Rogers, no estoy preocupado por mi comodidad personal.

Estoy tratando de ponerme a trabajar. ¡ Quiero hacer algo!»

Por fin, Rogers dice que está bien, que puedo cruzar la calle y hablar con la gente de la NASA.

Más tarde, Graham trató de explicármelo. «Imagínate que a ti, que eres de formación técnica, te asignaran el papel de presidente de una comisión encargada de estudiar un cierto problema jurídico. Tu comisión se compone fundamentalmente de juristas, y uno de ellos no para de decir, «Puedo trabajar más eficazmente si

hablo directamente con otros juristas » . Yo imagino que antes de dejar que nadie saliera disparado a investigar por su cuenta querrías orientarte y saber por dónde te andas.»

Mucho más adelante me di cuenta de que el Sr. Rogers tenía montones de problemas que atender. Por ejemplo, cada elemento de información que recibiéramos tenía que ser registrado y puesto a disposición de los restantes miembros de la comisión, por lo que era preciso establecer una biblioteca central. Esa clase de cosas lleva tiempo.

El sábado por la mañana me fui a la NASA. Graham hizo venir a una serie de personas para que me explicasen todo lo referente al transbordador. Aunque altos cargos de la NASA, todos aquellos hombres eran de formación técnica.

El primero me contó todo acerca de los cohetes impulsores de combustible sólido — el propelente, el motor, todo de todo, menos de los cierres herméticos. «El experto en hermeticidad estará aquí a primera hora de la tarde.»

El siguiente me explicó todo lo referente al motor. El funcionamiento básico era más o menos obvio, pero después estaban toda clase de controles, los suministros y acarreos a través de tuberías, calentamiento de esto y de lo otro, mientras el hidrógeno a alta presión impulsa una pequeña hélice que hace girar otra cosa, la cual bombea oxígeno a través de una válvula de salida— cosas de ese estilo.

Era interesante, y me esforcé al máximo por comprenderlo, pero al cabo de un rato le dije, «Esto es lo más que voy a aprender, por ahora, sobre el motor.»

«Pero los motores presentan muchos problemas, de los que usted debería tener información», me dice.

Pero yo me había embalado tras la pista del cohete impulsor, por lo que dije, «Tendré que dejar de lado los motores para luego, cuando tenga más tiempo».

Llegó entonces otro experto a hablarme del orbitador. Me hizo sentirme fatal, porque le había hecho venir a verme en sábado y no parecía que el orbitador hubiera tenido arte ni parte en el accidente. Ya tenía por entonces bastantes dificultades para entender el resto del transbordador —el cerebro solamente puede retener una cierta cantidad de información por centímetro cúbico— por lo que le dejé contarme un poco de su especialidad, pero pronto tuve que confesarle que los

detalles me estaban desbordando, por lo que nos limitamos a sostener una agradable conversación.

Por la tarde llegó el experto en cierres herméticos —se llamaba Weeks— y me proporcionó lo que resultó ser ampliación del «cursillo» del J P L , con más detalles todavía.

Se utilizaban masillas y otras cosas, pero la definitiva hermeticidad del cierre estaba encomendada a dos anillos de goma, llamados retenes tóricos, que tienen aproximadamente unos seis milímetros de diámetro y están alojados en un círculo de 366 cm. de diámetro, lo que dan un contorno de más de once metros.

En el diseño inicial de los retenes tóricos que hizo la compañía Morton Thiokol, se esperaba que la presión del propelente al quemarse provocaría el aplastamiento de estos anillos. Pero como las juntas de los distintos cuerpos son más fuertes que las paredes (pues son tres veces más gruesas), la pared se abomba hacia afuera, haciendo que la junta se abra un poco —lo bastante como para que el retén tórico se salga de la zona de cierre. El Sr. Weeks me dijo que este fenómeno era conocido por «rotación de la junta», y fue descubierto muy pronto, antes incluso de hacer volar el transbordador por primera vez.

Aunque las piezas de goma de las juntas se llamen anillos o retenes tóricos, no se utilizan como los retenes de cierre normales. En circunstancias ordinarias, como los retenes para impedir que se salga el aceite en los automóviles, las piezas son deslizantes o son ejes en rotación, pero las holguras permanecen constantes. La junta tórica permanece en su lugar en posición fija.

Pero en el caso del transbordador, la holgura se incrementa al aumentar la presión en el cohete. Y para mantener la estanqueidad, la goma del retén tiene que expandirse *rápidamente* para taponar el hueco —y durante un lanzamiento, el hueco se abre en un fracción de segundo.

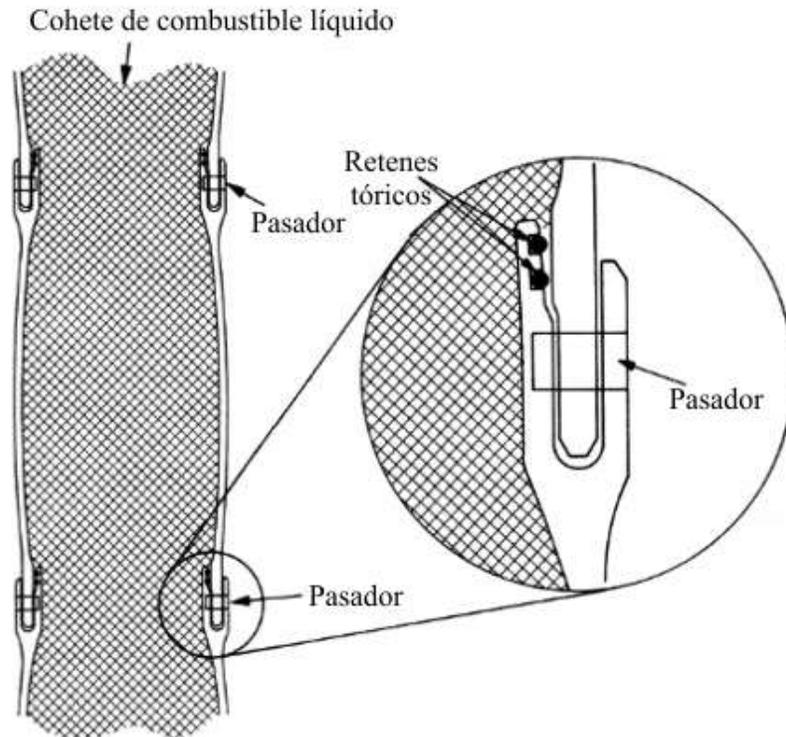


Figura 7. La rotación de las juntas es debida a la presión interior en el cohete, que empuja las paredes y las abomba hacia el exterior. Se abre una rendija en las juntas y fluye gas caliente hacia el exterior, erosionando uno o varios de los retenes tóricos.

Así pues, la capacidad de recuperación de la goma pasó a ser un aspecto muy esencial de todo el diseño.

Cuando los ingenieros de Thiokol empezaron a descubrir estos problemas se dirigieron a la Parker Seal Company, fabricante de la goma, a pedir asesoramiento. La Parker Seal Company dijo a Thiokol que los retenes tóricos no estaban diseñados para ser utilizados de ese modo, por lo que no podían asesorarles.

Aunque se sabía casi desde el principio que la junta no estaba funcionando como se había proyectado, Thiokol siguió luchando con el dispositivo. Hicieron cierto número de mejoras improvisadas. Una de ellas fue calzar las juntas con suplementos, para aumentar su rigidez, pero la junta seguía sufriendo fugas. El Sr. Weeks me mostró fotografías de fugas tomadas en vuelos anteriores —lo que los ingenieros llamaban «blowby», un ennegrecimiento localizado tras el cierre tórico, que

señalaba el lugar por donde se fugaban gases calientes, y lo que ellos llamaban «erosión», que eran los lugares donde el cierre tórico se había quemado un poquito. Revisamos la historia completa de los cierres hasta el vuelo, el 51—L.

Quise saber: «¿Dónde se dice que el problema fue analizado alguna vez, qué tal ha ido evolucionando, o si se ha hecho algún otro progreso?».

El problema tan sólo figuraba en las «revisiones de preparación para el vuelo». ¡Entre vuelo y vuelo el problema no se mencionaba!

Echamos un vistazo al resumen del informe. Todo clasificado por balines, como de costumbre. La línea superior dice:

- La carencia de un buen cierre secundario en la unión de campo es sumamente crítica; deben incorporarse lo antes posible métodos para reducir la rotación de la junta, para disminuir la criticalidad.
- Y después, casi al pie de la página, dice: *"El análisis de los datos existentes indica que resulta seguro continuar volando con el diseño existente a condición de que se compruebe la inexistencia de fugas en todas las juntas al ser sometidas a una estabilización de 200 psi..."*

Aquella contradicción me dejó perplejo : «Si es "sumamente crítico", ¿cómo podría "resultar seguro continuar volando"? ¿ A qué lógica obedece esto?»

El Sr. Weeks dice, «¡Sí, ya entiendo lo que quiere decir! Bueno, veamos: aquí dice «El análisis de los datos existentes...»

Fuimos repasando el informe y encontramos el análisis.

Era algún tipo de modelo computarizado fundado en diversas hipótesis no necesariamente correctas. Ya se sabe cuál es el peligro de usar ordenadores. Se llama GIGO (garbage in, garbage out), esto es, ¡si metes basura sacas basura! El análisis concluía que una fuguita impredecible acá y allá podía ser tolerable aún cuando no formara parte del diseño original.

Si todos los cierres hubieran mostrado fugas, incluso a la NASA le hubiera resultado obvia la seriedad del problema. Pero solamente mostraban fugas algunas de las juntas en algunos de los vuelos, nada más. Así que la NASA adoptó una actitud sumamente peculiar: si a pesar de que uno de los cierres tiene algo de fuga el vuelo resulta un éxito, es que el problema no es tan serio. Pruebe a jugar a la ruleta rusa

del modo siguiente: como uno ha apretado el gatillo sin que se dispare el tiro, sin duda resulta seguro volver a apretarlo...

El Sr. Weeks dijo que había el rumor de que la historia de los problemas de las juntas estaba siendo filtrada a la prensa. Eso le molestaba un poco, porque daba la impresión de que la NASA estuviera tratando de mantener las cosas en secreto.

Yo le expresé que me encontraba del todo satisfecho de las personas que Graham había enviado a hablar conmigo, y que dado que ya había oído hablar de los problemas de las juntas en el J P L , que la cosa no era tan gran noticia.

Al día siguiente, domingo, Bill Graham me llevó con su familia al Museo Nacional de Aeronáutica y del Espacio.

Tomamos juntos el desayuno, muy temprano, y después cruzamos la calle hasta el museo.

Esperaba encontrarme allí con una multitud de gente, pero me había olvidado de que Bill Graham era un pez muy gordo. Dispusimos durante un rato del lugar entero para nosotros solos.

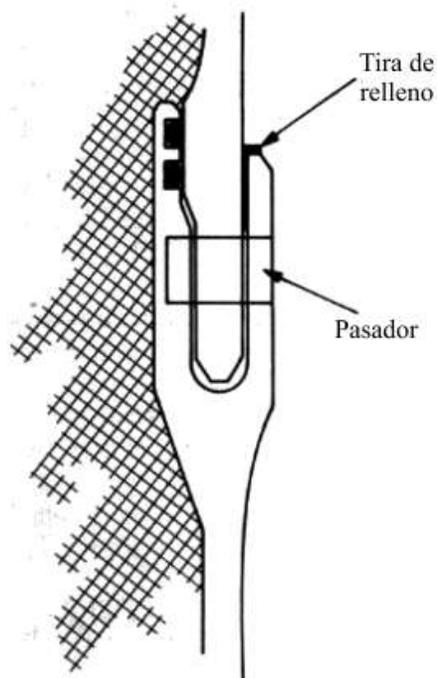


Figura 8. Tentativas de Thiokol para resolver el problema de la rotación de juntas mediante tiras de relleno.

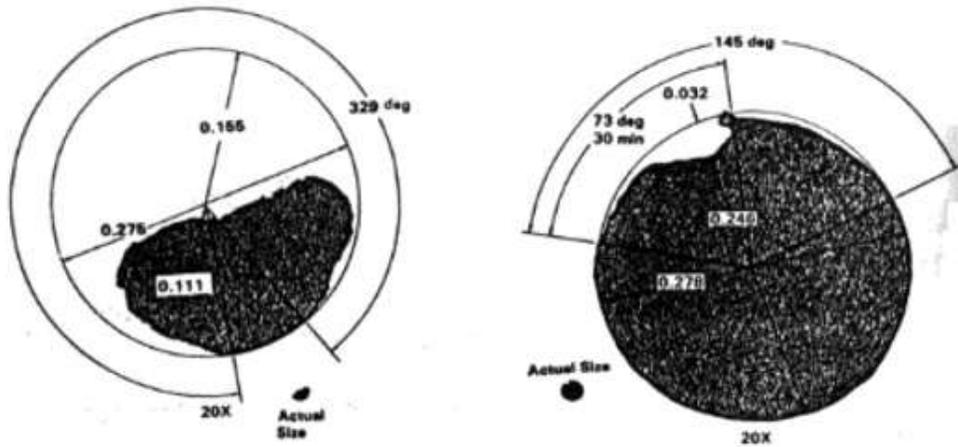


Figura 9. Dos ejemplos de erosión de retenes tóricos. Tal erosión se producía, impredeciblemente a lo largo de unos 5 a 8 cm del retén, cuyo perímetro es de más de 10 metros.

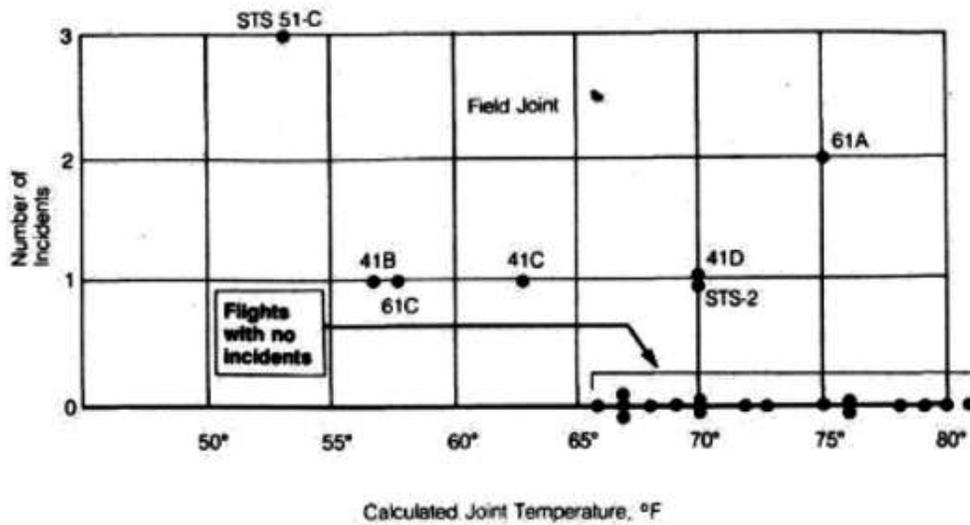


Figura 10. Correlación entre temperatura e incidentes en los retenes tóricos

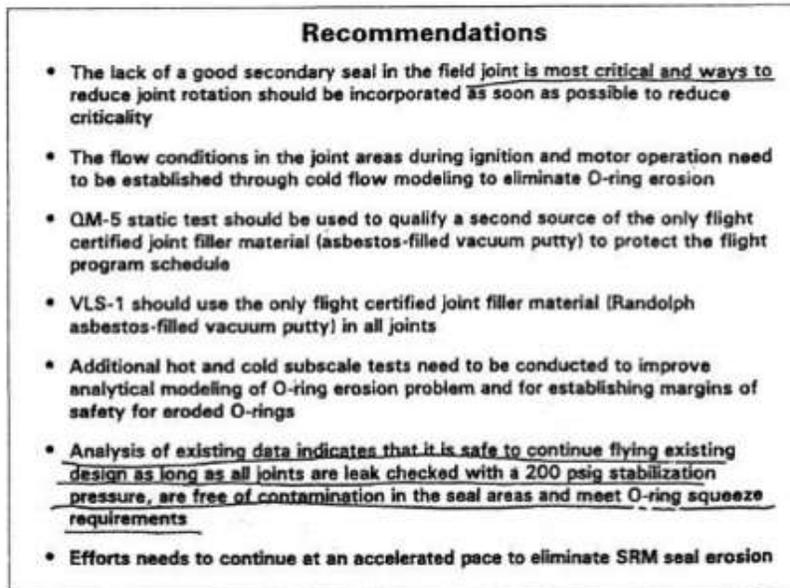


Figura 11. He aquí subrayados, las contradictorias recomendaciones del informe de hermeticidad

Vimos allí a Sally Ride. Se encontraba expuesta en una vitrina, vestida con traje de astronauta, sosteniendo el casco y todo el resto del equipo. El modelo en cera era exactamente igual que ella.

En el museo había un cine especial donde se pasaba una película sobre la NASA y sus logros. La película era maravillosa. No había yo caído en la cuenta del enorme número de personas que trabajaban en el transbordador espacial, del enorme esfuerzo que había supuesto su construcción. Y ya se sabe cómo son las películas: pueden hacerlas emocionantes. Tan emocionante era que casi me hizo llorar. Pude ver que el accidente había supuesto un golpe tremendo. Pensar que tanta gente había estado trabajando tan duramente para que todo funcionase—y entonces falla— me decidió más todavía a ayudar a enmendar los problemas del transbordador lo más rápidamente posible, para que todas aquellas personas volvieran a reanudar la marcha. Después de ver esta película cambié mucho de actitud y pasé de estar medio anti NASA a una muy vigorosa actitud a su favor.

Aquella tarde recibí una llamada telefónica del general Kutyna.

«¿Profesor Feynman? », dice. «Tengo para usted noticias urgentes. ¡Ah, espere un instante!» .

Oigo al fondo música de tipo banda militar.

La música cesa, y el general Kutyna dice, «Disculpe usted, profesor. Estoy en un concierto de la Banda de las Fuerzas Aéreas y acaban de tocar el himno nacional.»

Podía imaginármelo de uniforme, plantado en posición de firmes mientras la banda toca «Barras y estrellas», saludando con una mano y sosteniendo el teléfono con la otra. «¿Qué noticias son ésas, general?»

«Bien, en primer lugar, Rogers me dijo que le dijera que no volviera usted a la NASA».

No le presté a eso ninguna atención, porque ya había ido a la NASA el día anterior.

Kutyna prosiguió, «La otra cosa es que vamos a tener mañana una reunión especial para informarnos sobre una persona cuya historia ha sido publicada hoy en el *New York Times*.»

Me reí para mis adentros: íbamos a tener reunión especial el lunes, después de todo!

Entonces me dice, «Estaba trabajando esta mañana en el carburador de mi coche y estaba pensando: el transbordador despegó cuando la temperatura era de 2 ó 3 grados bajo cero. Antes de eso, la temperatura más baja había sido de unos 12 grados. Usted es profesor de física. «¿Cuál es, señor, el efecto del frío sobre los retenes tóricos?»

«Bueno», dije. «Los pondrá rígidos. Sí, desde luego!».

Eso era todo lo que tenía que decirme. Era una pista por la que luego se me atribuyó mucho mérito, pero la observación había sido suya. A un profesor de física teórica hay que decirle dónde tiene que mirar. ¡Él se limita a utilizar sus conocimientos para explicar las observaciones de los experimentadores!

El lunes por la mañana, el general Kutyna y yo nos acercamos a la oficina de Graham y le preguntamos qué información tenía sobre efectos de la temperatura en las juntas tóricas. No la tenía a mano, pero dijo que nos la proporcionaría lo más pronto posible.

Graham sí tenía, empero, algunas fotografías interesantes que mostrarnos. En ellas se veía una llama que crecía desde el cohete impulsor de combustible sólido de la derecha unos segundos antes de la explosión. Resultaba difícil decir de dónde salía exactamente la llama. Pero justamente allí, en la oficina, había un modelo del

transbordador. Coloqué el modelo en el suelo y me desplazé a su alrededor hasta que tuvo exactamente el mismo aspecto que en la foto, lo mismo en tamaño que en orientación.

Me fijé en que en cada uno de los cohetes impulsores hay un agujerito, llamado portillo de verificación de fugas, por el que se inyecta gas a presión para verificar si hay fugas. Se halla entre los dos retenes tóricos, por lo que si el cierre no es hermético y el primero de estos anillos falla, el gas se escaparía por el portillo, con efectos catastróficos. Se encontraba aproximadamente donde la llama. Desde luego, seguía siendo cuestión de si la llama estaba saliendo del portillo de verificación o si una llama mayor, de la que nosotros solamente veíamos la punta, salía de otro punto más alejado y lamía alrededor.

Aquella tarde mantuvimos nuestra reunión de emergencia a puerta cerrada para escuchar al personaje cuya historia había publicado el *New York Times*. Su nombre era Sr. Cook. Se encontraba en el departamento de presupuestos de la NASA cuando se le pidió que indagase la posible existencia de problemas de hermeticidad en las juntas y estimase el costo necesario para enmendarlos.

Al hablar con los ingenieros descubrió que la hermeticidad de los cierres había sido un gran problema desde hacía mucho. Informó en consecuencia que solucionarlo costaría tanto y tanto —un montón de dinero. Desde el punto de vista de la prensa y de algunos de los comisionados, la historia del Sr. Cook parecía una gran revelación, como si la NASA nos estuviera escamoteando el problema de las juntas. Tuve que soportar todo aquel gran e innecesario revuelo, preguntándome si cada vez que la prensa publicase un artículo habríamos de celebrar una reunión extraordinaria. ¡De esa forma no llegaríamos a nada!

Pero más tarde, durante esa misma reunión, ocurrieron varias cosas muy interesantes. Primero, vimos fotografías que mostraban bocanadas de humo que salían de una unión de campo, justamente después de la ignición, antes incluso de que el transbordador saliera de la torre de despegue. El humo procedía del mismo lugar —posiblemente, el portillo de verificación de fugas— donde después apareció la llama. Ya no había muchas dudas, vaya. Todas las piezas iban encajando.

Ocurrió entonces algo completamente inesperado. Uno de los ingenieros de Thiokol Company, un tal Sr. MacDonald, quería decirnos algo. Había venido a la reunión por iniciativa propia, sin ser invitado. El Sr. MacDonald informó que los ingenieros de

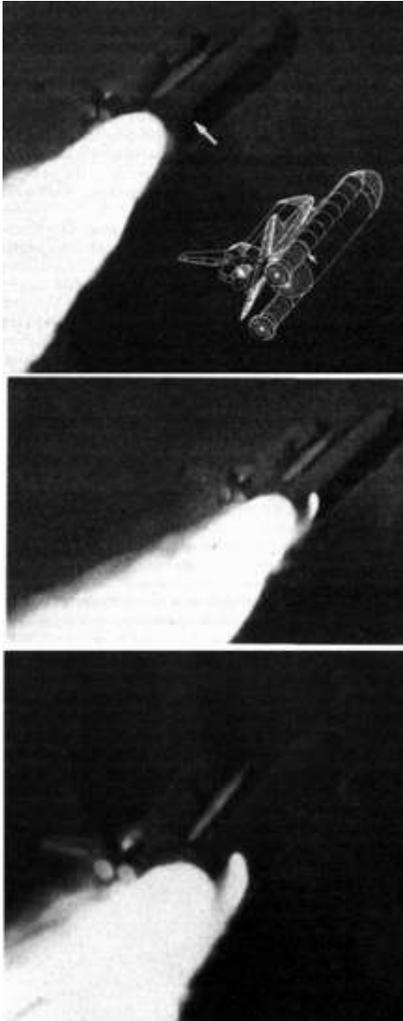


Figura 12. Progresión de una llama, emanada probablemente de la zona del portillo de verificación de fugas (Foto NASA).

algo va a mal en este vuelo, no me gustaría tener una comisión de investigación y confesar que yo eché adelante y les dije que adelante, que hicieran volar el chisme aquel, que estaba en condiciones de hacerlo.»

Thiokol habían llegado a la conclusión de que las bajas temperaturas tenían que ver con el problema de las juntas, y que estaban muy, muy preocupados al respecto. En la noche anterior al lanzamiento, durante la revisión general previa, dijeron a la NASA que el transbordador no debería volar si la temperatura bajaba de 12°C —la temperatura mínima de la vez anterior y aquella mañana era de 3°C bajo cero.

El Sr. MacDonald dijo que la NASA se quedó «pasmada» ante tal declaración. El presidente de aquella reunión, un tal Sr. Mulloy , adujo que las pruebas presentadas

eran «incompletas» —los fenómenos de erosión y «blowby» se habían producido también en vuelos a temperaturas de más de 12 grados— por lo que Thiokol debería reconsiderar su oposición al vuelo.

Thiokol dio marcha atrás, pero MacDonald se negó a ello, diciendo, «Si

Mientras salíamos, llegó Bill Graham con un rímero de papeles para mí.

«¡Caray! ¡Eso es rapidez! », dije yo. «¡Si sólo fue esta mañana cuando te pedí la información!» . Graham cooperó siempre con mucha diligencia.

El papel que viene de lo alto dice, «El profesor Feynman, de la Comisión Presidencial, quiere conocer qué efectos tiene la temperatura sobre la capacidad y tiempo de recuperación de los retenes tóricos...» —se trata de un oficio dirigido a un subordinado.

Bajo de este oficio hay otro: «El profesor Feynman, de la Comisión Presidencial, quiere conocer... » de aquel subordinado a su subordinado, y así a lo largo de toda la línea.

Hay un papel con unos números preparados por el pobre desgraciado que está en lo más bajo, y después otra serie de notas de documentos de remisión que explican que la respuesta está siendo enviada al siguiente nivel.

Así que aquí tenemos esta pila de papelotes, como un sándwich, y en el medio está la respuesta... ¡la pregunta errónea! La respuesta decía: «Se comprime la goma durante dos horas a una cierta temperatura y presión, y se observa después cuánto tarda en recuperar su forma primitiva ». ¡Horas! ¡Yo necesitaba saber con qué rapidez respondía la goma durante un lanzamiento, en *milisegundos*. Aquella información no me servía de nada.

Volví a mi hotel. Me siento hundido; estoy tomando la cena. Miro la mesa y veo en ella un vaso de agua helada. Me digo para mis adentros, «Maldita sea, yo mismo



Figura 14. Se vieron escapar bocanadas de "humo" negro (partículas finas, sin quemar) del mismo lugar donde luego se observó la llama (NASA).

puedo averiguar qué le pasa a esa goma sin que la NASA se pase el día enviando notas adelante y atrás. ¡Voy a hacer yo el ensayo! Lo único que me hace falta es disponer de una muestra de esa goma.»

Me digo, «Puedo hacerlo mañana mientras estamos todos sentados allí, mientras Cook nos repite las bobadas que ya hemos oído hoy. En esas reuniones siempre nos ponen agua helada; al menos eso es algo que puedo hacer para ahorrar tiempo.»

Más tarde pienso, «No, eso sería una torpeza»

Pero después me acuerdo de Luis Álvarez, el físico. Es un tipo a quien admiro por sus redañes y por su sentido de humor, y pienso, «Si Álvarez estuviera en esta comisión lo haría y con eso tengo bastante.»

Hay historias de físicos —grandes héroes— que han obtenido información como quien cuenta hasta tres —así, por las buenas— mientras todo el mundo se mata intentándolo de formas complicadas. Por ejemplo, tras el descubrimiento de los rayos ultravioletas y de los rayos X, hubo otros de nuevo tipo, llamados rayos N, descubiertos por André Blondel en Francia. Los rayos N no eran fáciles de detectar; otros científicos tuvieron dificultad en repetir los experimentos de Blondel, por lo que alguien le pidió al gran físico norteamericano R. W. Wood que visitara el laboratorio de Blondel.

Blondel dio una conferencia pública y una exhibición.

Los rayos N eran desviados por el aluminio, y Blondel había alineado lentes de todas clases, seguidas por un gran disco con un prisma de aluminio en el centro. Al ir haciendo girar lentamente este prisma, los rayos N se desviaban así y así, y el ayudante de Blondel iba informando de su intensidad —números diferentes para ángulos diferentes.

Los rayos N eran afectados por la luz, por lo que Blondel apagó las luces para hacer más sensibles las lecturas. Su ayudante siguió informando de la intensidad.

Cuando se encendieron otra vez las luces, allí estaba R. W. Wood en la primera fila, sosteniendo el prisma en lo alto, en equilibrio sobre la punta de los dedos, a la vista de todos. ¡Fue el punto final de los rayos N!

Pienso, «¡Exactamente! He de hacerme con una muestra de la goma». Llamo a Bill Graham.

Resulta imposible: la guardan en algún lugar de Cabo Kennedy. Pero entonces Graham se acuerda de que el modelo de la junta de campo que vamos a utilizar en nuestra reunión de mañana contiene dos muestras de goma. Me dice, «Podríamos reunirnos en mi oficina antes de la reunión y ver si podemos sacar la goma.»

A la mañana siguiente me levanto temprano y salgo frente a mi hotel. Son la ocho de la mañana y está nevando.

Encuentro un taxi y le digo al conductor, «Quiero ir a una ferretería».

«¿A una ferretería, señor?»

«Sí. Necesito unas herramientas.»

«Verá, señor, no hay tiendas de ferretería por aquí.

Allá está el Capitolio, la Casa Blanca por allá... espere un instante: me parece que recuerdo haber pasado delante de una el otro día.»

Encontró la ferretería, y resultó que no abría hasta las 8:30 —eran como las ocho y cuarto— así que esperé afuera, con chaqueta y corbata, vestimenta que he adoptado desde que llegué a Washington para poder moverme entre los nativos sin llamar demasiado la atención.

Las chaquetas que los nativos llevan en el interior de sus edificios (que tienen una calefacción perfecta) son suficientes para caminar desde un edificio a otro, o desde el edificio hasta un taxi si hay mucha distancia entre ellos. (Todos los taxis tienen calefacción). Pero los nativos parecen sentir un extraño miedo al frío: se ponen abrigos por encima de sus chaquetas cuando quieren salir al exterior. Yo no me había comprado abrigo todavía, por lo que seguí llamando bastante la atención allí plantado delante de la ferretería mientras caía la nieve.

A las 8:30 entré, compré un par de destornilladores, unos alicates y el gato de carpintero lo más pequeño que pude encontrar. Después me fui a la NASA.

De camino a la oficina de Graham me pareció que el gato sería demasiado grande. No disponía de mucho tiempo, y me fui corriendo al departamento médico de la NASA. (Sabía dónde se encontraba, por haber ido allí para hacerme unos análisis de sangre que me había mandado hacer mi cardiólogo, que estaba intentando tratarme por teléfono). Pedí una mordaza médica, como las que utilizan para sus tubos.

No tenían. Pero el sanitario me dice, «¡Vaya, veamos si su gato cabe en un vaso! » .

Entraba sin dificultad.

Subí al despacho de Graham.

Pudimos extraer fácilmente la goma del modelo con los alicates. Héteme ya con la muestra de goma en la mano. Aunque sabía que resultaría más emocionante y honrado realizar por primera vez el experimento en público, hice algo de lo que estoy ligeramente avergonzado.



Figura 15. El modelo de junta de campo del que Feynman la muestra de retén tórico.

Hice trampa. No pude resistirlo. Lo probé. Así que, siguiendo el ejemplo de mantener reuniones a puerta cerrada antes de celebrar sesiones públicas, descubrí que el experimento funcionaba antes de llevarlo a cabo en la sesión abierta. Entonces volví a colocar la goma en el modelo, para que Graham lo llevase a la reunión.

Acudo a la reunión, todo dispuesto, con los alicates en un bolsillo y el gato en el otro. Me siento al lado del general Kutyna.

En la reunión anterior había agua helada para todo el mundo. Esta vez, no. Me levanto, me dirijo a alguien me parece encargado de aquello y le digo, «Quisiera un vaso de agua con hielo, por favor.»

Me dice, «¡Desde luego. Ahora mismo!»

Pasan cinco minutos, los guardias cierran las puertas, da comienzo la sesión y yo sigo sin mi agua fría.

Le hago gestos al hombre con quien antes hablé. Se acerca y me dice, «¡No se preocupe, ya la traen!».

La reunión prosigue, y ahora el Sr. Mulloy comienza a hablarnos de los cierres herméticos. (Al parecer, la NASA quiere contarnos lo de los cierres antes de que lo

haga el Sr. Cook.) El modelo empieza a pasar de mano en mano, y cada comisionado lo examina un poquito.

¡Y entretanto, yo sin agua helada!

El Sr. Mulloy explica, a la manera habitual en la NASA, cómo se espera que funcionen los cierres. Utiliza palabras raras y acrónimos, que les resultan difíciles de entender a los demás.

Para preparar un poco las cosas mientras espero por el agua helada, pregunto, «Durante el lanzamiento, se producen vibraciones causantes de que las juntas del cohete se muevan un poquito —¿es correcto lo que digo?»

«Es correcto, señor.»

«Y por el interior de esas juntas se encuentran los llamados retenes tóricos, que han de expandirse para mantener la hermeticidad, ¿es así?»

«Sí señor. En condiciones estáticas tendrían que mantenerse en contacto directo con la horquilla y la espiga²⁴, comprimidas medio milímetro».

«¿Por qué no se eliminan los retenes?»

«Porque entonces tendríamos gases calientes expandiéndose a través de la unión...»

«Ahora, para que el cierre funcione correctamente es preciso que los retenes sean de goma. Por ejemplo, no serviría el plomo, que cuando se deforma por compresión, permanece aplastado.»

«Así es, señor»

«Según eso, bastaría que los retenes tóricos perdieran durante uno o dos segundos su capacidad de recuperación para que se creara una situación muy peligrosa.»

«Sí, señor».

Lo cual nos llevaba directamente a la cuestión de la baja temperatura y la capacidad de recuperación de la goma. Yo pretendía demostrar que el Sr. Mulloy tenía que haber sabido que la temperatura tenía un efecto, aunque según el Sr. MacDonald — las pruebas fueran «incompletas». ¡Pero seguía sin agua helada ! Así que tuve que detenerme y empezó a preguntar otra persona.

El modelo va pasando de mano en mano. Le llega al general Kutyna y después a mí. Saco del bolsillo el gato y los alicates, desmonto el modelo, tengo en la mano los

²⁴ La espiga es la pieza macho de la unión; la horquilla, la pieza hembra (véase la Figura 13).

segmentos de retén tórico, ¡mas sigo sin agua helada! Me vuelvo otra vez y hago señas al hombre a quien he estado incordiando para que me la traigan, y él me dice por gestos, «¡no se preocupe, la tendrá!».

Enseguida veo a una mujer joven, que baja hacia nosotros trayendo una bandeja con vasos. Le da un vaso de agua helada al Sr. Rogers, le da un vaso de agua helada al Sr. Armstrong, ¡va y viene entre las filas del estrado, dándole agua helada a todo el mundo! La pobre mujer se ha traído todo —jarra, vasos, hielo, bandeja, el juego completo— para que todo el mundo pueda tener agua fresca.

¡Por fin me llega el agua, y yo que no me la bebo! Comprimo la goma entre las mordazas del gato y la introduzco en el vaso de agua—hielo.

Al cabo de algunos minutos estoy listo para mostrar los resultados de mi pequeño experimento. Alargo la mano hacia el botón que pone en servicio mi micrófono.

El general Kutyna, que se ha dado cuenta de lo que estoy haciendo, se inclina rápidamente hacia mí y dice, «Copiloto a piloto: ahora no.»

Un momentito después vuelvo a alargar la mano otra vez.

«¡No, ahora no!» Me señala el libro que nos han dado, donde figuran todos los esquemas y diapositivas que el Sr. Mulloy está explicando, y me dice, «Cuando llegue a esta diapositiva, aquí, será el momento preciso de hacerlo.»

Por fin, el Sr. Mulloy llega al punto señalado. Pulso el botón del micro y digo, «He extraído esta pieza de goma del modelo, la comprimo con un gato y la he metido en agua—hielo durante cierto tiempo.»

Saco el gato, lo sostengo a la vista y aflojo las mordazas mientras hablo. «He descubierto que cuando se afloja el gato, la goma no se recupera en el acto. Con otras palabras, durante bastantes segundos, este material no da signos de recuperación cuando es mantenido a una temperatura de 0 grados. Soy de la opinión de que tal hecho reviste importancia en nuestro problema.»

Antes de que el Sr. Mulloy pudiera responder nada, el Sr. Rogers dice, «Esta es cuestión que examinaremos extensamente, desde luego, en la sesión que dedicaremos a la meteorología. Estimo que se trata de un punto importante; que el Sr. Mulloy así lo reconoce y sobre el que nos comentará sobre el particular en una sesión posterior».

Durante el descanso para almorzar, los periodistas me vinieron haciéndome preguntas como, «¿Se refería usted a los anillos o a la masilla?» y «¿Querría usted explicarnos qué es, exactamente, una junta tórica?».



Figura 15a. La demostración del efecto del agua helada sobre un retén tórico.

(Marilynn K. Yee. NYT Pictures)

Me dejó bastante deprimido el no haber podido dejar clara mi tesis. Pero aquella noche, todos los servicios informativos se habían dado cuenta de la importancia del experimento y al día siguiente, los artículos de los diarios explicaban todo a la perfección.

4. ¡Ojo a las seis!

Mi prima Frances me instruyó sobre la prensa. Había sido corresponsal de AP en la Casa Blanca durante las administraciones de Nixon y de Ford, y ahora trabajaba para CNN . Frances me contaba historias de gente que salía huyendo por la puerta de atrás por miedo a la prensa. Recibí de Frances la idea de que la prensa no está haciendo nada malo; los informadores tratan, sencillamente, de ayudar a la gente a saber lo que pasa, y no hace ningún daño ser cortés con ellos.

Descubrí que pueden ser verdaderamente muy amistosos si se les da la oportunidad. Por ese motivo yo no le tenía miedo a la prensa y estaba siempre dispuesto a responder a sus preguntas.

Los periodistas me explicaban que podía decir, «No mencione la fuente». Pero yo no quería andar con trucos. No quería que mis declaraciones sonasen como si estuviese «filtrando» algo a la prensa. Así que siempre que hablaba con la prensa lo hacía claramente. En consecuencia mi nombre estaba todos los días en el periódico, por todas partes.

Parecía como si yo fuese el que siempre respondiera las preguntas de los periodistas. Los otros miembros de la comisión parecían muchas veces ansiosos de irse a comer, y yo me quedaba allí contestando preguntas. «¿Qué objeto tiene celebrar una sesión pública si uno sale corriendo en cuanto te preguntan el significado de una palabra?».

Cuando "por fin nos juntábamos para almorzar, el Sr. Rogers nos recordaba siempre que tuviéramos cuidado de no hablar con la prensa. Yo decía entonces, «Bueno, no hacía más que explicarles qué son las juntas tóricas.»

Y él me decía, «Está perfectamente; lo está haciendo usted muy bien, Dr. Feynman; no hay problema en eso.» Así que no logré nunca averiguar cuál era el significado exacto de «no hablar con la prensa». El trabajo en la comisión resultaba francamente tenso, por lo que disfrutaba cenando de cuando en cuando con Frances o Chuck, el hijo de mi hermana, que estaba trabajando para el *Washington Post*. Pero como el Sr. Rogers no paraba de hablar de fugas, nos aseguramos de no decir nunca ni una palabra sobre lo que yo estaba haciendo. Si la agencia CNN necesitaba saber algo de mí, tenían que enviar a otra persona. Lo mismo valía para el *Post*.

Le mencioné al Sr. Rogers que tenía parientes trabajando en la prensa. «Hemos convenido no hablar de mi trabajo. ¿Ve usted algún problema en ello?»

Se sonrió y dijo, «Está perfectamente. También yo tengo un sobrino en la prensa. No hay problema en absoluto.»

El miércoles, la comisión no tenía nada que hacer, por lo que el general Kutyna me invitó a visitarle en el Pentágono para instruirme sobre las relaciones entre la fuerza aérea y la NASA.

Era la primera vez en mi vida que estaba en el Pentágono.

Aquello está lleno de tíos de uniforme recibiendo órdenes; algo muy distinto de la vida civil. Kutyna le dice a uno de ellos, «Quisiera utilizar la sala de conferencias...»

«¡Sí, mi general!»

«...y necesitaremos ver las diapositivas números tal y tal y así y así.»

«¡Sí, mi general! ¡A la orden, mi general!»

Ya tenemos a todos aquellos hombres trabajando para nosotros mientras el general Kutyna me ofrece una gran presentación en una sala especial. Las diapositivas se proyectan desde el otro lado de una pared transparente. Era realmente fantástico.

A lo mejor, el general Kutyna me decía cosas como «Al senador Fulano, la NASA se lo tiene metido en el bolsillo,» y yo le respondía, bromeando a medias, «No me haga esos comentarios al margen, mi general. ¡Me está atiborrando la cabeza! Pero no se preocupe, lo olvidaré todo.» Quería pecar de ingenuo. Primero tenía que averiguar qué le había pasado al transbordador; ya me preocuparía más adelante de las presiones políticas.

En un cierto momento de la presentación, el general Kutyna comentó que todos los miembros de la comisión tenían algún punto flaco a causa de sus conexiones o dependencias: a él, que había trabajado muy de cerca con el personal de la NASA en su antiguo cargo de director del Programa de Transbordadores Espaciales de la Fuerza Aérea, le resultaba difícil, cuando no imposible, plantear abiertamente las preguntas más duras relativas a la gestión de la NASA. Sally Ride sigue trabajando en ella, por lo que no es libre de decir todo lo que quiera. El Sr. Cowert había trabajado en los motores y había sido consultor de la NASA; y así sucesivamente.

Yo dije, «¡Y yo estoy asociado con Caltech, pero no considero que eso sea un punto débil!»

«Bueno», me responde, «eso es cierto. Hasta donde se me alcanza, es usted invulnerable. Pero en la Fuerza Aérea tenemos un dicho: ¡Ojo a las seis!»

Se explicó.

«Un tipo está volando tranquilamente, mirando en todas las direcciones y sintiéndose muy seguro. Pero otro vuela justo un poquito más alto, justo detrás de él («a las seis»; las «doce» están directamente enfrente) y le dispara. La mayor parte de los aviones son derribados de ese modo. ¡Creerse a salvo es peligroso! En algún lugar hay un punto flaco que uno ha de hallar. Siempre hay que tener ojo con las seis.»

Llega un subordinado. Murmura algo de que otros necesitan la sala ahora. El general Kutyna dice, «Díales que terminaré dentro de diez minutos.»

«A la orden, mi general.»

Finalmente salimos. Allí, en la antesala, ha y DIEZ GENERALES esperando para utilizar la sala. Y yo había estado sentado allí, aleccionado personalmente por un general. Me sentí divinamente.

Dediqué el resto del día a escribir una carta a casa. Empecé a sentir preocupación por lo del «ojo a la seis» cuando describí la reacción del Sr. Rogers a mis visitas a Frances y a Chuck. Escribí:

...la reacción de Rogers me complació, pero ahora, en el momento de escribir tengo mis reparos. Resultó demasiado fácil, tras haber él explícitamente hablado en reuniones previas de la importancia de que no hubiera filtraciones, etc. ¿Me están tendiendo una trampa? (YA VES, AMOR MIO, LA PARANOIA DE WASHINGTON SE ESTA APODERANDO DE MI.)... Considero posible que en lo que tenemos entre manos haya cosas que alguien pudiera estar tratando de evitar que sean descubiertas y tratase de desacreditarme en caso de que me acerque demasiado... Así que, de mala gana, tendré que dejar de visitar a Frances y a Chuck. Bueno, le preguntaré a Fran si eso es demasiada paranoia. Rogers parecía tan de acuerdo, tan

tranquilizador. Fue todo tan fácil, a pesar de que seguramente soy para él una espina clavada en el costado...

Mañana, a las 6:15 iremos en avión especial (dos aviones) al Centro Espacial Kennedy para ser «instruidos». Sin duda nos llevarán de acá para allá, enseñándonos todo —icaray!— pero sin tiempo para entrar en detalles técnicos con nadie. Bueno, no les va a funcionar. Si el viernes no quedo satisfecho, me quedaré el sábado y el domingo, y si esos días no trabajan, entonces, el lunes y el martes. Estoy decidido a averiguar qué fue lo que sucedió, icaiga quien caiga!

Mi conjetura es que me permitirán hacerlo, saturándome de datos y detalles..., para disponer de tiempo para ablandar testigos peligrosos, etc. Pero no les funcionará tampoco, porque (1) soy capaz de intercambiar y comprender información técnica mucho más rápidamente de lo que se imaginan, y (2) estoy oliendo ya ciertas ratas que no olvidaré, pues me gusta el olor de las ratas, ya que es el rastro de una aventura emocionante.

Me siento como un toro en una tienda de porcelanas. Lo mejor será uncir el toro al arado y ponerlo a trabajar. Una metáfora mejor sería un buey en la tienda, porque, evidentemente, la porcelana es el toro.²⁵

Así que, aunque me gustaría mucho estar en casa haciendo otras cosas, lo estoy pasando maravillosamente.

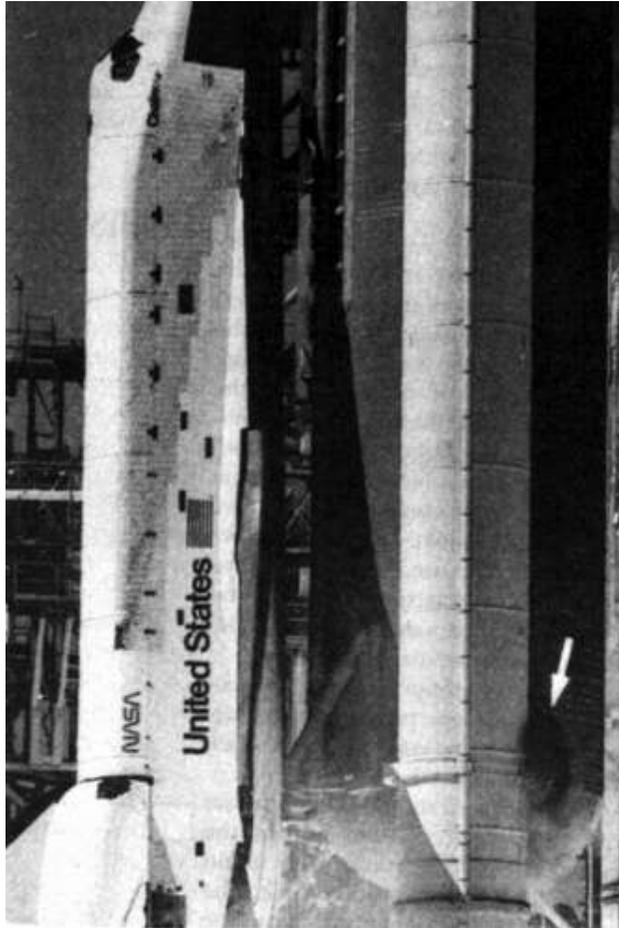
*Con amor,
Richard*

La prensa estaba difundiendo rumores de que la NASA estuvo sometida a intensa presión política para lanzar el transbordador, y había diversas teorías acerca del origen de tal presión. Ese era para mí un mundo de grandes misterios, de fuerzas tremendas. Lo investigaría, de acuerdo, y si me protegía bien, no me ocurriría nada. Pero tenía que estar alerta.

²⁵ Lo que Feynman iba a destrozar era el bulo (el « toro ») de lo bueno que es todo en la NASA.

5. «Pies planos»

Por fin, a primera hora del jueves viajamos a Florida. La idea primitiva era que visitáramos el Centro Espacial Kennedy en Cabo Cañaveral y viéramos todo en una visita guiada. Pero como la información estaba saliendo tan rápidamente en los periódicos, tuvimos antes una sesión pública.



*Figura 16. La demostración del efecto del agua helada sobre un retén tórico.
(Marilynn K. Yee. NYT Pictures)*

Vimos, primero, algunas fotografías detalladas de humo que salía del transbordador estando todavía en la plataforma de lanzamiento. Hay por todas partes cámaras vigilando el lanzamiento, algo así como un centenar de ellas. Había dos mirando directamente al punto de donde salía el humo, pero, curiosamente, ambas fallaron.

No obstante, desde otras cámaras podían verse cuatro o cinco bocanadas de humo negro que salían de una de las juntas de campo. Este humo no correspondía a material en ignición; era sencillamente carbono y suciedad que estaba siendo expulsado a causa de la presión existente en el interior del cohete.

Las bocanadas cesaron al cabo de pocos segundos: el cierre se obturó de algún modo, pero sólo para volver a abrirse cosa de un minuto después.

Se produjo alguna discusión sobre cuánta fue la materia que pudo fugarse en forma de humo. Las bocanadas de humos tenían cosa de 1,80 m de largas y unos 60 u 80 centímetros de espesor. La cantidad de materia emitida depende de lo finas que sean las partículas, y cabe siempre la posibilidad de que haya grumos grandes dentro de la nube de humo, por lo que resulta difícil juzgar. Y como las fotografías fueron tomadas desde un costado, no era imposible que hubiera más humo por la cara oculta del cohete.

Para establecer un valor mínimo, supuse un tamaño de partícula que produjera el máximo volumen de humo posible a partir de una cantidad fija de material. Tal cantidad resultó ser sorprendentemente pequeña, algo más de 15 centímetros cúbicos: con 15 centímetros cúbicos de material se podía obtener todo aquel humo. Solicitamos fotografías de otros lanzamientos. Descubrimos después que nunca se había producido bocanadas de humo en ninguno de los lanzamientos anteriores.

También supimos de las bajas temperaturas previas al lanzamiento por un hombre llamado Charlie Stevenson, el encargado de la cuadrilla que controlaba la formación de hielo. Me dijo que durante la noche la temperatura había descendido hasta 3°C bajo cero, pero que su equipo había obtenido lecturas tan bajas como 13°C bajo cero en algunos puntos de la plataforma de lanzamiento, sin que acertasen a comprender por qué.

Durante el almuerzo, un informador de una estación local de TV me preguntó la posible causa de las bajas lecturas termométricas. Le dije que a mi parecer, el hidrógeno y el oxígeno líquido habían enfriado todavía más el aire mientras fluían desde el gran tanque de combustible sobre el cohete impulsor. Por alguna razón, el informador se imaginó que le había facilitado alguna información importante y secreta, por lo que utilizó mi nombre en las noticias de la tarde. En lugar de eso

dijo, «Esta explicación ha sido dada por un premio Nobel, por lo que sin duda es correcta.»

Por la tarde, los de telemetría nos dieron toda clase de informaciones sobre los últimos instantes del transbordador. Se habían efectuado mediciones de centenares de variables, las cuales, en su totalidad, indicaban que el aparato funcionaba todo lo bien que era posible, dadas las circunstancias: la presión en el tanque de hidrógeno cayó súbitamente unos segundos después de haberse observado la llama; los giroscopios que pilotan el transbordador estaban funcionando perfectamente hasta que uno tuvo que trabajar más vigorosamente que los otros a causa de la aparición de fuerzas laterales producidas por la llama que salía disparada del costado del cohete impulsor; incluso los motores principales cerraron el paso de combustible cuando el tanque de hidrógeno hizo explosión, a causa de la caída de presión en las líneas de alimentación de combustible.

La reunión duró hasta las 7:30 de la tarde, por lo que propusimos la visita a las instalaciones hasta el viernes y fuimos directamente a una cena organizada por el Sr. Rogers.

En la cena me tocó sentarme al lado del Al Keel, quien se había incorporado el lunes a la comisión, con carácter de funcionario ejecutivo, para ayudar al Sr. Rogers en la organización y desarrollo de nuestro trabajo. Nos llegó procedente de la Casa Blanca (de un departamento llamado OMB²⁶; era hombre de espléndida reputación por su capacidad para esto y aquello. El Sr. Rogers no hacía más que felicitarse por nuestra suerte al disponer de una persona de tan altas cualificaciones.

Empero, una de las cosas que me impresionaron fue que el Dr. Keel tenía un doctorado en técnica aeroespacial y había realizado trabajos postdoctorales en Berkeley. Cuando se nos presentó el lunes, dijo bromeando que el último trabajo honrado» que había realizado para ganarse la vida había sido un estudio de aerodinámica para el programa del transbordador, hacía cosa de diez o doce años. Así que me sentí muy cómodo con él.

Bueno, ino llevaría hablando con el Dr. Keel más de cinco minutos cuando me suelta que en toda su vida le habían insultado de aquel modo, que no aceptó este trabajo para sufrir ofensas y que no piensa a volver a hablar conmigo!

²⁶ Office of Management and Budget (Oficina de Dirección y Presupuestos).

Ahora bien, tengo el curioso defecto de no recordar qué he dicho cuando cometo alguna torpeza o digo algo que molesta a los demás, por lo que olvidé qué pudo haberle molestado tanto. Sea lo fuere, yo creía que estaba bromeando, por lo que su reacción me sorprendió enormemente. ¡No cabía duda de que había tenido que decir alguna patochada, o alguna grosería, que por consiguiente, no puedo recordar!

Vino a continuación un período bastante tenso de unos cinco o diez minutos, en el que trato de disculparme y reanudar una conversación. Finalmente volvemos a hablarnos un poco. No somos grandes amigos, pero al menos hubo paz.

El viernes por la mañana sostuvimos otra reunión pública, esta vez, para que gente de Thiokol y de la NASA nos contase lo ocurrido la noche anterior al lanzamiento.

Todo va saliendo muy despacito: el testigo no tiene verdadera intención de contárnoslo todo, por lo que hay que extraerle las respuestas formulándole exactamente preguntas correctas.

Había otros de los miembros de la comisión completamente despiertos; el Sr. Sutter, por ejemplo. « ¿Cuales eran, exactamente, sus criterios de calidad para la aceptación de tal y tal y de esto y lo otro? » Formulaba preguntas específicas, como ésta, y resultaba entonces que tales criterios no existían. El Srs. Covert y Walker actuaban de igual manera. Todo el mundo estaba haciendo preguntas difíciles de contestar, pero yo me encontraba casi siempre como un poco obnubilado, sintiéndome un poco rezagado.

Surgió entonces el asunto del cambio de actitud de Thiokol. El Sr. Rogers y la Dra. Ride estaban preguntando a dos de los directores de Thiokol, los Srs. Mason y Lund, cuántas personas eran contrarias al lanzamiento, incluso en el último momento.

«No le preguntamos a todo el mundo», dice el Sr. Mason.

«Pero, ¿había un número importante de opiniones en contrario, o se trataba solamente de una o dos personas?».

« Había en ingeniería, diría yo, unas cinco o seis personas que en aquel momento pudieron haber dicho que no era normal seguir adelante dada aquella temperatura, y que dijeron que no sabían. La cuestión era que no sabíamos con absoluta certeza si todo funcionaría.»

«¿Así que las opiniones estaban divididas más o menos por igual?»

«Eso sería un número muy aproximado».

Me chocó que los directivos de Thiokol estuvieran echando balones fuera. Pero yo solamente sé hacer preguntas simplonas. Así que dije, «¿Podrían decirme, señores, los nombres de sus cuatro mejores expertos en cierres herméticos, en orden de capacidad profesional?»

«Roger Boisjoly y Arnie Thompson son los número uno y dos. Después tenemos a Jack Kapp y, esto... Jerry Burns.»

Me volví hacia el Sr. Boisjoly, que se encontraba allí mismo, en la reunión. «Sr. Boisjoly, ¿estaba usted de acuerdo en que no había obstáculo para despegar?»

El responde, «No, no lo estaba.»

Le pregunto al Sr. Thompson, que también se hallaba presente.

«No, no estaba de acuerdo.»

Pregunto, «¿Sr. Kapp?»

El Sr. Lund dice, «No se encuentra aquí. Hablé con él después de nuestra reunión, y dijo, "Yo habría tomado esa decisión, dada la información que teníamos."»

«¿Y el cuarto hombre?»

«Jerry Burns. Ignoro cuál era su opinión.»

«Así pues», resumo, «de los cuatro tenemos un "no sé", un "muy probablemente sí", y los dos que fueron mencionados inmediatamente como los mejores expertos en *juntas herméticas*, que dijeron ambos no». Por lo que el rollo aquel de «la división de opiniones» no era más que un camelo. Los que más sabían sobre las juntas, ¿qué era lo que decían?

Al final de la tarde nos mostraron el Centro Espacial Kennedy. Fue interesante; la cosa no fue tan mala como yo había predicho. Los otros comisionados hicieron un montón de preguntas importantes. No tuvimos tiempo de ver el montaje del cohete impulsor, pero casi al final íbamos a ver los restos del accidente que se habían podido recoger hasta entonces. Yo me encontraba francamente cansado de todo aquel «trabajo en grupo», por lo que me disculpé del resto de la visita.

Bajé corriendo hasta la oficina de Charlie Stevenson para ver más fotografías del lanzamiento. Descubrí también más acerca de lo insólitamente bajo de las lecturas termométricas. Aquellas personas se mostraron muy dispuestas a colaborar, y

quisieron que yo trabajase con ellos. Yo había estado esperando *diez días* para poder enredar un poco en uno de estos lugares, y aquí estaba, *¡por fin!*

En la cena de aquella noche, le dije al Sr. Rogers, «Estaba pensando en quedarme aquí este fin de semana.»

«Bien, Dr. Feynman», dijo Rogers, «hubiera preferido que volviera usted a Washington con nosotros esta noche. Pero, desde luego, tiene usted libertad para hacer como prefiera.»

«De acuerdo entonces», dije yo. «Me quedaré.»

El sábado hablé con el hombre que había tomado personal y verdaderamente las lecturas termométricas durante la madrugada del día de lanzamiento, un tío muy agradable llamado B. K. Davis. Al lado de cada temperatura había consignado la hora exacta en que había sido medida, y después había tomado una fotografía. Se podían apreciar los grandes intervalos de tiempo que mediaban entre las subidas y bajadas a la gran torre de lanzamiento. Había medido la temperatura del aire, del cohete, del suelo, e incluso de un amasijo de aguanieve con anticongelante. Había realizado un trabajo muy completo.

La NASA tenía un cálculo teórico acerca de cómo deberían variar las temperaturas en la plataforma de lanzamiento: tendrían que haber sido más uniformes y más elevadas. Alguien pensó que el calor emitido por radiación hacia el cielo despejado podría tener algo que ver. Pero después algún otro se fijó en que las lecturas que BK había tomado en el aguanieve eran muy inferiores a lo que indicaba la fotografía: a 13 grados bajo cero, el aguanieve, aún con el anticongelante, tendría que haberse helado y solidificado por completo.

Examinamos seguidamente el dispositivo utilizado por el equipo de control de heladas para la medición de las temperaturas. Saqué el manual de instrucciones, y descubrí que se suponía que el aparato habría de encontrarse en el ambiente a medir un mínimo de 20 minutos antes de ser utilizado. El Sr. Davis dijo que lo había sacado directamente de la caja a 21 ° C, y que había empezado a hacer medidas inmediatamente. Por consiguiente, teníamos que averiguar si los errores de medida eran reproducibles. Dicho de otro modo, ¿sería posible duplicar las circunstancias en que se hicieron?

El lunes llamé a la compañía que fabricaba el instrumento y hablé con uno de sus técnicos. «Hola, me llamo Dick Feynman», dije. «Pertenezco a la comisión investigadora del accidente del *Challenger*, y he de hacerle algunas preguntas sobre su pistola de exploración por infrarrojos...»

«¿Puedo llamarle dentro de un momento?», me dice.

«Claro .»

Al cabo de un ratito me llama él. «Lo lamento, pero esa información está patentada. No puedo discutirla con usted.»

Para entonces me percaté de cuál es la auténtica dificultad: la compañía se muere de miedo de que vayamos a cargar las culpas del accidente a su instrumento. Digo, Señor, su pistola exploradora no tiene nada que ver con el accidente. El personal de aquí no se atuvo a los procedimientos detallados en su manual de instrucciones, y estoy tratando de averiguar si podemos reproducir los errores y determinar cuáles fueron verdaderamente las temperaturas de aquella madrugada. Para ello necesito saber más sobre su instrumento.»

El Técnico acabó finalmente viniendo al Centro Espacial, y colaboró de muy buena gana. Con su ayuda, asesoré a los miembros del equipo de heladas para realizar un experimento. Enfriaron una habitación hasta una temperatura de unos 4 grados, y pusieron en medio de ella un gran bloque de hielo. Usando hielo se puede estar seguro de que la temperatura en la superficie es de 0 grados centígrados. Después trajeron la pistola exploradora desde una sala que estaba a 21 °C y fueron tomando medidas del bloque de hielo cada 30 segundos. Así pudieron medir la deriva del instrumento en función del tiempo.

El Sr. Davis había anotado sus medidas tan cuidadosamente que resultó muy fácil corregir todos los números. Y después, notablemente, las temperaturas recalculadas se aproximaron mucho a las esperadas según el modelo teórico. Parecía muy razonable.

En la primera ocasión que tuve de hablar con un periodista enmendé todo lo dicho acerca de las temperaturas y le informé que la teoría anterior, ofrecida por un premio Nobel, era errónea.

Preparé un informe para los restantes miembros de la comisión y lo envié al Dr. Keel.

Investigué después algo que estábamos considerando como posible causa coadyuvante para el accidente: cuando los cohetes impulsores agotados se caen al océano pierden algo de redondez a causa del impacto. En Kennedy son desmontados, y las secciones —cuatro por cohete— se envían por ferrocarril a Thiokol, en Utah, para rellenarlos de nuevo propelente. Después vuelven a enviarlos por ferrocarril a Florida. Durante el transporte, las secciones (que se cargan suspendidas de costado con una grúa) se achatan un poquito, pues el propelente es blanduzco y muy pesado. El aplastamiento total es normalmente del orden de un centímetro, pero cuando se vuelven a ensamblar las secciones del cohete, un pequeño vano es suficiente para crear fugas de gases calientes: los retenes tóricos solamente tienen 6 mm de espesor y su deformación por compresión, de sólo 0,5 mm!

Aunque yo pensaba hacer algunos cálculos, la NASA me proporcionó todas las tolerancias sobre desviaciones de las secciones respecto de la redondez perfecta, a partir de las cuales traté de calcular cuánta sería la compresión resultante en los anillos tóricos, y dónde estaría localizada.

Tal vez la fuga se produjese en los puntos de compresión mínima. Los números eran medidas tomadas según tres diámetros, separados 60 grados. Pero la coincidencia de tres diámetros no es garantía de que las piezas encajen; ni seis diámetros, ni ningún otro finito podría garantizarlo, tampoco.

Por ejemplo, se puede trazar una figura parecida a un triángulo redondeado en los vértices, en el cual tres diámetros separados 60 grados entre sí, tienen la misma longitud.

Recuerdo haber visto un truco así en un museo, en mis tiempos de chaval. Se trataba de una cremallera dentada que se movía con toda suavidad adelante y atrás, mientras engranaban en ella por la parte inferior varias ruedas dentadas de formas raras, no circulares, que giraban en torno a ejes bamboleantes. Aquel chisme parecía imposible, pero la razón de que funcionase era que las ruedas dentadas tenían formas tales, que mantenían diámetros constantes.

Por ese motivo, los números facilitados por la NASA no me servían de nada.

Durante aquel fin de semana, exactamente como había predicho en mi carta a casa, estuve recibiendo continuamente notas de la oficina central de la comisión en

Washington: «Verifique las lecturas termométricas, examine las fotografías, compruebe esto, compruebe lo otro...»

Había toda una lista. Pero cuando iban llegando las instrucciones, resultaba que ya había hecho casi todo aquello por mi cuenta.

Una de las notas tenía relación con un misterioso papelito.

Según se informaba, alguien del Centro Kennedy había escrito, «Démoslo por bueno» durante el ensamblaje de uno de los impulsores de combustible sólido. Tal lenguaje parecía indicar cierta desidia. Mi misión: encontrar el papelito en cuestión.

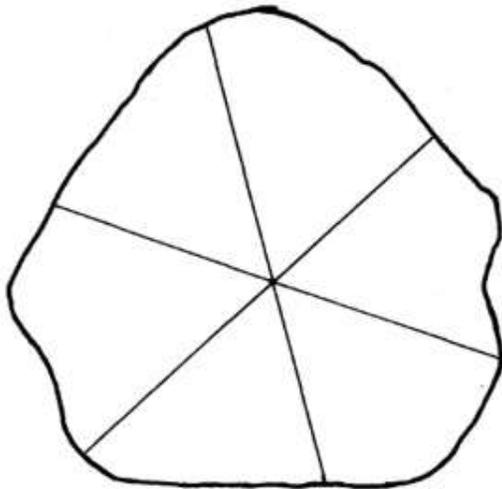


Figura 17. Aunque todos los diámetros de esta figura son igual de largos, evidentemente no es redonda.

Bueno, para entonces ya me había dado cuenta del volumen de papeleo que se maneja en la NASA. Estaba seguro de que se trataba de un truco para despistarme, por lo que no hice nada al respecto.

En lugar de eso, me dediqué subrepticamente a ciertas pesquisas.

Se rumoreaba que la razón de que la NASA tratase de lanzar el transbordador el 28 de enero, a pesar del frío, era que el Presidente iba a pronunciar esa noche su discurso sobre el Estado de la Nación.

Según esa teoría, la Casa Blanca lo tenía todo preparado para que durante el discurso, la Sra. Mac Auliffe, la maestra, les hablase al Presidente y al Congreso esa noche desde el espacio. Iba a ser fantástico: el Presidente iba a decir, « ¡Hola! ¿Qué tal se encuentra?», y ella respondería, « ¡Estupendamente !» todo ello muy dramático y emocionante.

Dado que sonaba lógico, empecé por suponer que muy probablemente era posible. Pero, ¿había alguna prueba? Yo no sabía cómo investigar cosas de este tipo. Lo único que se me ocurrió fue esto: es muy difícil llegar a telefonar al Presidente. Y tampoco puedo llamar a una astronauta y hablar con ella cuando se encuentra en el espacio. Así pues; el encaminamiento de las señales desde el transbordador al

presidente mientras éste está dirigiéndose al Congreso tiene que ser asunto complicado.

Para averiguar si alguien se había puesto a realizar esa tarea, descendí a los niveles más bajos y les hice a los empleados de menos importancia algunas preguntas técnicas.

Me enseñaron las antenas, me explicaron lo relativo a frecuencias de comunicaciones, me mostraron el gran sistema de radio y el sistema de ordenadores; me mostraron la forma en que hacían todas las cosas.

Yo quise saber, «Si uno quisiera enviar una transmisión a algún otro lugar —al Centro Marshall, pongamos por caso , ¿cómo lo harían?». ».

Me contestaron, «Oh, nosotros nada más somos una estación repetidora. Todas las transmisiones son automáticamente enviadas a Houston, y desde allí se encargan de establecer todos los enlaces. Ese trabajo no lo tocamos aquí».

Así que no pude encontrar ninguna prueba —al menos en Kennedy—. Pero aquellas personas se portaron tan bien conmigo, todo era tan agradable, que tuve mala conciencia. No me gusta hacer trampas a nadie. Sin embargo pensé que más valdría repetir la jugada cuando fuera a Houston.

El lunes, el Sr. Hotz bajó a Florida para trabajar conmigo. (Más tarde me confesó que le habían enviado con instrucciones concretas de ver qué estaba haciendo, y evitar que me «desmandase»). El Sr. Hotz trajo consigo una lista de cosas en las que había que mirar. «Esta lista tiene un montón de puntos», me dijo, «por lo que me encantaría repartirme el trabajo con usted ». Había ciertas cosas que según él le resultarían más fáciles de hacer, y el resto de las otras ya lo había realizado yo por mi cuenta, salvo en lo tocante al papelito que decía "Démoslo por bueno". El Sr. Hotz me apuntó que podría proceder del diario de trabajo de alguien del equipo de ensamblaje del cohete impulsor. Eso no era para mí una pista suficiente; sencillamente, no estaba dispuesto a hacerlo. En lugar de eso me fui a ver a un tal Sr. Lamberth, que había expresado su deseo de hablar conmigo.

El Sr. Lamberth ocupaba un alto lugar en los talleres; era un pez gordo que tenía a su cargo el montaje de los impulsores de combustible sólido. Quería hacerme saber ciertos problemas que tenía. « Los obreros solían ser mucho más disciplinados», explicó, «pero en nuestros días ya no son lo que eran». Me dio un par de ejemplos.

El primer incidente tenía que ver con el desmontaje de los cohetes tras haber sido recuperados del mar. Las secciones del cohete se unen entre sí por medio de 180 pasadores (cada uno de los cuales tiene unos 3'80 centímetros de diámetro y unos cinco de largo) que corren a lo largo de todo el contorno de la sección.

Estaba previsto un cierto procedimiento para desmontar las secciones, según el cual, los operarios tenían que halar el cohete una cierta distancia. Pero habían dado en fijarse solamente en la magnitud de la fuerza que estaban aplicando, unos 5000 kilopondios. Era un método mejor, porque la idea era eliminar los esfuerzos que la carga creaba en los pasadores.

En cierta ocasión, el dinamómetro utilizado para controlar dicha fuerza no funcionó correctamente. Los obreros siguieron aplicando más y más fuerza, preguntándose por qué no alcanzaban los 5000 kp, cuando uno de los pasadores se rompió de pronto.

El Sr. Lamberth amonestó a los obreros por no atenerse al procedimiento establecido. Me hizo recordar cuando yo intentaba hacer funcionar mejor las cosas en el hotel de mi tía: uno tiene un método mejor que el ordinariamente utilizado, pero en cuanto se sufre un pequeño accidente...

El segundo incidente que me contó el Sr. Lamberth se refería al ensamblaje de las secciones del cohete. El procedimiento previsto consistía en apilar cada sección sobre la anterior y a acoplar la sección superior sobre la inferior.

Cuando resultaba necesario corregir un poquito la forma de alguna de las secciones, el procedimiento era, en principio, levantar la sección con una grúa y dejarla pender de costado algunos días. La cosa no podía ser más simplona.

Si por este método no se conseguía la redondez necesaria, había otro procedimiento: se usaba la « máquina de redondear» —un vástago provisto de una prensa hidráulica por un lado y de una tuerca en el otro— y se aumentaba la presión.

El Sr. Lamberth me dijo que la presión no debería superar los 84 kilopondios por cm^2 . En cierta ocasión, una sección no era todavía lo suficientemente circular aún alcanzados los 84 kp/cm^2 , por lo que los obreros tomaron una llave inglesa y comenzaron a apretar la tuerca por el otro extremo. Cuando finalmente lograron que la sección tuviera la redondez suficiente, la presión había alcanzado casi 95

kp/cm². «Ahí tiene usted otro ejemplo de indisciplina de los operarios», dijo el Sr. Lamberth.

En cualquier caso, yo ya tenía intención de hablar con los operarios de los talleres de montaje (esas cosas me encantan), así que hice los arreglos necesarios para verles al día siguiente, a las 2:30 de la tarde.

A las 2:30 entro en la sala aquella, y me encuentro una larga mesa con treinta o cuarenta personas, todos sentados con caras largas, muy serios, preparados para hablar con el Comisionado.

Quedé aterrado. No me había dado cuenta del tremendo poder que yo tenía. Pude ver la preocupación que sentían. ¡Sin duda les habían dicho que yo estaba investigando los errores que ellos habían cometido!

Inmediatamente les dije, «No tenía nada especial que hacer, así que pensé en venir a charlar con las personas que montan los cohetes. No pretendía que todo el mundo dejase de trabajar sólo porque yo quiero saber algo por curiosidad; sólo quería hablar con los trabajadores...»

Casi todo el mundo se levantó y se fue. Sólo se quedaron seis o siete: la cuadrilla que realmente se encargaba de ensamblar las secciones de los cohetes, su capataz, y algún jefe que ocupaba un puesto más alto en el sistema.

Bueno, aquellas personas estaban todavía un poquito asustadas. No estaban muy dispuestos a soltar la lengua.

Lo primero que se me ocurre decirles es, «Tengo una pregunta que hacerles: cuando ustedes miden los tres diámetros y los tres son iguales, ¿encajan de verdad las secciones entre sí? A mí se me ocurre que una podría tener abultamientos por un lado y abolladuras inmediatamente debajo, con lo que aún siendo los tres diámetros iguales, las secciones podrían no acoplarse»

«¡Sí, sí», me dicen. «Nos encontramos con abolladuras así. Nosotros las llamamos pezones.»

La única mujer presente dijo, «¡No tienen nada que ver conmigo!»—y todos soltaron una carcajada.

«Nos encontrarnos continuamente con pezones», prosiguió diciendo. «¡Hemos tratado de hacérselo saber al supervisor, pero jamás conseguimos nada!»

Estábamos entrando en detalles, y eso obra maravillas. Yo les hacía preguntas sobre lo que teóricamente pensaba que podía ocurrir, pero a ellos, yo les parecía un tipo normal que entendía de sus problemas técnicos. Se soltaron muy rápidamente y me contaron toda clase de ideas para mejorar las cosas.

Por ejemplo, cuando usan la máquina de redondear tienen que hacer pasar un vástago a través de agujeros situados diametralmente uno frente a otro. Hay 180 agujeros, por lo que tiene que cerciorarse de que el otro extremo del vástago pase por el agujero que está exactamente 90 más allá. Ahora, resulta que para contarlos hay que encaramarse a un lugar muy incómodo. La operación resulta muy lenta y difícil.

Los obreros pensaron que sería muy práctico que las secciones vinieran ya de fábrica con cuatro marcas de pintura, separadas 90 grados. De ese modo no tendrían nunca necesidad de contar más de 22 agujeros hasta la marca más cercana. Por ejemplo, si insertaban el vástago por un agujero que distaba 9 orificios en sentido horario de una de las marcas de pintura, el otro extremo tendría que ir a 9 orificios en sentido horario de la marca diametralmente opuesta.

El capataz, Sr. Fichtel, me dijo que dirigió un memorándum a sus superiores hacía dos años, sin que hasta ahora hubiera ocurrido nada. Cuando preguntó por qué, le dijeron que su sugerencia era demasiado cara.

«¿Que es demasiado caro *pintar cuatro rayitas?*», protesté, sin dar crédito a lo que oía.

Todos soltaron la carcajada. «No es la pintura; es el papeleo», dijo el Sr. Fichtel. «Tendrían que revisar y actualizar todos los manuales».

Los operarios de montaje tenían más observaciones y sugerencias que hacer. Les preocupaba, por ejemplo, que si al ensamblar dos secciones del cohete se producían rozaduras, podrían desprenderse esquirlas de metal que se incrustasen en las juntas de goma y las dañasen.

Tenían incluso sugerencias para rediseñar la unión de las secciones. Las sugerencias tal vez no fueran demasiado buenas, ipero lo que importa es que los operarios *pensaban!* No saqué la impresión de que fueran indisciplinados; estaba muy interesado por su trabajo, pero no se les animaba gran cosa. Nadie les prestaba

mucha atención. Era muy notable que mantuviesen tan alta la moral, dadas las circunstancias.

Entonces los obreros comenzaron a hablarle al jefe que se había quedado. «Ha habido una cosa que nos ha decepcionado», dijo uno de ellos. « Cuando la comisión iba a ver el montaje del cohete impulsor, la demostración la hizo uno de los directores. ¿Por qué no nos dejasteis hacerla a nosotros?»

«Temíamos de que os sintierais intimidados ante la comisión y no quisierais hacerlo.»

«No, no, nada de eso», dijeron los obreros. «Nosotros creemos hacer un buen trabajo, y queríamos enseñar lo que hacemos.»

Después de esa reunión, el jefe me llevó a la cafetería. Mientras comíamos —los trabajadores y a no estaban con nosotros— me dijo, « Ha sido una sorpresa para mí que se lo hayan tomado tan a pecho.»

Le hablé más tarde al Sr. Fichtel sobre el incidente de aumentar la presión hasta más de 84 kp/cm^2 . El me mostró las notas que fue tomando mientras procedía. No eran documentos oficiales, que van en papel con membrete; eran parte de un diario informal, pero cuidadosamente escrito.

Le dije, « He oído decir que la presión subió hasta casi 95 kp/cm^2 .»

«Así es,» me dijo. «Tuvimos que apretar la tuerca que va en el otro extremo.»

«¿Era ése el procedimiento normal?»

«Oh, sí», respondió. «Viene en el libro .»

Abre el manual y me enseña el procedimiento. Dice, «Aumente la presión en el gato hidráulico. Si ello resultara insuficiente para conseguir la redondez necesaria, procédase a apretar muy cuidadosamente la tuerca del otro extremo para obtener la redondez deseada». ¡Así de claro lo decía, en negro sobre blanco! El libro no decía que al apretar la tuerca, la presión rebasaría los 84 kp/cm^2 ; es probable que quienes escribieron el manual no fueran plenamente conscientes de ello.

El Sr. Fichtel había escrito en su diario, «Femos apretado la tuerca muy cuidadosamente» —exactamente el mismo lenguaje que en las instrucciones.

Yo dije, «El Sr. Lamberth me ha dicho que les amonestó a ustedes por pasar de 84.»

«A mí jamás me ha llamado la atención por eso. ¿Qué motivo podría tener?»

Nos imaginamos lo que probablemente ocurrió. La amonestación del Sr. Lamberth fue descendiendo de nivel a nivel, hasta que probablemente alguien situado en un nivel de mando intermedio se dio cuenta de que el Sr. Fichtel había procedido conforme al manual, y que el error estaba en el manual. Pero en lugar de informar al Sr. Lamberth de su error, se limitaron a tirar a la papelera la amonestación y dejar las cosas tranquilas.

Durante el almuerzo me contó los procedimientos de inspección. «Existe un formulario para cada procedimiento, como éste que ve para el de redondeo», dijo. «En ellos hay recuadros para los sellos —uno del supervisor, uno de control de calidad, uno del fabricante, y para los trabajos mayores, uno de la NASA.»

Y prosiguió, «Hacemos las mediciones, damos una pasada de redondeo y volvemos a medir. Si no coinciden suficientemente, repetimos los pasos. Finalmente, cuando las diferencias entre los diámetros son lo bastante pequeñas, lo damos por bueno.»

Me desperté. «¿Qué quiere decir "darlo por bueno"?», dije yo. «Suena como a ligereza....»

«No, no», dice. « No es más que la jerga que utilizamos cuando queremos decir que se verifican todas las condiciones y que estamos listos para pasar a la siguiente fase de la operación.»

«¿Han escrito ustedes esa frase alguna vez? Me refiero a lo de "darlo por bueno"?»

«Sí, en ocasiones.»

«Veamos de encontrar un lugar donde lo escribió usted.»

El Sr. Fichtel fue hojeando su diario, y encontró un ejemplo. La expresión le resultaba completamente natural. No era ni una expresión descuidada ni una ligereza; era sencillamente su forma de hablar.

El lunes y el martes, mientras yo estaba dando vueltas por Kennedy, el Sr. Rogers estaba en Washington, compareciendo ante una comisión del Senado. El Congreso estaba considerando si debía efectuar una investigación propia.

El senador Hollings, de Carolina del Sur, le estaba haciendo pasar a Rogers un mal rato: «Secretario Rogers », dice, «Estoy ansioso de que disponga usted de personal adecuado, ¿sabe usted? ¿ Cuántos *investigadores* tiene su comisión?»

El Sr. Rogers dice, «No tenemos investigadores en el sentido policial. Estamos leyendo documentos, haciéndonos cargo de lo que significan, organizando

audiencias, hablando con los testigos... tareas de ese tipo. Y tendremos una plantilla adecuada, se lo aseguro.»

«Exactamente de eso se trata», dice el senador Hollings. «Por mi experiencia en la investigación de otros casos, me harían falta cuatro o cinco investigadores bien puestos en ciencias y en tecnología espacial que se dedicaran a dar vueltas a todo Cabo Cañaveral, hablando con todos, almorzando con la gente. Quedaría usted sorprendido de lo que se descubre almorzando en los restaurantes de por allí durante dos o tres semanas. No puede quedarse sentado y ponerse a leer lo que le dan.»

«No nos hemos quedado sentados, leyendo »,dice el Sr. Rogers, a la defensiva. «Hemos metido a un montón de personas en una sala y les hemos hecho preguntas a todos al mismo tiempo, en lugar de tener fisgones dando vueltas por ahí, hablando de uno con la gente.»

«Comprendo», dice el senador Hollings. «Empero, si no cuenta usted con algunos de esos fisgones, su producto no acaba de convencerme. Eso es lo malo de las comisiones presidenciales. Ya he estado en ellas. Comen de lo que les dan, y no miran lo que h a y detrás. Entonces acabamos con reporteros—investigadores, gente que escribe libros y todo lo demás. Todavía hay gente en esta ciudad que está investigando el informe de la Comisión Warren²⁷.»

El Sr. Rogers dice con toda tranquilidad, «Le agradezco sus observaciones, Senador. Le interesará saber que uno de los miembros de nuestra comisión —que es un premio Nobel— está precisamente hoy en Florida, investigando en la forma que usted quisiera que se hiciera. »

(El Sr. Rogers no lo sabía, pero en el momento de pronunciar estas palabras yo estaba en realidad ialmorzando con un ingeniero!)

El senador Hollings dice, «No estoy poniendo en tela de juicio la competencia del premio Nobel; he estado leyendo con el mayor interés las declaraciones que ha hecho. No se pone en duda la competencia de la propia comisión. Lo que sucede es que cuando se investiga un caso hacen falta investigadores. Han expuesto ustedes a

²⁷ El informe Warren fue emitido por la Comisión Warren, presidida por el Magistrado Jefe del Tribunal Supremo, ya por entonces jubilado, y se encargó de la investigación del asesinato del Presidente John F. Kennedy.

la atención del público un montón de hechos m u y interesantes, por lo que no me parece que hayan sido ustedes negligentes en modo alguno.»

Así que ayudé un poco a sacar al Sr. Rogers del apuro.

Pudo ver que tenía con qué cerrarle la boca al Sr. Hollings gracias a la *buena suerte* de que yo me hubiera quedado en Florida a pesar de todo, contraviniendo sus deseos.

6. Cifras fantásticas

El martes por la tarde regresé a Washington por avión, y el miércoles asistí a la siguiente sesión de la comisión. Se trataba de otra de las reuniones a puertas abiertas. Estaba prestando testimonio uno de los directivos de la Thiokol Company, llamado Sr. Lund. La noche antes del lanzamiento, el Sr. Mulloy le había dicho que se pusiera «sombrero de directivo» en lugar de «sombrero de ingeniero», por lo que cambió su oposición al lanzamiento e impuso su criterio al de sus ingenieros. Estaba yo formulándole preguntas ásperas cuando súbitamente me sentí un inquisidor. El Sr. Rogers nos había hecho notar que deberíamos tratar con delicadeza a estas personas, cuyas carreras teníamos en nuestras manos. Nos dijo, «Tenemos todas las ventajas: nosotros no tenemos que contestar a las suyas. » Aquellas palabras se me vinieron encima de repente. Me sentí terriblemente mal; no pude seguir haciéndolo al día siguiente. Regresé a California por unos días, a recuperarme. Durante mi estancia en Pasadena, volví al J P L y me reuní con Jerry Solomon y Meemong Lee. Ambos estaban estudiando la llama visible segundos antes de que hiciera explosión el tanque principal de combustible, y pudimos poner en claro toda clase de detalles. (El JPL tiene excelentes expertos en ampliación de imágenes de televisión, gracias a la experiencia adquirida en las misiones planetarias). Posteriormente, les llevé sus ampliaciones a Charlie Stevenson y su equipo del Centro Kennedy, para acelerar el trabajo.

En un cierto momento, uno de los administrativos me presentó a la firma unos papeles. En ellos se decía que mis gastos eran de tanto en tanto; pero no era así: habían sido mayores. Protesté. «Esta cantidad no cubre los gastos que he tenido», dije.

El otro dijo, «Lo sé, señor; pero sólo tiene derecho a gastar 75 dólares diarios en alojamiento y manutención.»

«Entonces, ¿por qué me alojan ustedes en un hotel que cuesta 80 ó 90 dólares por noche, si sólo me van a dar 75 dólares al día?».

«Sí, estoy de acuerdo; es una lástima, ¡pero así son las cosas!».

Me acordé entonces de la oferta del Sr. Rogers de alojarme «en un buen hotel». ¿Qué pretendía decir con eso? ¿Qué iba a costarme *más* a mí?».

Si le piden a uno que aporte al Estado meses de esfuerzo (perdiendo el dinero que habría ganado como asesor de una compañía), el Estado debería apreciar el gesto un poquito más y no ser tan cicatero en la compensación. No pretendo hacer dinero a cuenta del Estado, ipero tampoco estoy dispuesto a *perderlo*! Le respondí, «No pienso firmar esto.»

El Sr. Rogers se acercó hasta nosotros y prometió arreglarlo, por lo que firmé la nota de gastos.

Pienso que el Sr. Rogers trató realmente de arreglarlo pero no pudo. Se me pasó por la cabeza luchar por mi derecho hasta el final, pero entonces me di cuenta de que era imposible: si se me abonaran los gastos reales sería preciso pagárselos también a todos los demás colegas de comisión. Lo cual estaría perfectamente, pero supondría también que sería la única comisión a la que se le habrían pagado sus gastos reales y muy pronto se correría la voz.

Hay un dicho en Nueva York: «No se puede luchar contra el Ayuntamiento» como queriendo decir, «Es imposible». Pero esta vez, el problema era mucho mayor que el Ayuntamiento: la regla de los 75 dólares diarios es una ley de los Estados Unidos! Hubiera sido divertido llevar la lucha hasta el final, pero supongo que yo estaba cansado — ya no soy tan joven así que renuncié.

Alguien me contó haber oído que los miembros de las comisiones ganaban 1000 dólares diarios, pero la verdad es que nuestro gobierno ni siquiera les paga los gastos.

A primeros de marzo, más o menos un mes después de que la comisión comenzase sus trabajos, nos dividimos en grupos de trabajo: el grupo de Actividades Prelanzamiento estaba dirigido por el Sr. Acheson; el Sr. Sutter estaba a cargo del equipo investigador del Diseño, Desarrollo y Producción; el general Kutyna era el jefe del grupo de Análisis del Accidente; y la Dra. Ride tenía a su cargo el grupo de Planificación de la Misión y Operaciones.

Pasé casi todo mi tiempo en el grupo de Kutyna. También estuve en el grupo de Ride, pero al final no hice gran cosa para ella.

El grupo del general Kutyna marchó al Centro de Vuelo Espacial Marshall, en Huntsville, Alabama, para realizar sus tareas. Lo primero que sucedió allí fue que un hombre llamado Ullian vino a contarnos algo. En su carácter de oficial de seguridad

de alcance en Kennedy, el Sr. Ullian tenía que decidir si debía instalar cargas de demolición en el transbordador. (Cuando un cohete se sale de curso, las cargas de demolición permiten hacerlo volar en pedacitos. Los fragmentos resultan mucho menos peligrosos que un cohete volando suelto por ahí, listo para hacer explosión al hacer impacto contra el suelo).

Todos los cohetes no tripulados llevan este tipo de cargas de demolición. El Sr. Ullian nos dijo que 5 de los 127 cohetes que él había controlado habían fallado, lo que supone una tasa de alrededor de un 4 por ciento. Dando por supuesto que un vuelo tripulado habría de ofrecer mayores condiciones de seguridad que los no tripulados, tomó ese 4 por ciento y lo dividió por 4. Obtuvo así una probabilidad estimada de fallo de un 1 por ciento, que consideró exigía la instalación de cargas de demolición.

Pero la NASA le dijo al Sr. Ullian que una cifra mucho más verosímil de la probabilidad de fallo era de 1 en 10^5 .

Traté de que ese número tuviera sentido para mí. «¿Ha dicho usted 1 fallo por cada 10^5 lanzamientos?».

«Así es, 1 de cada 100.000».

«Eso significa que se podría hacer volar el transbordador *todos los días* con un tiempo medio de espera entre accidentes de *300 años*. Un *vuelo diario, sin accidentes, durante 300 años... ¡Mantener eso es una bobada!*».

«Sí, lo sé», dijo el Sr. Ullian. «*Por mi parte mejoré mi cifra, hasta 1 en 1000 para tener en cuenta todas las aseveraciones de la NASA: que se ponía mucho más cuidado en los vuelos tripulados, que el cohete típico no puede servir válidamente como elemento de comparación, etc. A pesar de todo, instalé las cargas de demolición.*»

Pero entonces surgió un nuevo problema: la sonda *Galileo*, destinada a la exploración de Júpiter, iba a utilizar un generador de energía que funciona a base de calor engendrado por radiactividad. Si el transbordador que llevaba el *Galileo* fallaba, la radiactividad se podría dispersar sobre una gran superficie. La discusión prosiguió: la NASA empeñada en decir que la probabilidad de fallo era de 1 en 100.000 y el Sr. Ullian, afirmando que de 1 en 1000, en el mejor de los casos.

El Sr. Ullian nos refirió también las dificultades con que tropezó al querer hablar con el encargado, el Sr. Kingsbury. Consiguió ser recibido por subordinados, pero nunca logró ir a Kingsbury y averiguar de qué modo llegaba la NASA a la cifra de 1 fallo en 100.000.

No recuerdo exactamente los detalles de la historia, pero pensé que el Sr. Ullian estaba haciendo todo razonable y sensatamente.

Nuestro grupo supervisó las pruebas que la NASA estaba efectuando para descubrir las propiedades de los cierres cuál era la presión máxima que podía soportar la masilla, y cosas así— con el fin de descubrir qué fue exactamente lo sucedido. El general Kutyna no quería sacar conclusiones apresuradas, así que repasamos todo una y otra vez, comprobando todas las pruebas y viendo qué tal encajaba todo.

Tuvieron lugar muchísimas minuciosas discusiones para establecer qué fue exactamente lo ocurrido en los últimos segundos del vuelo, pero yo no le presté mucha atención a todo aquello. Era como si un tren hubiese descarrilado porque a la vía le faltaba un tramo, y nos pusiéramos a analizar qué vagones se separaron los primeros, cuáles los segundos, o por qué un cierto vagón rodó y cayó de costado. Me figuré que una vez que el tren se sale de la vía, todo eso carece de importancia —el mal hecho está hecho—. Empecé a aburrirme.

Me hice entonces un juego para mí : «Imaginemos que algo ha fallado —los motores principales, por ejemplo— y que estuviéramos haciendo la misma clase de investigación intensiva que ahora: ¿Descubriríamos la misma falta de criterios claros de seguridad y la misma falta de comunicación?».

Pensé en hacer lo que tengo por costumbre: averiguar por los ingenieros cómo funciona el motor, qué peligros hay, qué problemas han tenido, y todo lo demás; y después, cuando ya estoy tan cargado de información que sé de qué hablo, irme directamente a quien afirma que la probabilidad de fallo es de 1 parte en 100.000.

Solicité hablar sobre los motores con un par de ingenieros. La persona a cargo me dice, «Vale, se lo arreglaré. ¿Le va bien mañana por la mañana a las nueve?».

Esta vez estaban tres ingenieros, su jefe, el Sr. Lovingwood, y unos cuantos ayudantes, unas ocho o nueve personas en total.

Todos venían provistos de grandes y gruesos cuadernos, llenos de papeles, todo muy bien organizado. En la portada decían:

INFORME SOBRE EL MATERIAL FACILITADO AL COMISIONADO RICHARD P.
FEYNMAN.

WA—WA²⁸ DE MARZO DE 1986

Les digo, «¡Caray! Chicos, habréis tenido trabajo de lo lindo toda la noche!».

«No, no ha sido tanto; no hemos hecho más que recopilar los papeles normales que manejamos continuamente».

Les explico, «Lo único que quería era hablar con dos o tres ingenieros.

Hay tantos problemas en los que trabajar, que no puedo pedirles a todos ustedes que se queden para explicármelos.»

Pero esta vez se quedaron todos.

El Sr. Lovingwood se levantó y comenzó a explicármelo todo a la manera habitual en la NASA, con diagramas y gráficos iguales a la información de mi librote —todo a base de «balines», evidentemente.

No pretendo aburrirle con todos los detalles, pero necesitaba comprender todo lo referente al motor. Así que me pasé todo el tiempo haciendo mis habituales preguntas tontas.

Al cabo de un tiempo, el Sr. Lovingwood dice, «Dr. Feynman, hace dos horas que estamos con esto. Hay 123 páginas, y sólo llevamos vistas 20.»

Mi primera reacción fue contestar, «Bueno, en realidad no vamos a tardar tanto como parece. Al principio siempre voy un poquito lento; me hace falta un tiempo para cogerle el tranquillo. Hacia el final podremos ir mucho más rápidamente.»

Pero entonces pensé otra cosa. Dije, «Para poder acelerar las cosas, les diré lo que estoy haciendo para que sepan adonde quiero llegar. Quiero saber si en el caso de los motores hay la misma falta de comunicación entre los ingenieros y la dirección como la que hemos encontrado en el caso de los cohetes impulsores.»

El Sr. Lovingwood dice, « No lo creo. De hecho, aunque ahora ocupo un puesto directivo, mi formación es de ingeniero.»

«Perfectamente,» dije. « Aquí tienen ustedes una hoja de papel cada uno. Les ruego que escriban en él su respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cuál es, a su juicio, la probabilidad de que un vuelo no pueda completarse debido a una avería en este motor?».

²⁸ La forma que tiene Feynman de decir «Whatever it was» (tal y tal día).

Escriben sus respuestas y me pasan sus papeles. Uno de aquellos tíos escribió, «99—44/100 puro» (copiando el lema del jabón Ivory) , lo que equivalía más o menos a 1 de cada 200. Otro de ellos escribió algo muy técnico y sumamente cuantitativo, con los tecnicismos habituales en estadística, definiendo todo cuidadosamente, que tuve que traducir—lo cual resultó nuevamente en 1 de cada 200, aproximadamente. El tercero escribió nada más, «1 de cada 300».

El papel del Sr. Lovingwood, sin embargo, decía, No puedo cuantificarla. La fiabilidad se juzga basándose en:

- experiencia pasada
- control de calidad
- juicio ingenieril

«Bueno, dije, «Tenemos cuatro respuestas, y una de ellas ha consistido en salirse por la tangente». Me volví hacia el Sr. Lovingwood. « Me parece que usted recurre a subterfugios».

«No lo creo así.»

«Señor me ha dicho cómo hace usted para determinarla. Lo que yo quiero saber es: tras haberla determinado, ¿qué valor tiene?»

«Señor, usted no ha dado un valor de confianza; usted sólo me responde, "100 por ciento".» Los ingenieros quedan boquiabiertos, yo quedo boquiabierto. Me quedo mirándole; todos se quedan mirándole... «Ejem..., uh..., ;menos épsilon!».

Así que le digo, «Bueno, sí; espléndido. Ahora bien, el único problema es: ¿CUANTO ES EPSILON?».

Responde: « 10^{-5} ». Es el mismo número del que nos habló el Sr. Ullian: 1 en 100.000.

Le mostré al Sr. Lovingwood las otras respuestas y dije, «Le interesará saber que existe aquí una diferencia entre los ingenieros y la dirección— con un factor mayor que 300.»

Replica, «Señor, estaré encantado de enviarle el documento donde se efectúa la estimación, para que pueda usted comprenderla.»²⁹ Respondo. «Muchísimas gracias. Volvamos ahora al motor.»

²⁹ Más tarde, el Sr. Lovingood me envió ese informe. Decía cosas como « ¡La probabilidad de éxito de la misión es

Proseguimos con él y, como me imaginaba, hacia el final avanzamos mucho más rápidamente. Yo tenía que entender cómo funcionaba el motor —la forma exacta de los álabes de la turbina, la forma exacta en que giraba, etc. — para poder comprender sus problemas.

Después del almuerzo, los ingenieros me contaron todos los problemas de los motores: álabes agrietados en la bomba de oxígeno, álabes agrietados en la bomba de hidrógeno, aparición de fisuras o ampollas en los cuerpos de bomba, etc. Los ingenieros examinaban tales defectos mediante periscopios e instrumentos especiales al aterrizar el transbordador, tras cada vuelo.

Había un problema llamado «vórtice subsincrónico», en el cual el eje, al girar a grandes velocidades, se curva levemente en forma de arco parabólico. El desgaste de los cojines era tan terrible —con todo aquel ruido y vibración— que no parecía tener remedio. Pero habían encontrado una forma de librarse de él. Había alrededor de una docena de problemas muy serios; aproximadamente la mitad de ellos habían sido resueltos.

Casi todos los aviones se proyectan «de abajo a arriba», utilizando piezas y componentes que han sido extensamente probados. Sin embargo, para ahorrar tiempo, el transbordador había sido proyectado de «arriba a abajo». Pero, claro, cada vez que se descubría un problema, para poder corregirlo era preciso mucho trabajo de rediseño.

El Sr. Lovingwood apenas sí ahora abre la boca, pero distintos ingenieros, según el problema de que se trate, me están contando todo esto, lo mismo que podría haber averiguado si me hubiera ido a ver a los ingenieros de Thiokol. Había ganado para ellos muchísimo respeto. Eran todos muy concienzudos y todo fue estupendamente. Repasamos el libro de cabo a rabo. Lo logramos.

necesariamente muy próxima a 170» —¿significa eso que es muy cercana a 170, o que debería serlo?— y como «Históricamente, este alto grado de éxito en las misiones ha dado pie a una diferencia de filosofía entre los programas espaciales de vuelos tripulados y los de vuelos no tripulados; a saber, la confrontación entre probabilidad numérica y juicio ingenieril». ¡Por lo que a mí se me alcanza, «juicio ingenieril» significa sencillamente que se van a limitar a amañar números! La probabilidad de fallo de un álabe de turbina era dada como si fuera una constante universal, como si todos los alabes fueran exactamente iguales y estuvieran sometidos a idénticas condiciones. El documento era de cabo a rabo una cuantificación. Prácticamente figuraban en él cada tornillo y cada tuerca: «La probabilidad de que reviente un tubo de TBHAP es 10^7 ». No es posible estimar cosas así; una probabilidad de 1 parte de 10.000.000 es casi imposible de estimar. Era obvio que los números correspondientes a cada pieza del motor habían sido elegidos de manera que cuando se sumasen todos se obtuviera 1 parte en 100.000.

Entonces dije, « ¿Qué me pueden decir de esta vibración de alta frecuencia que padecen algunos motores, y otros no?³⁰».

Hay un movimiento rápido, y aparece un pequeño manojito de papeles. Los preparan enseguida; encajan a la perfección en mi libro. ¡Todo referente a la vibración de 4000 ciclos!

Es posible que yo sea un poco obtuso, pero hice el máximo esfuerzo por no acusar a nadie de nada. Me limité a dejarles que me mostraran lo que mostraron, y actué como si no me diera cuenta de su truco. No soy el tipo de investigador que se ve en la televisión, que salta y acusa a la organización corrupta de estarse reservando información. Pero sí tenía plena conciencia de que no me habían dicho nada del problema hasta que yo les pregunté. Normalmente yo actuaba como si fuera un completo ingenuo —lo que fundamentalmente soy.

En cualquier caso, los ingenieros saltaron todos a una. Se excitaron mucho y comenzaron a describirme el problema. Estoy seguro que estaban encantados de hacerlo, porque la gente técnica adora discutir los problemas técnicos con personas técnicas que puedan dar una opinión o hacer una sugerencia que puede resultar útil. Y desde luego, estaban verdaderamente ansiosos por dar con el remedio.

Se referían continuamente al problema por un nombre complicado —«una vorticidad oscilatoria preso-inducida » o algo así.

Exclamo, «¡Ah, como un silbato!»

«Sí», me dicen, «exhibe las características de un silbido.»

Ellos pensaban que el silbido podía proceder de un lugar donde el gas fluía a gran velocidad por un tubo y desde allí era repartido por tres tubos más pequeños, en los cuales había dos particiones. Me explicaron hasta dónde habían podido llegar en su averiguación de la causa del problema.

Cuando abandoné la reunión, tenía la definida impresión de haberme tropezado con el mismo juego que en el caso de las juntas: la dirección reduciendo el rigor de los criterios de aceptación y dando por buenos en el dispositivo más y más errores imprevistos, mientras los ingenieros piden a gritos socorro desde las cavernas.

³⁰ Había oído hablar de ella a Bill Graham. Me dijo que recién llegado al cargo de director de NASA, estaba revisando unos informes cuando se fijó en un « balín » : "...vibración de 4.000 ciclos se encuentra en el seno de nuestra base de datos". Le pareció una frase m u y curiosa, por lo que se puso a hacer preguntas. Cuando por f in llegó al cabo del camino, descubrió que se trataba de un asunto bastante serio: algunos motores vibrarían tanto que sería imposible utilizarlos. Me lo comentó como ejemplo de lo difícil que es obtener información a menos que vaya uno personalmente y la verifique por sí mismo.

La noche siguiente cené en el avión, de camino a casa.

Cuando terminé de untar de mantequilla mi panecillo, tomé el pedacito de cartón en el que viene la pella de mantequilla y lo doblé en forma de U, con los dos bordes mirando hacia mí. Los sostuve y empecé a soplar, y pronto logré producir un sonido como de silbido.

De vuelta en California obtuve algo más de información sobre el motor del transbordador y su probabilidad de fallo. Fui a Rocketdyne y charlé con los ingenieros que estaban construyendo los motores. Hablé también con los consultores que asesoraron su diseño. De hecho, uno de ellos, el Sr. Covert, pertenecía a la comisión.

Averigüé también que un profesor de Caltech había sido asesor de Rocketdyne. Se mostró muy ansioso y explícito, y me contó todos los problemas que tenía el motor y en cuánto estimaba él la probabilidad de fallo.

Fui después al J P L y me reuní con una persona que acababa de preparar un informe para la NASA sobre los métodos utilizados por la FAA³¹ y por los militares para certificar sus motores de turbina de gas y los motores de sus cohetes. Nos pasamos el día entero dándole vueltas a cómo determinar la probabilidad de fallo en una máquina. Aprendí un montón de nombres nuevos, como la «distribución de Weibull», que es una determinada distribución estadística que genera una cierta curva al ser representada gráficamente. Me explicó que las primitivas reglas de seguridad para el transbordador eran muy similares a las de la FAA, pero que la NASA empezó a modificarlas cuando comenzaron a tener problemas.

Resultó que el motor había sido diseñado por el Centro Espacial Marshall en Huntsville, Rocketdyne los construyó, Lockheed redactó las instrucciones y el Centro Espacial Kennedy de la NASA los instalaba. Tal vez como sistema de organización fuera genial, pero por lo que a mí se refería, era un completo galimatías. Me creaba una confusión terrible. ¡Nunca sabía si estaba hablando con el hombre de Marshall, el de Rocketdyne, el de Lockheed o el de Kennedy! Así que enredado en aquel lío, me perdí. De hecho, por entonces —en marzo y en abril— era tanto el tiempo que pasaba corriendo de acá para allá entre California, Alabama, Houston, Florida y

³¹ La Administración Federal de Aviación

Washington D.C., que con frecuencia no sabía ni el día que era, ni dónde me encontraba.

Después de toda esta investigación en solitario, pensé que debería redactar para los demás miembros de la comisión un informe sobre el motor. Pero cuando consulté mis notas sobre los programas de ensayos había en ellas cierta confusión: se hablaba, pongamos por caso, del «motor N° 12» y de cuánto tiempo había «volado». Pero ningún motor era una cosa fija; era reparado continuamente.

Después de cada vuelo, los técnicos inspeccionaban los motores y veían cuántos álabes agrietados había en el rotor, cuántas fisuras en el cuerpo de la turbina, y así sucesivamente. A continuación procedían a reparar el motor, instalando un cuerpo nuevo, o un nuevo rotor, o nuevos cojinetes— sustituían completamente un montón de piezas. Uno podía leer entonces que un motor determinado tenía el rotor N° 2009, que había funcionado durante 27 minutos en el vuelo tal y tal, y la cubierta N° 4091, que había funcionado durante 53 minutos, en los vuelos tal y cual y así y así. Todo aquello era un lío.

Cuando concluí mi informe quise comprobarlo. Así que la siguiente vez que estuve en Marshall dije querer hablar con los ingenieros sobre unos cuantos problemas muy técnicos, sólo para comprobar los detalles —no necesitaba allí a ningún directivo.

Esta vez, para sorpresa mía, no vino nadie más que los ingenieros con los que había hablado ya, y con ellos enmendé todos los errores. Estaba ya a punto de irme, cuando uno de ellos dijo, «¿Se acuerda usted de aquella pregunta que nos hizo la última vez, la de los papeles? Tuvimos la impresión de que iba con bala. No fue juego limpio.»

Le dije, «Sí, tiene usted toda la razón. Era una pregunta con carga. Yo ya tenía una idea de lo que iba a suceder.»

El hombre va y me dice, « Quisiera enmendar mi respuesta. Quiero decir que no puedo cuantificarla. » (Este hombre era el que me había dado en aquella ocasión la respuesta más detallada.)

Le respondí, «Me parece muy bien. Pero ¿concedería usted que la tasa de fallos es de 1 en 100.000?»

«Bueno, uh..., no, la verdad, no. Lo que pasa, sencillamente, es que no quiero contestar.»

Entonces uno de los otros dice, «Yo dije que era de 1 en 300 y sigo diciendo que es de 1 en 300, pero no quiero contarle cómo he obtenido ese número.»

Le respondí, « No hay problema. No tiene usted obligación de hacerlo.»

7. Un apéndice inflamado

Durante todo este tiempo, tuve la impresión de que en algún momento volvería a reunirse la comisión en sesión plenaria para poder explicarnos unos a otros lo que habíamos descubierto.

Pensé que para facilitar tal discusión debería ir sobre la marcha redactando pequeños informes: escribí sobre mi trabajo con el equipo antiheladas (analizando las fotografías y las lecturas termométricas erróneas); escribí sobre mis conversaciones con el Sr. Lamberth y los operarios del taller de montaje; escribí incluso sobre el papelito que decía «démoslo por bueno». Todos estos pequeños informes se los fui enviando a Al Keel, nuestro funcionario ejecutivo, para que los hiciera llegar a los demás miembros de la comisión.

Ahora, esta aventura concreta —la falta de comunicación entre la dirección y los ingenieros que estaban trabajando en el motor— la escribí con el pequeño IBM P C que tengo en casa. Me encontraba francamente cansado, por lo que no lograba todo el control verbal necesario; no estaba escrita con el mismo cuidado que los otros informes. Pero como sólo pretendía que fuera un informe interno para los otros comisionados, no modifiqué el lenguaje antes de enviárselo al Dr. Keel. Simplemente le añadí una nota que decía «Me parece que esto podría ser de interés para los otros comisionados, pero puede usted hacer lo que quiera con él; es un poco fuerte al final»

Keel me dio las gracias, y dijo que había enviado mi informe a todos.

Después fui al Centro Espacial Johnson, en Houston, para interesarme por la aviónica. El grupo de Sally Ride se encontraba allí, investigando asuntos de seguridad relacionados con las experiencias de los astronautas. Sally me presentó a los ingenieros de programación, quienes me enseñaron las instalaciones de entrenamiento de los astronautas.

Es maravilloso de veras. Disponen de simuladores de diferentes tipos, con diversos grados de refinamiento, que utilizan los astronautas para sus prácticas. Uno de ellos te hace sentir que aquello es real: hay que trepar e introducirse en él; en las ventanillas, los ordenadores van generando las imágenes adecuadas. Cuando el piloto mueve los controles, la vista desde las ventanillas cambia en consecuencia.

Este simulador concreto tenía la doble finalidad de enseñar a los astronautas y de comprobar el funcionamiento de los ordenadores. Tras la cabina de la tripulación había bandejas llenas de cables que corrían a través del departamento de carga hasta algún lugar situado atrás, donde había instrumentos que simulaban señales de los motores —presiones, consumos de combustible, y cosas así. (Los cables estaban accesibles porque los técnicos estaban verificando si había «modulación cruzada», o sea, interferencias entre las señales que corrían por distintas líneas.)

Esencialmente, todo funcionamiento del transbordador le está encomendado a un ordenador. En cuanto se produce la ignición y se pone en marcha, ninguno de los tripulantes puede hacer nada, porque la aceleración es tremenda. Cuando el transbordador alcanza una determinada altura, los ordenadores reajustan y rebajan el empuje durante un momento, y conforme el aire se va enrareciendo, los ordenadores vuelven a retocar el empuje.

Más o menos un minuto después se desprenden los dos cohetes de combustible sólido, y pocos minutos más tarde se suelta el tanque principal de combustible; cada una de estas operaciones está controlada por los ordenadores.

El transbordador entra en órbita automáticamente; los astronautas no han hecho más que quedarse sentados en sus asientos.

Los ordenadores del transbordador no tienen memoria suficiente para conservar la totalidad de los programas del vuelo completo. Con el aparato y a en órbita, los astronautas retiran algunas cintas y cargan el programa para la siguiente fase del vuelo —hay nada menos que seis en total. Hacia el final de su misión, los astronautas cargan el programa de descenso.

El transbordador lleva a bordo cuatro ordenadores, en todos los cuales funcionan los mismos programas. Normalmente, los resultados de los cuatro coinciden. En el caso de que uno de los ordenadores no esté de acuerdo con los otros tres, aún se puede continuar con el vuelo. Si sólo concuerdan dos, es preciso anular el vuelo y el transbordador ha de ser traído de vuelta inmediatamente.

Para mayor seguridad todavía existe un quinto ordenador, situado a distancia de los otros cuatro, y cuyos cables corren por lugares diferentes, que sólo tiene el programa de ascenso y el programa de regreso. (Su memoria es apenas capaz de contener ambos programas).

En caso que algo ocurriera a los otros ordenadores, el quinto es capaz de traer de vuelta al transbordador. Jamás ha tenido que ser utilizado.

El momento culminante es el aterrizaje. Cuando los astronautas saben dónde han de aterrizar pulsando uno de tres botones, marcados Edwards, White Sands y Kennedy, que informan al ordenador del sitio en que ha de posarse el transbordador. Entonces entran en acción unos pequeños cohetes que lo frenan un poco y lo hacen penetrar en la atmósfera con el ángulo justo y debido. Esa es la parte peligrosa, en la que todas las teselas de protección se calientan.

Durante este tiempo los astronautas no pueden ver nada, y la velocidad con que todo cambia es tan rápida que es preciso hacer todo automáticamente. Cuando la altura es de unos 10.500 metros, el transbordador frena hasta algo menos de la velocidad del sonido, y en caso necesario puede ser manualmente pilotado. Pero a los 1.200 metros ocurre algo que no se realiza automáticamente: el piloto pulsa un botón para hacer descender el tren de aterrizaje.

Aquello me pareció muy raro, una especie de tontería relacionada con la psicología de los pilotos: a los ojos del público son héroes; todo el mundo tiene la idea de que van guiando el transbordador de un sitio a otro, cuando la verdad es que no tienen nada que hacer hasta que pulsan el botón que baja el tren de aterrizaje. No pueden soportar la idea de que realmente no tienen nada que hacer.

Me pareció que sería más seguro que el ordenador hiciera bajar el tren de aterrizaje, en previsión de que los astronautas hubieran perdido el conocimiento por alguna razón. Los ingenieros de software estuvieron de acuerdo, y añadieron que bajar el tren de aterrizaje en mal momento es muy peligroso.

Los ingenieros me dijeron que el control de tierra puede enviar la señal para bajar el tren de aterrizaje, pero esta medida de respaldo les dio que pensar. ¿Qué sucedería si el piloto está semi—inconsciente y piensa que las ruedas deberían bajar en cierto momento, y el controlador de tierra piensa que ese momento es inadecuado? Es mucho mejor hacer que todo el trabajo quede a cargo del ordenador.

Los pilotos solían controlar también los frenos. Pero había muchísimos problemas: si se frenaba demasiado al principio no quedaría en los frenos forro suficiente cuando se llegase al final de la pista —y todavía se está en movimiento—. Así pues, se les encargó a los ingenieros de software que diseñaran un programa de ordenador que

controlase el frenado. Al principio los astronautas protestaron por el cambio, pero ahora están encantados, por lo bien que funciona el frenado automático.

Aunque en el Centro Johnson se está escribiendo mucho buen software, los ordenadores del transbordador son tan antiguos que ya no se fabrican. Las memorias que contienen son de un tipo ya en desuso, con diminutos núcleos de ferrita enhebrados en hilos que pasan a su través. En el Ínterin, los equipos y materiales, el hardware, ha progresado muchísimo: los microcircuitos de memoria de nuestros días son mucho, muchísimo más pequeños; tienen una capacidad muchísimo mayor; son muchísimo más fiables. Disponen de códigos internos de corrección de errores que mantienen automáticamente la memoria en buen estado. Con los ordenadores de hoy podemos diseñar módulos de programa independientes, con lo que el cambio de tarea no requiere tener que volver a escribir los programas de cabo a rabo.

A causa de las enormes inversiones en simuladores de vuelo y todo el material de cómputo asociado, tener que empezar de nuevo y sustituir los millones de líneas de código que han confeccionado resultaría sumamente costoso.

Me enteré de la forma en que los ingenieros de software desarrollan la aviónica del transbordador. Uno de los grupos se encarga de diseñar los programas, por piezas.

Después, las piezas son ensambladas para componer con ellas enormes programas, cuyo funcionamiento es verificado por un grupo independiente.

Cuando ambos grupos consideran que han depurado y eliminado todos los «bugs», «chinchas», (que es el nombre que se da en la jerga a los fallos de los programas), se efectúa una simulación de un vuelo entero, en la cual se ensayan todas y cada una de las partes del transbordador. En tales casos se aplica un principio: esta simulación no es un mero ejercicio para verificar si todos los programas funcionan bien: es un *vuelo auténtico*! Si algo falla ahora, la situación es extremadamente seria; es como si los astronautas estuvieran a bordo y en peligro. Uno se juega su reputación.

En los muchos años que llevan haciendo esto tan sólo han tenido seis fallos a nivel de simulación de vuelo, y ninguno en vuelos reales.

Parecía pues que los informáticos sabían lo que se traían entre manos: sabían que el funcionamiento del ordenador era vital para el transbordador, pero potencialmente peligroso, y estaban extremando las precauciones.

Estaban escribiendo programas encargados de hacer funcionar una máquina sumamente compleja en un ambiente donde las condiciones experimentan continuamente cambios bruscos, programas que miden dichos cambios, que son flexibles en sus respuestas, y que mantienen la seguridad y la precisión. Yo diría que, en ciertos aspectos, aquellos hombres ocuparon posición puntera en lo que a garantizar la calidad de los sistemas robóticos o de informática interactiva se refiere, aunque hoy, a causa de lo anticuado de sus equipos, tal cosa y a no sea cierta.

No investigué la aviónica tan ampliamente como los motores, por lo que cabe en lo posible que me estuvieran «vendiendo» el producto; pero no me lo parece. Los ingenieros y los directivos mantenían una buena comunicación, y todos tenían el mayor cuidado de no relajar sus criterios en materia de seguridad.

Les dije a los ingenieros de software que, a mi juicio, su sistema y su actitud eran muy buenos.

Uno de ellos murmuró algo sobre los peces gordos de la NASA, que querían recortar la fase de pruebas para ahorrar dinero: «No hacen más que decir que siempre superamos con éxito las pruebas, así pues, para qué tantas ?»

Antes de dejar Houston continué con mi subrepticia investigación del rumor de que la Casa Blanca había presionado a la NASA para que lanzase el transbordador. Houston es el centro de comunicaciones, así que me acerqué a ver a los de telemetría y les pregunté por su sistema de comunicaciones. Repetí todos los pasos que di en Florida —y fueron igual de agradables conmigo— pero esta vez descubrí que para enlazar el transbordador con el Congreso, la Casa Blanca, o cualquier otro punto sólo necesitaban ser avisados con tres minutos de antelación —no tres meses, no tres días, no tres horas, itres minutos! Resulta pues que pueden establecer el enlace en cuanto hace falta, sin necesidad de constancia escrita previa. Aquello da a un callejón sin salida.

En cierta ocasión, comenté este rumor con un reportero del *New York Times*. Le pregunté, «¿Como hace usted para averiguar si las cosas de esta clase son verdaderas?»

Me dice, «Una de las cosas que pensé hacer fui ir allá y hablar con quienes manejan el sistema de enlaces. Hice la prueba pero no pude sacar nada.»

Durante la primera mitad de abril, el grupo del general Kutyna recibió los resultados definitivos de las pruebas que la NASA estaba efectuando en Marshall. Aunque la NASA incluía sus propias interpretaciones de los resultados, nosotros pensamos que deberíamos redactarlo todo otra vez a nuestro propio estilo. (Las únicas excepciones eran cuando una prueba no demostraba nada).

El general Kutyna montó todo un sistema en Marshall para redactar el informe de nuestro grupo. Duró cosa de dos días. Antes de que pudiéramos llegar a nada recibimos un mensaje del Sr. Rogers: «Regresen a Washington. No deben ustedes efectuar ahí la redacción de su informe.»

Volvemos pues a Washington, y el general Kutyna me proporcionó un despacho en el Pentágono. El despacho era estupendo, pero como no tenía secretaria, no podía trabajar deprisa.

Bill Graham había mostrado siempre gran espíritu de cooperación, por lo que le telefoneé. Arregló todo para que yo pudiera utilizar la oficina de una persona ausente y su secretaria, quien me prestó mucha, muchísima ayuda: era capaz de escribir todo cuanto yo decía tan rápidamente como yo podía decirlo, y después era capaz de darle forma y corregir todos mis errores. Trabajamos muy duramente durante dos o tres días, y logramos escribir de aquel modo grandes fragmentos del informe. Funcionó muy bien.

Neil Armstrong, que pertenecía a nuestro grupo, es un redactor superlativamente bueno. Era capaz de echar una ojeada a mi trabajo y detectar inmediatamente todos los puntos débiles, así, a la primera, y siempre tenía razón.

Yo estaba verdaderamente impresionado. Cada grupo se estaba dedicando a redactar uno o dos capítulos del informe principal. Nuestro grupo preparó parte del contenido del «Capítulo 3: El accidente.», pero nuestro trabajo principal fue «Capítulo 4: Las causas del accidente». Sin embargo, uno de los resultados de este sistema fue que nunca celebramos una reunión para discutir lo descubierto por los

otros grupos, para comentar los hallazgos de los demás desde nuestras diferentes perspectivas. En lugar de eso nos dedicamos a lo que podríamos llamar «pulido del texto» y a lo que el Sr. Hotz más tarde llamaría «inscripción de losas sepulcrales»: corregir la puntuación, refinar las frases y demás. Nunca tuvimos una auténtica discusión de ideas, salvo incidentalmente, durante esta revisión del texto.

Por ejemplo, podía presentarse una pregunta: «Esta frase sobre los motores, ¿debería ir redactada de esta forma o de esta otra?».

Yo procuraba entonces suscitar un poco la discusión.

«Desde mi punto de vista, tengo la impresión de que los motores no son tan buenos como se está diciendo aquí...»

Así que decían, «Entonces le daremos a esto la redacción más conservadora», y pasaban a la frase siguiente. Es posible que este método sea un procedimiento eficiente para preparar rápidamente un informe, pero la verdad es que nos pasamos la reunión dedicados a este «pulido».

De cuando en cuando interrumpíamos esa labor para discutir la tipografía y el color de la portada. Y tras cada discusión se nos pedía que cortásemos. A mí me parecía que sería más eficiente votar por el mismo color que habíamos decidido en la sesión anterior, pero resultó que yo caía siempre en la minoría! Finalmente optamos por el color rojo. (Salió en azul).

En cierta ocasión me encontraba hablando con Sally Ride sobre algo que yo mencionaba en mi informe de los motores, pero ella no parecía tener noticia de ello. Le digo, «¿No vio usted mi informe?».

Me responde, «No, no recibí copia del mismo.»

Voy pues a la oficina de Keel y digo, «Sally me dice que no recibió copia de mi informe.»

Keel hace un gesto de sorpresa y se vuelve a su secretaria. «Por favor, haga una copia del informe del Dr. Feynman para la Dra. Ride.»

Entonces descubro que el Sr. Acheson tampoco lo ha visto.

«Haga una copia y désela al Sr. Acheson.»

Finalmente, caí en la cuenta de lo que pasaba, por lo que dije, «Dr. Keel, no me parece que nadie haya visto mi informe.»

Así que le dice a su secretaria, «Haga el favor de hacer una copia para todos los comisionados, y entréguesela.

Entonces le digo: Me hago cargo del muchísimo trabajo que pesa sobre usted y que resulta difícil acordarse de todo. Pero pensaba que usted me había dicho haber mostrado mi informe a todo el mundo.

El responde «Bueno si. Me referiría al personal de la plantilla»

Más tarde hablando con la gente de la plantilla, descubrí que ellos tampoco lo habían visto.

Cuando por fin los otros comisionados llegaron a ver mi informe, casi todos opinaron que era muy bueno, y que debería figurar de alguna forma en el informe de la comisión.

Animado por aquello, yo no hacía más que sacar a relucir mi informe. « Me gustaría que tuviéramos una reunión para analizar qué se puede hacer con él», no paraba de decir.

«Tendremos una reunión al respecto la semana que viene», era la respuesta patrón. (Estábamos demasiado ocupados puliendo el texto y votando el color de la cubierta))

Gradualmente fui cayendo en la cuenta de que en la forma en que estaba redactado mi informe sería necesario llamarle muchas aristas, y el tiempo se nos estaba agotando.

Entonces alguien propuso que mi informe figurase como apéndice al de la comisión. De esa forma no sería necesario retocarlo para hacerlo encajar con ninguna otra cosa.

Pero algunos de los comisionados tenían la convicción de que de mi informe debería de una forma u otra quedar integrado en el informe principal: «Los apéndices no saldrán sino meses después, por lo que nadie va a leer su informe si figura como apéndice», dijeron.

Consideré, empero, que debía buscar una solución transaccional y dejarlo ir como apéndice.

Pero ahora se presentaba un nuevo problema: mi informe, que yo había escrito en casa en mi procesador de textos, tendría que ser convertido desde el formato de IBM al gran sistema de preparación de documentos que estaba utilizando la

comisión. Tenían un procedimiento para hacerlo con un dispositivo de exploración óptica.

Tuve algunas dificultades para encontrar a la persona idónea para realizar el trabajo. Pero tampoco así conseguí que se hiciera inmediatamente. Cuando pregunté lo sucedido, el hombre me dice que no atinaba a encontrar el ejemplar que yo le había facilitado. Tuve pues que proporcionarle otra copia.

Algunos días después había yo terminado de escribir mi informe sobre la aviónica, y quise combinarlo con mi informe sobre los motores. Le llevo pues el informe sobre aviónica al tío aquél, y le digo, « Quisiera añadir esto a mi otro informe.»

Entonces, por algún motivo, tuve necesidad de ver una copia de mi nuevo informe, pero el hombre me da un ejemplar antiguo, antes de que le fuera añadido el informe de aviónica. «¿Dónde está el nuevo, con la aviónica?», quise saber.

«No puedo encontrarlo» —y así sucesivamente—. No recuerdo todos los detalles, pero parecía como si mi informe se perdiera siempre o estuviera a medio cocer. Era fácil que se cometieran errores, pero es que eran demasiados.

Ir sacando adelante mi informe fue toda una lucha.

Entonces, en el último par de días, cuando el informe principal está listo para ser enviado a imprenta, el Dr. Keel quiere que también mi informe esté debidamente pulido. Lo llevé pues al corrector habitual que allí tenían, un hombre muy capaz llamado Hansen, que lo preparó sin cambiarle el sentido. Volvió a ser introducido en la máquina como «Versión N°23». Había revisiones y revisiones.

(Incidentalmente: había 23 versiones de todo. Ya se ha hecho notar que los ordenadores, que hipotéticamente habían de acelerar la velocidad con que se hacen las cosas, no han acelerado la velocidad con la que se preparan los informes: antes solíamos hacer solamente tres versiones, por lo costoso que resultaban mecanografiarlas. ¡Ahora hacemos 23!)

Al día siguiente pude ver a Keel trabajando en mi informe: había rodeado con toda clase de grandes círculos secciones enteras, tachadas con grandes X; estaban siendo eliminadas toda clase de cosas. Me explicó, «Esta parte no debe ir, porque repite más o menos lo mismo que dijimos en el informe principal.»

Traté de explicarle que resulta mucho más fácil captar la lógica del mensaje si todas las ideas se presentan juntas, en lugar de ir todo distribuido en pedacitos por el

informe principal. «Después de todo», le dije, «no va a ser más que un apéndice. No importará mucho el que sea un poco reiterativo.»

El Dr. Keel repuso acá y allá algunas cosas cuando yo se lo pedí, pero aún así era tanto lo que faltaba, que el informe no se parecía en nada al primitivo.

8. La décima recomendación

En mayo, en una de nuestras últimas reuniones, estuvimos discutiendo si deberíamos formular una lista de posibles recomendaciones. Alguien mencionó, «Quizás una de las cosas que tendríamos que analizar sería la creación de un comité de seguridad.»

« Muy bien, anotemos eso.»

Pienso, «¡Al fin! ¡Vamos a discutir algo!»

Pero resulta que esta lista provisional de temas pasa a ser la lista de recomendaciones —que haya un comité de seguridad, que haya un esto, que haya un aquello. La única discusión que se planteó fue acerca de qué recomendación debería ser la primera, cuál la segunda, y así sucesivamente.

Había muchas cosas que yo quería discutir más a fondo. Por ejemplo, en lo tocante al comité de seguridad, se podía plantear: « ¿ No servirá tal comité para añadir un estrato más a una burocracia que ya ha proliferado demasiado?»

Ya se habían constituido comités de seguridad anteriormente. En 1967, tras el accidente del Apolo, el comité de investigación nombrado al efecto inventó una junta, especial, encargada de la seguridad. Funcionó durante algún tiempo, pero no duró.

No nos paramos a analizar por qué los anteriores comités de seguridad y a no eran efectivos; en lugar de eso, nos limitamos a establecer más juntas de seguridad. Los bautizamos «Comité independiente de supervisión del diseño de motores de combustible sólido», « Junta asesora de seguridad en el sistema de transporte del transbordador »,y « Oficina de seguridad, fiabilidad y garantía de calidad». Decidimos quién supervisaría cada una de las juntas de seguridad, pero no analizamos si las juntas creadas por nuestra comisión tenían mayores oportunidades de funcionar, o si podríamos arreglar los comités y a existentes para que funcionaran o si deberían existir en absoluto.

No siempre me resultan las cosas tan evidentes como a los demás. Las cosas hay que pensarlas un poquito, y no estábamos *pensando* juntos lo suficiente. En asuntos importantes, las decisiones rápidas no son muy buenas, y a la velocidad que estábamos yendo, era forzoso que hiciéramos algunas recomendaciones poco prácticas.

Acabamos reordenando la lista de posibles recomendaciones y puliendo un poco la redacción. Era una forma rara de hacer las cosas, a la que yo no estaba acostumbrado.

De hecho, tenía la impresión de que nos hubieran encarrilado: se estaban decidiendo las cosas un poco sin nuestro control.

Sea como fuere, en nuestra última reunión acordamos nueve recomendaciones. Después de aquella reunión, muchos de los comisionados se fueron a casa, pero como yo pensaba ir a Nueva York pocos días después, me quedé en Washington.

Al día siguiente, me encontraba un poco por casualidad en la oficina del Sr. Rogers con Neil Armstrong y otro comisionado, cuando Rogers dice, «Me parece que deberíamos dar una décima recomendación. Todo nuestro informe es negativo; me parece que deberíamos dar algo positivo al final para compensarlo.»

Me muestra una hoja de papel. Dice, La Comisión recomienda vigorosamente que la NASA continúe recibiendo el apoyo de la Administración y de toda la nación. La Agencia constituye un recurso nacional y desempeña un papel crítico en la explotación del espacio y en su aprovechamiento. Es asimismo un símbolo de orgullo nacional y de liderazgo tecnológico.

La Comisión aplaude los espectaculares logros pasados de la NASA y confía en los impresionantes logros que han de venir. Los hallazgos y recomendaciones presentados en este informe tienen la finalidad de contribuir a los futuros éxitos de la NASA que la nación a un tiempo espera y exige conforme se aproxima el siglo XXI.

En nuestros cuatro meses de trabajo en comisión jamás habíamos discutido una cuestión de índole política como aquella, por lo que me pareció que no había razón para incluirla. Y aunque no estoy diciendo que estuviera en desacuerdo con ella, era evidente que tampoco era cierta. Dije, «Opino que esta décima recomendación es inadecuada.»

Creo que oí decir a Armstrong, «Bueno, si alguien no está a favor de ella, me parece que no deberíamos incluirla.»

Pero Rogers siguió trabajándose. Estuvimos en un tira y afloja durante un ratito, pero yo tenía que coger mi avión a Nueva York.

Estando en el avión, estuve pensando un poco más en aquella décima recomendación. Quise ordenar cuidadosamente y por escrito mis argumentos, por lo que en cuanto llegué a mi hotel en Nueva York le escribí una carta a Rogers. Al final decía, «Esta recomendación me recuerda las revisiones de los vuelos de la NASA: "Existen problemas críticos, pero no importa, ¡sigamos volando!»

Era sábado, y yo quería que el Sr. Rogers leyera mi carta antes del lunes. Llamé pues a su secretaria —todo el mundo estaba trabajando siete días a la semana para terminar el informe a tiempo— y le dije, «Quisiera dictarle una carta; ¿sería posible?».

Ella me dice, «¡Claro que sí! Permítame que sea yo quien llame, y así ahorrará el importe de la conferencia.»

Ella me llama, le dicto la carta, y se la pasa directamente al Sr. Rogers.

Cuando regresé el lunes, el Sr. Rogers dijo, «Dr., Feynman he leído su carta, y estoy de acuerdo con todo lo que dice en ella. Pero en la votación ha salido lo contrario .»

«¿En qué votación? ¿Cómo puedo quedar en minoría" en votación, si no nos hemos reunido?».

También Keel se encontraba presente. Dice, «Telefoneamos a todos, y todos están de acuerdo con la recomendación.

Todos votaron a favor.»

«¡No me parece justo!», protesté. «Si hubiera podido presentar mis argumentos a los otros comisionados, no creo que hubiera sido derrotado». No sabía bien qué hacer, así que dije, «Quisiera sacar una copia.»

Cuando volví, Keel me dice, «Acabamos de acordarnos de que no hablamos con Hotz sobre el asunto, porque estaba en una reunión. Nos olvidamos de pedir su voto.»

Yo no sabía cómo tomarme aquello, pero luego descubrí que el Sr. Hotz estaba en el edificio, no lo lejos de la fotocopidora.

Más tarde hablé con David Acheson sobre la décima recomendación. El me explicó, «No tiene la menor importancia; no son más que las patrioterías sensibleras de siempre.»

«Si carece de importancia, tampoco es necesaria», repliqué.

« Mire », me dijo, «Si estuviéramos en una comisión para la Academia Nacional de Ciencias, sus objeciones La décima recomendación tendrían mucha razón de ser. Pero no se olvide de que se trata de una comisión presidencial. Deberíamos decir algo para el Presidente.»

« No comprendo la diferencia», dije yo. «¿Por qué no puedo ser minucioso y científico cuando escribo un informe para el Presidente?».

La ingenuidad no siempre funciona: mi argumento no produjo efecto. Acheson insistía en decirme que estaba haciendo una montaña de un grano de arena, y yo , que debilitaba nuestro informe y que no debería figurar en él.

He aquí cómo acabó la cosa: «La Comisión recomienda vigorosamente que la NASA continúe recibiendo el apoyo de la Administración y de la nación...» —toda aquella «patriotería sensiblera» para «compensar» el informe.

Mientras volaba de vuelta a casa, pensé para mí, «Es curioso que la única parte del informe que estaba *genuinamente* equilibrada fuera mi propio informe: yo decía cosas negativas sobre el motor y cosas positivas sobre la aviónica. Y tuve que luchar con ellos para incluirlo, incluso como un asqueroso apéndice!»

Reflexioné sobre la décima recomendación. Todas las demás recomendaciones se basaban en pruebas que habíamos encontrado, pero para ésta no había prueba alguna.

El intento de blanquear lo malo era tan obvio que la cal aún escurría. ¡Era un error de *bulto*! Daría mala fama a todo el informe. Estaba muy preocupado.

En cuanto llegué a casa hablé con Joan , mi hermana. Le conté lo de la décima recomendación, y la forma en que había sido « derrotado» en votación.

«¿Llamaste a alguno de los demás comisionados y hablaste personalmente con ellos?», quiso saber.

«Bueno, hablé con Acheson, pero él estaba a favor.»

« ¿Y con nadie más?»

« Uh...no». Así que llamé a otros tres miembros de la comisión. Les llamaré A, B y C.

Llamo a A, que dice, «¿Qué décima recomendación es ésta?»

Llamo a B, que dice, «¿Décima recomendación? ¿De qué me está usted hablando?».

Llamo a C, que dice, «Pero, bobo, ¿no te acuerdas?»

Yo estaba en la oficina de Rogers la primera vez que Rogers nos lo dijo, y no veo nada de malo en ella».

Parecía que las únicas personas que tenían noticias de la décima recomendación eran quienes se encontraban en el despacho de Rogers cuando Rogers nos lo dijo. No me molesté en hacer más llamadas telefónicas. Después de todo, es bastante — no me parecía que fuera necesario abrir todas las cajas para comprobar que la combinación es la misma—³²

Después le conté a Joan lo de mi apéndice —mutilado y desvirtuado que lo habían dejado, a pesar incluso de que iba a darse como apéndice.

Joan me dice, «Si eso es lo que le van a hacer a tu informe, ¿qué has conseguido al formar parte de la comisión?

¿Qué fruto ha tenido todo tu trabajo?»

«¡Ajál!»

Le envió un telegrama al Sr. Rogers:

TENGA LA BONDAD DE RETIRAR MI FIRMA DEL INFORME A MENOS QUE OCURRAN DOS COSAS: 1) NO HAYA DECIMA RECOMENDACION, Y 2) MI INFORME APAREZCA SIN MODIFICACIONES DE LA VERSION N° 23.

(Sabía que esta vez tenía definir todo cuidadosamente.)

Para poder obtener el número de versión que yo quería que se publicase llamé al Sr. Hotz, que se había encargado del sistema de documentación y de la publicación del informe. El Sr. Hotz me envió la Versión N° 23, con lo que yo disponía de algo definido que publicar por cuenta propia, si de malo se pasaba a peor.

El resultado de mi telegrama fue que Rogers y Keel trataron de negociar conmigo. Le pidieron al general Kutyna que actuase de intermediario, porque sabían que era amigo mío. Cuán amigo mío era, no lo sabían.

Kutyna me dice, «Hola, Profesor; sólo quería decirte que estás haciendo muy bien.. Pero me han encomendado la tarea de tratar de disuadirte, por lo que te voy a exponer sus argumentos.

«¡No tengas miedo!» Dije. «No voy a cambiar de opinión. »

³² Alude a otra historia de «¿Está Vd. de Broma, Sr. Feynman ? » Un reventacajas conoce a otro.

Limitate a darme sus argumentos, y no tengas miedo.

El primero de ellos era que si no acepto la décima recomendación, ellos no aceptarían mi informe, ni siquiera como apéndice.

Eso no me preocupaba lo más mínimo, porque yo siempre podía dar a conocer el informe por mi cuenta.

Todos los argumentos eran como ése. Ninguno de ellos nada convincente, ninguno de ellos causó el menor efecto.

Yo había reflexionado muy cuidadosamente lo que estaba haciendo, así que me mantuve en mis trece.

Entonces Kutyna propuso una transacción: estaban dispuestos a aceptar mi informe tal cual lo escribí, salvo por una frase, casi al final.

Miré la frase en cuestión y comprendía que ya había demostrado mi tesis en el párrafo anterior. Repetirla equivalía a buscar polémica; al eliminarla, mi informe parecería mucho más objetivo. Acepté el compromiso.

Entonces yo ofrecí un compromiso sobre la décima recomendación. «Si al final quieren darle jabón a la NASA, que no lo llamen recomendación, para que la gente sepa que no es de la misma clase que las otras recomendaciones; que lo llamen "reflexión final", si se quiere. Y para evitar confusiones, no ha de utilizarse la frase "recomienda vigorosamente". Basta con que diga "insta": "La comisión insta a que la NASA continúe recibiendo el apoyo de la Administración y de la nación". Todo lo demás puede quedar como está.»

Un rato después, Keel me llama: «Podemos decir "insta vigorosamente"?»

«No, "insta", nada más.»

«Vale », dijo. Y esa fue la decisión final.

9. Reunión con la prensa

Suscribí el informe principal, mi propio informe entró a formar parte de él con el carácter de apéndice, y todo quedó solventado. A primeros de junio regresamos a Washington y le entregamos nuestro informe al Presidente en una ceremonia celebrada en la Rosaleda. Eso fue el jueves. El informe no se haría público hasta el lunes siguiente, para darle al Presidente tiempo para estudiarlo.



FIGURA 18. El Informe de la Comisión le fue presentado al presidente Reagan en la Rosaleda de la Casa Blanca. Visibles en la foto, de izquierda a derecha: el general Kutyna, William Rogers, Eugene Corert, el presidente Reagan, Neil Armstrong y Richard Feynman (Foto PETE SOUZA. THE WHITE HOUSE).

Entretanto, los periodistas estaban trabajando como diablos: sabían que nuestro informe estaba concluido y estaban tratando de adelantarse a los otros en conocer el contenido. Sabía que iban a estar telefoneándome día y noche, y tenía miedo de decir algo sobre alguna cuestión técnica que les pusiera sobre la pista.

Los periodistas son personas muy sagaces y persistentes. Te dicen, «Hemos oído tal y tal cosa..., ¿es cierta?»

¡Y enseguida, lo que piensas que no les dijiste está publicado en los periódicos!

Estaba decidido a no decir una palabra sobre el informe hasta que se hiciera público, el lunes. Un amigo mío me convenció para que saliera por televisión en el

«Noticiero MacNeil/Lehrer», por lo que acepté para la edición del lunes por la noche.

Encargué también a mi secretaria de que preparase una conferencia de prensa el martes, en Caltech. Le dije, «Explicué a los periodistas que quieran hablar conmigo que no tengo ningún comentario que hacer sobre nada; que estaré encantado de responder a cualesquiera preguntas que tengan el martes, en mi conferencia de prensa.»



Figura 19. En la recepción (Foto PETE SOUZA. THE WHITE HOUSE).

Durante el fin de semana, estando yo todavía en Washington, se filtró de alguna forma que yo había amenazado con retirar mi nombre del informe. Un periódico de Miami empezó a hacer correr la noticia, y pronto fueron del dominio público las diferencias que habíamos tenido Rogers y yo. Cuando los reporteros que solían cubrir las noticias de Washington oyeron decir que «El Sr. Feynman no tiene nada que decir; responderá a todas sus preguntas en su conferencia de prensa del martes», aquello les sonó sospechoso —como si la confrontación continuara todavía y yo fuera a mantener aquella conferencia de prensa el martes para explicar por qué me había negado a suscribir el informe.

Pero yo no sabía nada de todo aquello. Me aislé de la prensa hasta el punto de no leer siquiera los periódicos.

El domingo por la noche, la comisión tuvo una cena de despedida organizada por el Sr. Rogers en un club.

Cuando terminamos de comer, le dije al general Kutyna, «No puedo quedarme más. Tengo que salir un poco temprano.»

Me dice, «¿Y qué puede ser eso tan importante?»

Yo no quise decírselo.

Me acompaña a la salida, para ver qué era aquello tan «importante». Es un brillante deportivo rojo con dos rubias preciosas dentro, esperándome para llevarme con ellas.

Subo al coche. Estábamos a punto de salir disparados, dejando allí plantado al general Kutyna rascándose la cabeza, cuando una de las rubias dice, «¡Eh! ¡General Kutyna! Soy la Sra. Tal y tal. Le hice una entrevista telefónica hace algunas semanas.»

Así fue cómo se enteró. Las chicas son redactoras del «Noticiero MacNeil/Lehrer.» Eran muy agradables y hablamos de esto y lo otro para el programa del lunes. En un cierto momento les dije que iba a tener mi propia conferencia de prensa el martes, donde iba a dar a conocer mi informe, a pesar de que fuera a aparecer tres meses después como apéndice al de la comisión. Dijeron que mi informe parecía interesante, y que les gustaría verlo. Por entonces estábamos en términos muy amistosos, por lo que les facilité un ejemplar.

Me dejaron en casa de mi prima, donde paraba. Le conté a Frances lo del programa de televisión, y que le había dado a las informadoras una copia de mi informe.

Frances se echa las manos a la cabeza, horrorizada.

Le digo, «Sí, ha sido un error estúpido, ¿verdad? Será mejor que las llame y les diga que no lo utilicen.»

¡Por la forma en que Frances meneó la cabeza pude darme cuenta de que no iba a ser tan fácil!

Llamo a una de ellas: «Lo siento muchísimo, pero he cometido un error: no debí haberles dado mi informe, por lo que preferiría que no lo utilizaran.»

«Dr. Feynman, pertenecemos a una empresa de noticias. El propósito de tales empresas es buscar la noticia, y su informe lo es. Sería totalmente contrario a nuestros instintos y al ejercicio profesional no utilizarlo.»

«Lo sé, pero han de entender mí total ingenuidad en asuntos de esta clase. Sencillamente, cometí un error. Sería injusto con los demás periodistas que estarán el martes en la conferencia de prensa. Después de todo, ¿les gustaría a ustedes asistir a una conferencia y encontrarse con que el convocante le había dado ya su informe a otros? Imagino que pueden ustedes entender mi punto de vista.»

« Consultaré a mi colega y le llamaré.»

.Dos horas más tarde ellas me llaman —están ambas al aparato y tratan de explicarme por qué deben utilizarlo: «En las agencias de noticias es habitual que cuando alguien nos facilita un documento en la forma en que usted lo hizo, damos por entendido que podemos utilizarlo.»

«Me hago cargo de que existen normas convencionales en los medios de comunicación, pero han de darse cuenta de que yo no entiendo nada de esas cosas, por lo que, por cortesía hacia mí, les ruego que no lo utilicen.»

Seguimos un ratito más en un tira y afloja como aquél. Después otro, «Le llamaremos después», y otra larga demora. Me daba cuenta, por la duración de las esperas, de que aquel problema les estaba causando un quebradero de cabeza.

Por alguna razón, me sentía tranquilo y lleno de fuerza.

Casi había perdido, y sabía lo que me hacía falta, así que pude centrar el problema fácilmente. No tenía inconveniente en admitir que había sido un idiota completo — que es lo que más frecuentemente me sucede cuando trato con el mundo— y no me parecía que hubiera ninguna ley de la naturaleza que dijera que yo había de ceder. Seguí insistiendo, no me di por vencido en ningún momento.

La cosa se fue adentrando en la madrugada: la una, las dos, y aún seguíamos porfiando. «Dr. Feynman, es muy poco profesional darle a un periodista una noticia y luego retractarse de ella. No es así como se conduce la gente en Washington.»

«Es obvio que no sé nada de Washington. Pero este es el modo en que yo me conduzco —como un tonto—. Lo lamento muchísimo, pero se trató sencillamente de un error, así que, por cortesía, les ruego que no lo utilicen.»

Entonces., en cierto momento de la discusión, una de ellas dice, «Si vamos adelante y utilizamos su informe, ¿querrá decir eso que no piensa usted intervenir en el programa? »

«Son ustedes quienes lo han dicho, no yo.»

«Volveremos a llamarle.»

Otra larga pausa.

En realidad, yo no había decidido si me negaría a acudir al programa, porque seguía pensando que todavía podría enmendar mi error. Cuando lo medité, me pareció que no podría legítimamente utilizar esa carta. Pero al cometer una de ellas el error de proponer tal posibilidad, yo respondí, «Son ustedes quienes lo han dicho, no yo », —con mucha frialdad— como diciendo, « ¡No te estoy amenazando, pero puedes averiguarlo por ti misma, nena!»

Me llamaron nuevamente, y dijeron que no utilizarían mi informe. Cuando fui al programa no tuve en ningún momento la impresión de que ninguna de las preguntas estuviera basada en mi informe. El Sr. Lehrer sí me preguntó si había existido algún roce entre el Sr. Rogers y yo, pero yo eché balones fuera: dije que no había existido ningún problema.

Terminado el programa, las dos periodistas me dijeron que en su opinión había salido estupendamente sin el informe. Al despedirnos quedamos como buenos amigos.

Tomé el avión a California aquella misma noche y celebré mi conferencia de prensa en Caltech el martes.

Asistieron muchos periodistas. Unos cuantos hicieron preguntas relativas a mi informe, pero lo que les interesaba a la mayoría era el rumor de que yo había amenazado retirar mi nombre del informe de la comisión. Me encontré repitiéndoles una y otra vez que no había tenido ningún problema con el Sr. Rogers.

10. Retrospectiva

Ahora que he tenido más tiempo para reflexionar en ello, todavía sigue cayéndome bien el Sr. Rogers, y sigo pensando que todo es como debe. A mi juicio, Rogers es un hombre extraordinario. Durante los trabajos de la comisión tuve ocasión de apreciar sus talentos y capacidades, y siento gran respeto por él. El Sr. Rogers es persona de trato muy agradable y exquisitos modales, por lo que reservo en mi mente la posibilidad—no como sospecha, sino como incógnita— de que me cae bien porque él sabía cómo hacer para caerme bien. Prefiero pensar que se trata genuinamente de una persona excelente, y que es tal cual parece. Pero también es cierto que estuve en Washington el tiempo suficiente para comprender que no puedo saberlo de cierto.

No estoy seguro del todo de lo que el Sr. Rogers piensa de mí. Me da la impresión de que siente hacia mí gran simpatía, a pesar de las muchas molestias que le causé al principio —yo era como un grano en el cuello; quién sabe si mucho más abajo. Es posible que me equivoque, pero si sus sentimientos hacia mí son los que tengo por él, son buenos.

El Sr. Rogers es jurista, y la dirección de una comisión investigadora de asuntos fundamentalmente técnicos hubo de resultarle tarea difícil. Considero, sin embargo, que con la ayuda del Dr. Keel los aspectos técnicos de la tarea estuvieron bien tratados. Me chocó en cambio que hubiera algo de gato encerrado en lo relativo a varios peces gordos de la NASA.

Cada vez que hablábamos con dirigentes de los niveles superiores éstos no hacían más que decirnos que no sabía nada de los problemas de niveles inferiores.

Nos están dando otra dosis de lo mismo en el affaire «Contra—Irán», pero en aquel caso, esta clase de situación me resultaba enteramente nueva: o bien los tipos de lo alto no sabían nada, en cuyo caso tenían la obligación de saberlo, o si lo sabían, nos estaban mintiendo.

Cuando nos enteramos de que el Sr. Mulloy había presionado a la NASA para que efectuase el lanzamiento, tuvimos que oír una y otra vez que en la NASA, el nivel inmediatamente superior no sabía nada. Uno pensaría que el Sr. Mulloy habría notificado a algún superior durante esta gran discusión, diciendo algo como, «Hemos estado debatiendo si debemos o no votar mañana por la mañana, pues ha

habido algunas objeciones de los ingenieros de Thiokol, pero de todos modos hemos decidido volar. ¿Qué opina usted?». Pero en lugar de eso, Mulloy dice algo así como «Todas las cuestiones han sido resueltas». Parecía existir alguna razón por la que la gente de un nivel no trasladaba los problemas al inmediato superior.

Inventé una teoría que he discutido con un considerable número de personas, y que mucha gente me ha explicado por qué es errónea. Pero no recuerdo sus explicaciones, por lo que no resisto a la tentación de explicar qué fue a mi parecer lo que llevó a esta falta de comunicación en la NASA.

Cuando la NASA estaba intentando ir a la Luna, había en ella muchísimo entusiasmo: era una meta que todos estaban ansiosos por alcanzar. No sabían si podían lograrlo, pero todos trabajaban juntos.

Tengo esta idea porque trabajé en Los Alamos, y experimenté la tensión y la presión de todos colaborando para hacer la bomba atómica —con el detonador, pongamos por caso—, todo el mundo sabe que es un gran problema, están pensando formas de resolverlo, están haciendo sugerencias, y se emocionan cuando oyen la solución, porque eso significa que ahora su trabajo es útil: si el detonador no funcionase, la bomba no funcionaría.

Me imaginé que lo mismo habría sucedido en la NASA en los primeros días: si el traje espacial no funcionaba, no se podía ir a la Luna. Así que todo el mundo está interesado por los problemas de todos los demás.

Pero después, concluido ya el proyecto lunar, la NASA tenía reunida a toda aquella gente: hay una gran organización en Houston y una gran organización en Huntsville, por no mencionar la Kennedy en Florida. Uno no quiere despedir a la gente y echarla a la calle cuando se ha terminado un gran proyecto, así que el problema es, ¿qué hacer ahora?

Es preciso convencer al Congreso de que existe un proyecto que solamente la NASA puede realizar. Para lograrlo es necesario —al menos era aparentemente necesario en este caso— exagerar lo muy económico que iba a resultar el transbordador, exagerar la frecuencia con que podía volar, exagerar su seguridad, exagerar los grandes hechos científicos que iban a ser descubiertos.

«El transbordador puede efectuar tantos y tantos vuelos, y va a costar tanto y tanto; hemos logrado ir a la Luna, ¡así que *podemos* hacerlo!»

Entretanto, los ingenieros que están a pie de obra están diciendo, «¡No, no! No podemos hacer tantos vuelos.

Si tuviéramos que realizar tantos vuelos, ello supondría tanto y tanto! ».Y « ¡No, no podemos hacerlo con ese presupuesto, porque eso supondría tener que transigir con esto y lo otro!».

Bueno, pues quienes están tratando de que el Congreso dé luz verde a sus proyectos no quieren oír nada de nada. Es mejor no oír nada, porque así pueden ser más «honestos» —no quieren encontrarse en la situación de tener que mentirle al Congreso! Y, en consecuencia, sus actitudes empiezan a cambiar pronto: las informaciones desagradables que llegan desde abajo—«Estamos tropezando con un problema en la hermeticidad de los cierres; deberíamos arreglarlo antes de volver a volar »—son suprimidas por los peces gordos y la gerencia intermedia, quienes dicen, «Si usted me da cuenta de los problemas de hermeticidad habrá que dejar el transbordador en tierra y arreglarlo». O bien, «No, no, hay que seguir volando, pues si no dará mala impresión», o simplemente, «No me venga con problemas; no quiero saberlo.»

Tal vez no digan explícitamente «No me lo cuente», pero sí desanimen la comunicación, lo que viene a ser lo mismo. No es cuestión de qué es lo que se ha escrito, o de quién debería decir qué a quién; es cuestión de si cuando uno le cuenta a otros un problema éstos están encantados de oírlo y te dicen «Cuéntame más» y «¿Has probado tal y tal cosa?» o te dicen, «Bueno, mire qué puede usted hacer», que es asunto completamente distinto. Y si uno intenta comunicar unas cuantas veces y todas se te quitan de en medio, pronto se llega a la conclusión, «Al infierno con todo.»

Así pues, ésta es mi teoría: debido a que la exageración de arriba es inconsciente con la realidad que hay en el fondo, la comunicación se hace cada vez más lenta, y al final, se atasca. Así es como es posible que los de arriba no lo supieran.

La otra posibilidad es que los de arriba sí lo supieran y se limitaran a *decir* que no lo sabían.

Consulté a un antiguo director de la NASA —no recuerdo su nombre en este momento— que es el presidente de cierta compañía en California. Pensé en ir a hablar con él mientras pasaba unos días de descanso en casa, explicarle que «Todos

dicen no haber tenido noticia alguna. ¿Tiene sentido tal cosa?. ¿Cómo se procede para investigarlo?»

Nunca me devolvió las llamadas. Quizás no quería hablar con el comisionado que investiga a los altos cargos, quizás estaba ya harto de la NASA y no quería verse envuelto en nada. Y como yo estaba tan ocupado en tantas otras cosas, no insistí más.

Había toda clase de cuestiones que no investigamos. Una de ellas era el misterioso caso del Sr. Beggs, el antiguo director de la NASA que fue apartado de su puesto durante una investigación que no tenía nada que ver con el transbordador; fue reemplazado por Graham poco antes del accidente. Sin embargo, resultaba que Beggs iba todos los días a su antiguo despacho. La gente iba a verle allí, aunque él nunca habló con Graham. ¿Qué estaba haciendo? ¿Había alguna actividad que aún estuviera siendo dirigida por Beggs?

De cuando en cuando yo trataba de interesar al Sr. Rogers para que se investigasen esos asuntos pocos claros. Yo decía, «tenemos en la comisión abogados, tenemos en la comisión directivos de empresas, tenemos magníficas personas con una gama muy amplia de experiencias. Tenemos personas capaces de lograr que los otros hablen a pesar de estar decididos a no decir nada. Yo no sé hacer eso. Si a mí me llega un tío y me dice que la probabilidad de fallo es de 1 en 10^5 , yo sé que me está largando un cuento chino. En cambio, yo no sé qué es lo natural en un sistema burocrático. Deberíamos reunir a los peces gordos y hacerles unas cuantas preguntas: exactamente igual que les preguntamos a los directivos de segundo nivel como el Sr. Mulloy, deberíamos preguntar también al primer nivel.

Rogers decía, «Sí, bueno, creo que sí».

El Sr. Rogers me dijo más adelante que le había escrito una carta a cada uno de los altos cargos, pero que ellos habían contestado que no tenían nada que decirnos.

Estaba también el asunto de una posible presión de la Casa Blanca.

Había sido idea del Presidente llevar a una maestra al espacio, como símbolo del compromiso de la nación con la educación. El presidente había propuesto la idea un año antes, en su discurso sobre el Estado de la Nación. Ahora, al cabo de un año, llegaba el momento de pronunciar un nuevo discurso. Sería perfecto tener a la

maestra en el espacio, hablándole al Presidente y al Congreso. Las pruebas circunstanciales eran muy fuertes.

Hablé del asunto con cierto número de personas y escuché diversas opiniones, pero finalmente llegué a la conclusión de que no había existido presión de la Casa Blanca. Ante todo, la persona que presionó a Thiokol para que cambiase de actitud, el Sr. Mulloy, era un directivo de segundo nivel. Nadie podía prever anticipadamente que podía entorpecer el lanzamiento. Si uno imagina que a Mulloy le dijeron, «Cerciórese de que el transbordador vaya a volar mañana, porque el Presidente así lo quiere», tendríamos que imaginar igualmente que se le hubiera dicho otro tanto a *todo el personal* de su nivel —y hay un montón de gente a su nivel. Al decírselo a tanta gente, la filtración era segura. Así que tal forma de presión era muy improbable.

Cuando la comisión finalizó su trabajo yo comprendía mucho mejor el carácter de las operaciones en Washington y en la NASA. Aprendí, viendo cómo trabajaban, que los empleados de un gran sistema como la NASA *saben* lo que conviene hacer, sin que se lo digan.

Existía ya gran presión para mantener en vuelo el transbordador. La NASA tenía un plan de vuelos que estaba intentando cumplir, sólo para demostrar las capacidades de la NASA —poco importa que el presidente fuese a pronunciar o no un discurso aquella noche. Así que no me parece que hubiera ninguna actividad directa o esfuerzo especial desde la Casa Blanca. No había necesidad de hacerlo, por lo que no creo que se hiciera.

Quisiera ofrecerles una analogía de lo dicho. Ya conocen esas pegatinas que se llevan en la luneta trasera de los automóviles, ésas que dicen BEBE A BORDO, y cosas por el estilo. No es preciso que me digan que hay un bebé en el coche; ide todas formas voy a conducir con cuidado! ¿Qué se espera que haga al ver que hay un niño en su coche, que actúe de distinto modo? ¡Cómo si yo fuera de pronto a conducir con más atención y no chocar contra su coche porque lleva un nene, cuando lo que yo estoy procurando es no chocar contra usted en ninguna hipótesis! Así que la NASA estaba tratando de lanzar el transbordador fuera como fuera. No es preciso decir que hay bebé a bordo, maestra a bordo, ni lo importante que es que este lanzamiento salga bien, para congraciarse con el Presidente.

Ahora que he hablado con algunas personas sobre mis experiencias en la comisión, me parece que entiendo unas cuantas cosas que antes no comprendía tan bien. Una de ellas se refiere a lo que dije al Dr. Keel y que le molestó tantísimo. Estaba yo hablando hace poco con una persona que pasó mucho tiempo en Washington, y le hice una pregunta que de no ser bien entendida podría considerarse como un grave insulto. Quisiera explicar cuál fue la pregunta, porque tal vez fuera, más o menos, lo que realmente le dije al Dr. Keel.

La única forma de tener verdadero éxito en asuntos científicos, que es con los que estoy familiarizado, es describir muy cuidadosamente las pruebas disponibles, sin tener en cuenta cómo piensa uno que deberían ser. Si uno tiene una teoría, es preciso esforzarse por explicar con ecuanimidad lo que tiene de bueno y lo que tiene de malo. En ciencia se aprende una especie de honestidad e integridad estándar.

En otros campos —caso de los negocios— las cosas son diferentes. Por ejemplo, casi todos los anuncios que vemos están obviamente concebidos para engañar al cliente de una forma u otra: lo que no quieren que uno lea está en letra pequeña; las estipulaciones están redactadas con un estilo oscuro. A todo el mundo le salta a la vista que el producto no está siendo presentado de forma científica y ecuánime. Por consiguiente, en asuntos de ventas existe una cierta carencia de integridad.

Aunque mi padre era vendedor, tenía el espíritu y la integridad de un científico. Recuerdo haberle preguntado, «¿Cómo puede un vendedor ser persona íntegra?»

El me respondió, «Con franqueza, hay en el oficio muchos vendedores que no son muy rectos —piensan que de ese modo venden más. Pero yo me esforzado por comportarme con rectitud, y he descubierto que tiene sus ventajas. En realidad, yo no lo haría de ningún otro modo. Si el cliente piensa un poco, se dará cuenta de que ha tenido alguna mala experiencia con otro vendedor, pero que contigo no ha tenido experiencias de esa clase. Así que al final, varios clientes se quedarán contigo durante mucho tiempo y sabrán apreciar tu honradez.»

Mi padre no fue un gran vendedor, famoso y de éxito; era el jefe de ventas de una compañía de tamaño medio, dedicada a la confección de uniformes. Tuvo éxito, pero no un éxito enorme.

Cuando veo un congresista dando su opinión sobre algún asunto, me pregunto siempre si lo que dice es reflejo de su *verdadera*, opinión, o si representa una

opinión diseñada con el fin de ser elegido. Tal parece ser el problema crucial de los políticos. Por ello, suelo preguntarme, ¿qué relación existe entre la integridad personal y el trabajo para el gobierno?

Ahora bien, el Dr. Keel empezó diciéndome que era titulado superior en física. Yo siempre doy por supuesto que todos quienes trabajan en física se comportan de forma íntegra —es posible que sea un ingenuo en esto— por lo que debí preguntarle algo en lo que pienso continuamente, «¿Cómo puede prosperar en Washington una persona íntegra?».

Es muy fácil dar a la pregunta una segunda lectura:

«En vista de lo bien que se defiende usted en Washington, ¡no puede ser persona íntegra!».

Otra cosa que ahora entiendo mejor se refiere a de dónde salió la idea de que el frío afecta a las juntas tóricas.

Fue el general Kutyna quien me llamó y me dijo «Estaba trabajando en el carburador de mi coche, y pensé, ¿qué efecto tiene el frío sobre las juntas tóricas?». Bueno, resulta que uno de los propios astronautas de la NASA le dijo que existía información, en algún lugar de la NASA, de que las juntas tóricas no tenían ninguna capacidad de recuperación a baja temperatura, y que la NASA no estaba soltando prenda sobre el asunto.

Pero el general Kutyna tenía que pensar en la carrera del astronauta en cuestión, por lo que la verdadera pregunta que se estaba haciendo el general Kutyna mientras arreglaba su carburador era, «¿Cómo puedo dar a conocer esta información sin poner en peligro la carrera de mi amigo el astronauta?» Su solución fue calentarle las orejas al profesor sobre el asunto, y su plan funcionó perfectamente.

Apéndice F

Observaciones personales relativas a la fiabilidad del transbordador

Introducción

Existen al parecer enormes diferencias de opinión en lo concerniente a la probabilidad de un fallo con pérdida del vehículo y de vidas humanas.* Las estimaciones oscilan desde aproximadamente 1 en 100 hasta 1 en 100.000.

Las cifras de riesgo más elevadas proceden de ingenieros en ejercicio, y las más bajas, de la alta dirección. ¿Cuáles son las causas y consecuencias de esta discordancia? Dado que 1 parte en 100.000 equivaldría a poder lanzar un transbordador todos los días durante 300 años con expectativas de perder solamente uno, podríamos fundadamente preguntar, «¿A qué se debe la fe tan fantástica que la dirección tiene en la maquinaria?».

Hemos descubierto también que los criterios de certificación utilizados en las revisiones de disponibilidad para el vuelo suelen irse haciendo progresivamente menos estrictas. El argumento de que se voló anteriormente con el mismo riesgo es no pocas veces aceptado como justificación de la seguridad de poder aceptar ese riesgo otra vez. Por tal motivo, se aceptan reiteradamente debilidades manifiestas —en ocasiones, sin que se efectúe un esfuerzo suficientemente serio por remediarlas, y a veces, sin retrasar el vuelo, a causa de su reiterada presencia.

Son varias las fuentes de información disponibles: están publicados los criterios de certificación, en los que se aprecia una historia de modificaciones en forma de abandonos y desviaciones; además, los registros de disponibilidad para el vuelo correspondientes a cada lanzamiento dejan constancia de los argumentos utilizados para aceptar los riesgos del mismo. La información se obtuvo por el testimonio directo y los informes del oficial de seguridad de alcance, Louis J. Ullian, que dan cuenta del historial de éxitos de los cohetes de combustible sólido. Existe un estudio adicional debido a dicho funcionario (en su carácter de presidente de la Junta de Seguridad de Cancelación de Lanzamientos, LASP) donde se intentan determinar los riesgos que comportarían posibles accidentes, capaces de provocar contaminación radiactiva al tratar de hacer volar un generador atómico de plutonio (llamado generador térmico radiactivo, GTR) en futuras misiones a los planetas. Disponemos

también del estudio efectuado por la NASA acerca del mismo problema. En lo referente al historial de los motores principales del transbordador espacial, se celebraron entrevistas con la dirección y los ingenieros del Centro Espacial Marshall, a más de entrevistas informales con ingenieros del Rocketdyne. También fue entrevistado de modo informal un ingeniero mecánico independiente (Caltech), que actuó como asesor de la NASA en materia de motores. Se efectuó una visita a Johnson para recoger información sobre la fiabilidad de la aviónica (computadoras, sensores y efectos). Finalmente, está el informe titulado «Una revisión de las normas de certificación potencialmente aplicables a motores cohetes reutilizables en el transporte de humanos», preparado en el Laboratorio de Propulsión a Chorro, por N. Moore y otros, en febrero de 1986, destinado a la Oficina de Vuelos espaciales, Sede central de la NASA. Trata de los métodos utilizados por la FAA y los militares para certificar las turbinas de gas y los cohetes. Dichos autores fueron también entrevistados informalmente.

1. Cohetes impulsores de combustible sólido (CCS).

Se efectuó un estudio de la fiabilidad de los cohetes impulsores de combustible sólido (CCSs) por el oficial de seguridad de alcance, quien estudió la experiencia de todos los vuelos de cohetes anteriores. De un total de casi 2900 vuelos, fallaron 121 (1 de cada 25). En esta cifra se cuentan, sin embargo, los que podríamos llamar «errores iniciales», esto es, cohetes que volaban en las primeras veces y en los que fueron descubiertos y corregidos errores de diseño. Una cifra más razonable para los cohetes maduros podría ser de 1 en 50. Poniendo especial cuidado en la selección de piezas y en la inspección, podría lograrse una cifra de fallos inferior a 1 en 100, aunque es probable que con la tecnología actual no pueda rebajarse hasta 1 en 1000. (Dado que el transbordador tiene dos cohetes, es necesario duplicar estos índices de fallos p a r a obtener la estimación de fallos en el transbordador debidos a CCS.)

Los funcionarios de la NASA aducen que la cifra real es muy inferior. Señalan que, «dado que el transbordador es un vehículo tripulado, la probabilidad de éxito de la misión es necesariamente muy próxima a 1'0.» Lo que esta frase signifique no resulta muy claro. ¿Significa que es casi igual a 1 o que debería ser casi igual a 1? Y

a continuación explican, «Históricamente, este grado tan sumamente elevado de éxitos en la misión ha dado pie a una diferente filosofía entre los programas de vuelo espacial tripulado y los no tripulados; a saber, el uso de probabilidad numérica frente al juicio ingenieril.» (Estas citas pertenecen a «Datos del transbordador espacial correspondientes al análisis de seguridad de misiones planetarias con GTR», páginas 3-1 y 3-2 , 15 de febrero de 1985, NASA, JSC). Es cierto que si la probabilidad de fallo fuese tan baja como 1 en 100.000 harían falta un número desproporcionado de ensayos para verificarla: no se obtendría más que una serie de vuelos perfectos, sin una cifra precisa para la probabilidad de fallo; todo cuanto se puede decir es que es verosímil que tal probabilidad sea menor que la inversa del número de vuelos que hasta el momento componen la serie de ensayos. Pero si la probabilidad real no fuese tan pequeña, dentro de un número razonable de ensayos, los vuelos mostrarían dificultades, casi fallos o fracasos completos, y los métodos estadísticos habituales podrían darnos una estimación razonable. De hecho, la experiencia anterior de la NASA ha mostrado la existencia ocasional de tales dificultades, casi accidentes, e incluso accidentes, signos delatores todos ellos de que la probabilidad de fallo en vuelo no era tan sumamente pequeña.

Otra inconsistencia del argumento para no determinar la fiabilidad por análisis de la experiencia previa (como hizo el responsable de seguridad de alcance) es la invocación que la NASA hace de la historia: «Históricamente, este alto grado de éxito en las misiones...» . Finalmente, si vamos a reemplazar las prácticas habituales de determinación de la probabilidad por juicios ingenieriles, ¿por qué encontramos tan enormes disparidades entre las evaluaciones de la dirección y las estimaciones de los ingenieros? Da la impresión de que, por algún propósito, sea éste de régimen interno o para consumo externo, la NASA exagera la fiabilidad de su producto hasta la fantasía.

No repetimos aquí el historial de las certificaciones y revisiones de aptitud para el vuelo (véanse otras partes del informe de la comisión), pero el fenómeno de aceptar cierres que habían mostrado erosión y fugas a su través en vuelos anteriores resulta muy clara. El vuelo del Challenger nos proporciona un excelente ejemplo: hay varias referencias a vuelos anteriores; la aceptación y éxito de tales

vuelos es tomada como garantía de seguridad. Pero la erosión y el «soplo a través» no estaban previstos en el diseño. Son, por el contrario, advertencia de que algo va mal. El equipo no está funcionando como se espera, y por consiguiente, existe el peligro de que pueda funcionar con desviaciones todavía mayores de esta forma inesperada y no comprendida por completo. El hecho de que tal peligro no provocase antes una catástrofe no es garantía de que no lo haga la próxima vez, a menos que el fenómeno sea comprendido por completo. Al jugar a la ruleta rusa, el hecho de que el primer tiro fallase poca tranquilidad puede darle al jugador siguiente. Los orígenes y las consecuencias de la erosión y el soplo a través no eran comprendidos. La erosión y el soplo no se presentaron por igual en todos los vuelos o en todas las juntas; a veces eran mayores, a veces, menores. ¿Por qué no habrían de ser mayores, cuando las condiciones que las determinan fueran las adecuadas, y provocar una catástrofe?

A pesar de estas variaciones de un caso a otro, los responsables actuaron como si comprendieran el fenómeno, dándose unos a otros explicaciones aparentemente lógicas, que con frecuencia recurrían al «éxito» de vuelos anteriores. Por ejemplo, al determinar si el vuelo 51—L resultaría seguro en vista de la erosión de las juntas tóricas del vuelo 51—C, se observó que la profundidad de la erosión era solamente un tercio del radio del retén. Se había observado en un experimento que hacía falta cortar la junta hasta la profundidad de un radio por lo menos para lograr que la junta fallase. En lugar de sentir gran preocupación por la posibilidad de que las variaciones en condiciones deficientemente comprendidas pudieran razonablemente provocar esta vez una erosión más profunda, se afirmó que «existía un factor de seguridad igual a tres.»

Es ésta una curiosa forma de utilizar el término ingenieril «factor de seguridad». Si un puente está construido para soportar una cierta carga sin que sus vigas se deformen permanentemente, o se cuarteen y vengán abajo sus pilares, puede que esté diseñado para que con los materiales utilizados pueda soportar en realidad tres veces dicha carga. Este «factor de seguridad» se utiliza para tener en cuenta ciertos excesos de carga, o cargas extra desconocidas, o debilidades en los materiales, que podrían tener defectos inesperados, etc. Pero si se aplica a un puente nuevo la carga prevista y aparece una grieta en una viga, se trata de un fallo de diseño. No

había factor de seguridad alguno, a pesar incluso de que el puente no se haya venido abajo, porque la grieta solamente llegó a un tercio de la viga. En el diseño de las juntas tóricas de los impulsores de cohete sólido no estaba prevista su erosión. La erosión era indicio de que algo marchaba mal. De la erosión no podía inferirse factor de seguridad alguno.

Sin plena comprensión del fenómeno no había manera de tener confianza en que las condiciones imperantes la próxima vez no fueran a producir una erosión tres veces más intensa que la vez anterior. Sin embargo, los funcionarios de la NASA se engañaron a sí mismos, haciéndose variaciones de caso en caso. Se preparó un modelo matemático para calcular la erosión. Este modelo no estaba fundado en una comprensión del fenómeno físico, sino en el ajuste de una curva a datos empíricos. Concretamente, se daba por supuesto que un chorro de gas caliente influía sobre el material de la junta tórica, y que la temperatura estaba en el punto de estancamiento (hasta aquí, con leyes físicas y termodinámicas razonables).

Pero para determinar cuánta era la goma corroída en la junta se supuso que la erosión variaba de acuerdo con la potencia de exponente 0,58 de la temperatura; el exponente 0,58 había sido determinado por ajuste de una curva a datos empíricos. En cualquier caso, ajustando algunos otros números se determinó que el modelo coincidía con la erosión (hasta una profundidad de un tercio del radio del anillo de cierre.) ¡No hay en este análisis nada tan erróneo como confiar en la respuesta! En el modelo aparecen incertidumbres por doquier. La fuerza del chorro gaseoso era impredecible; dependía de los huecos que se formasen en la masilla. La existencia de «blowby » mostraba que el anillo podía fallar aun cuando sólo estuviera parcialmente erosionado. Se sabía que la fórmula empírica era incierta, pues la curva no pasaba directamente a través de los datos mismos mediante los cuales estaba determinada. Había una nube de puntos, algunos de ellos dos veces por arriba y otros, dos veces por abajo de la curva ajustada, por lo que era razonable esperar erosiones dobles de las previstas sólo por esa causa. Las otras constantes de la fórmula estaban rodeadas de incertidumbres similares, etcétera, etcétera. Cuando se utiliza un modelo matemático es preciso prestar cuidadosa atención a las incertidumbres del modelo.

2. Motores principales del transbordador espacial (MPTE).

Durante el vuelo del 51—L los tres motores principales del transbordador espacial funcionaron perfectamente, e incluso comenzaron a apagarse ordenadamente en los últimos momentos, cuando el suministro de combustible empezó a fallar. No obstante, se plantea la cuestión de si —en caso de que los motores hubieran fallado y hubiéramos tenido que investigarlos con el mismo detalle con que escrutamos el cohete impulsor de combustible sólido— habríamos encontrado la misma falta de atención a los defectos y el mismo deterioro de los criterios de seguridad. Dicho de otro modo, ¿se encontraban las deficiencias organizativas que contribuyen al accidente confinadas al sector del cohete impulsor sólido o fueron, por el contrario, una característica más general de la NASA? Para esclarecer tal extremo, se procedió a investigar los motores principales y la aviónica del transbordador espacial. No se realizó en cambio un estudio similar del orbitador propiamente dicho ni del tanque externo.

El motor es una estructura mucho más compleja que el cohete impulsor de combustible sólido, por lo que comporta un trabajo ingenieril mucho mayor y mucho más detallado. En términos generales, el trabajo de ingeniería parece ser de alta calidad; parece, igualmente, que se le está prestando considerable atención a las deficiencias y fallos descubiertos en el funcionamiento de los motores.

El procedimiento habitual de diseño de tales motores (para aviones civiles o militares) podría decirse que consiste en el diseño por componentes, que es un diseño « abajo a arriba». Es necesario en primer lugar comprender concienzudamente las limitaciones y propiedades de los materiales a utilizar (álabes de turbina, por ejemplo), para cuya determinación se procede a efectuar ensayos en montajes experimentales. A partir de tal conocimiento se diseñan y ensayan individualmente piezas componentes mayores (por ejemplo, los cojines). Conforme van siendo observadas deficiencias y errores, se procede a corregirlos y a verificarlos con nuevos ensayos. Puesto que en cada ocasión solamente se verifican piezas o partes del motor, dichos ensayos y modificaciones no resultan excesivamente caros. Finalmente se trabaja en sentido ascendente hasta el diseño definitivo del motor complejo, según las especificaciones necesarias. Existen grandes probabilidades de que para entonces el motor tenga pleno éxito, y en caso

contrario, los fallos que presente resultan fáciles de aislar y analizar, porque se tiene un excelente conocimiento y comprensión de los tipos de fallos, las limitaciones de los materiales, etc. Es además muy probable que las modificaciones necesarias para superar las últimas dificultades que plantee el motor no resulten demasiado difíciles de efectuar, pues casi todos los problemas graves han sido descubiertos y resueltos y a en las etapas anteriores, y más económicas, del proceso.

El motor principal del transbordador espacial recibió un tratamiento diferente; fue diseñado de arriba a abajo, podríamos decir. El motor fue diseñado y ensamblado de una vez, con un estudio previo relativamente pequeño de sus materiales y componentes. Pero ahora, cuando aparecen problemas en los cojines, alabes de turbina, conductos de refrigerante, etcétera, resulta mucho más costoso y difícil hacer cambios. Por ejemplo, se han descubierto grietas en los álabes de la turbina del turbocompresor de oxígeno a alta presión. ¿Son debidos a fallos en el material, al efecto de una atmósfera de oxígeno sobre las propiedades del material, a los ciclos térmicos donde arranqué y apagado, o son fundamentalmente debidos a resonancias a ciertas velocidades o algún otro motivo? ¿Cuánto tiempo puede funcionar un motor desde que comienza la formación de grietas hasta el fallo definitivo, y en qué medida es este tiempo función del nivel de potencia? Utilizar como banco de pruebas un motor completo resulta extraordinariamente oneroso. Uno no desea perder motores completos para averiguar dónde y cómo se produce un fallo. Y sin embargo, el conocimiento completo de tal información es esencial para adquirir confianza en la fiabilidad del motor durante su empleo.

Sin comprensión detallada, es imposible adquirir tal confianza.

Una desventaja adicional del método «de arriba a abajo» es que aun en el caso de que se llegue a comprender la causa de un fallo, puede resultar imposible ponerle remedio sencillo —por ejemplo, darle una nueva forma al cuerpo de las turbinas— sin rediseñar de cabo a rabo el motor entero.

El motor principal del transbordador espacial es una máquina sumamente notable. Tiene mayor relación empuje/peso que cualquier otro motor anteriormente construido.

Ha sido construido apurando hasta el límite —y a veces rebasándolo— toda la experiencia ingenieril precedente.

Así pues, como se podía esperar, han aparecido muchas deficiencias de muchas clases y se ha tropezado con muchas dificultades. Dado que, desdichadamente, ha sido construido « de arriba a abajo », tales deficiencias son difíciles de diagnosticar y arreglar. Una de las metas del diseño, que el motor tuviera una vida equivalente a 55 misiones (27.000 segundos de funcionamiento, y afuera en misiones de 500 segundos cada una o en un banco de pruebas) no ha podido conseguirse. El motor exige actualmente un mantenimiento muy frecuente y la sustitución de piezas importantes, como turbocompresores, cojinetes, etc. El turbocompresor de combustible a alta presión tenía que ser reemplazado cada tres o cuatro equivalentes de misión (aunque es posible que tal problema esté resuelto ya, y el turbocompresor de oxígeno a alta presión, cada cinco o seis. Estos resultados suponen, en el mejor de los casos, un diez por ciento de las especificaciones de diseño originales. Pero en nuestro caso, el problema que más nos interesa es la determinación de su fiabilidad.

En un total de 250.000 segundos de funcionamiento, los motores principales han experimentado fallos serios en 16 ocasiones, posiblemente. Los ingenieros prestan gran atención a estos fallos y tratan de remediarlos lo antes posible mediante estudios empíricos desarrollados en montajes experimentales, diseñados para el fallo en cuestión, mediante cuidadosa inspección del motor en busca de indicios sugestivos (fisuras, por ejemplo) y mediante un considerable trabajo de estudio y análisis. De esta forma, a pesar de las dificultades del diseño desde lo alto, y gracias a un duro trabajo, parece ser que muchos de los problemas han podido ser resueltos.

Damos seguidamente una lista de los problemas (y de la situación en que se encuentran):

- Fisuras en los álabes de los turbocompresores de combustible a alta presión (TCCAP). (Puede haber sido resuelto.)
- Fisuras en los álabes de los turbocompresores de oxígeno a alta presión. (TCOAP. No resuelto.)

- Ruptura de la línea de refuerzo de la chispa del ignitor. (Probablemente resuelto.)
- Fallo de la válvula de verificación de purga. (Probablemente resuelto.)
- Erosión de la cámara de encendido. (Probablemente resuelto.)
- Agrietamiento del revestimiento metálico del turbocompresor de combustible (TCCAP. Probablemente resuelto.)
- Fallo del revestimiento del refrigerante del turbocompresor de combustible. (Probablemente resuelto.)
- Fallo del codo de escape de la cámara principal de combustión. (Probablemente resuelto.)
- Desplazamiento del codo de entrada de la cámara principal de combustión. (Probablemente resuelto.)
- Vórtices subsincrónicos en el turbocompresor de oxígeno a alta presión. (TCOAP. Probablemente resuelto.)
- Sistema de seguridad de apagado del motor por aceleración en vuelo (fallo parcial en un sistema redundante) (Probablemente resuelto.)
- Formación de lajas en los cojinetes. (Parcialmente resuelto.)
- Una vibración de frecuencia 4000 hertz que convierte en inoperables ciertos motores. (No resuelto.)

Muchos de estos problemas aparentemente resueltos eran debidos a las dificultades de un diseño nuevo: 13 de ellos se presentaron durante los 125.000 primeros segundos de funcionamiento, y sólo 3 durante los 125.000 posteriores. Como es natural, uno nunca puede estar absolutamente seguro de haber eliminado todas las pegas, en algunos casos, el arreglo pudo estar encaminado a curar el síntoma, no la causa. Por lo tanto, no resulta irrazonable presumir que se pueda producir al menos una sorpresa en los próximos 250.000 segundos, lo que equivale a una probabilidad de 1/500 por misión y motor. En cada misión se utilizan tres motores, pero es posible que algunos accidentes tan sólo afecten a uno de los motores. (El transbordador puede abortar su misión con dos motores nada más.) Así pues, digamos que las sorpresas desconocidas no nos permiten, en y por sí mismas, conjeturar que la probabilidad de fracaso de la misión por causas imputables a los

motores principales del transbordador espacial sea menor que $1/500$. A esta probabilidad debemos sumar la probabilidad de fallo a causa de problemas conocidos pero no resueltos todavía. Problemas que exponemos a continuación.

(Los ingenieros de Rocketdyne, el fabricante, estiman la probabilidad total de fallo en $1/10.000$. Los ingenieros del Centro Espacial Marshall la estiman en $1/300$, mientras que la dirección de la NASA, a quien informan los ingenieros mencionados, la estiman en $1/100.000$. Un ingeniero independiente que actúa como asesor de la NASA consideró que una estimación razonable sería de un 1 a un 2 por 100.)

La historia de los principios de certificación de estos motores resulta confusa y difícil de explicar. Inicialmente, la regla parece haber sido que dos motores de muestra habían cada uno de funcionar sin fallos el doble de tiempo que el tiempo de servicio del motor a certificar (regla 2x). Al menos, tal es la norma en la FAA, y según parece, la NASA la adoptó inicialmente, confiando en que el tiempo certificado fuera de 10 misiones (por consiguiente, cada muestra había de soportar 20 misiones). Evidentemente, los motores más adecuados a utilizar para la comparación serían los de máximo tiempo total de servicio (tiempo de vuelo más tiempo de pruebas), denominados en su jerga «líderes de la flota». Pero, ¿qué sucede si un tercer motor y varios otros fallan en un intervalo breve? Sin duda no podríamos considerar que el motor es seguro porque haya habido dos de duración insólitamente grande. Estos motores de vida breve podrían ser más representativos de las verdaderas posibilidades, y con el espíritu del factor de seguridad 2, los motores solamente deberían funcionar durante la mitad del tiempo de vida de las muestras menos duraderas.

Este lento corrimiento hacia factores de seguridad decrecientes puede verse en otros muchos ejemplos. Tomemos el caso de los álabes del turbocompresor de combustible a gran presión (TCCAP). Se empezó por abandonar la idea de ensayar un motor completo. En cada motor se reemplazan a intervalos frecuentes muchas piezas importantes completas (las propias turbobombas, por ejemplo), por lo que la norma de seguridad 2x se traspasó del motor completo a los componentes. Así pues, se certifica un determinado tiempo de servicio para una turbobomba de alta presión si dos muestras han funcionado cada una con éxito el doble de ese tiempo (y desde luego, para ser prácticos sin empeñarse en que ese tiempo sea por lo

menos 10 misiones). Pero, ¿qué se entiende al decir «con «éxito»? Para la FAA, una grieta en un álabe de turbina se considera un fracaso, al objeto de dar en la práctica un factor de seguridad mayor que 2. Es cierto que un motor puede funcionar cierto tiempo desde que empieza a formarse una grieta hasta que ésta crece lo bastante como para provocar la rotura del álabe.

(La FAA está considerando la introducción de nuevas reglas para tener en cuenta este tiempo de seguridad extra, pero solamente las aceptará si la cuestión es analizada muy cuidadosamente mediante modelos conocidos, dentro de un margen conocido de experiencia y con materiales probados concienzudamente. Ninguna de estas condiciones se da en el caso de los motores principales del transbordador espacial.)

Se descubrieron grietas en muchos álabes de turbina de turbobombas de segunda fase. En un caso se encontraron tres al cabo de 1900 segundos de funcionamiento, mientras que en otro no se encontró ninguna al cabo de 4200 segundos, aunque, por lo general, en estas pruebas prolongadas sí mostraban fisuras. Para proseguir con esta historia, es preciso comprender que el esfuerzo a que es sometida la pieza depende mucho del nivel de potencia. Lo mismo que en vuelos anteriores, durante casi todo el tiempo en que estuvieron funcionando los motores durante el vuelo del Challenger, lo hicieron a un nivel graduado como 104 por ciento de la potencia nominal. A juzgar por ciertos datos sobre materiales, se supone que al 104 por ciento de la potencia nominal el tiempo para la aparición de fisuras es aproximadamente doble que al 109 por ciento, que es el nivel de máxima potencia (NMP). Los futuros vuelos tendrían que hacerse al 109 por ciento, por ser mayores la cargas previstas, y fueron muchas las pruebas efectuadas a ese nivel. Así pues, dividiendo entre 2 el tiempo al 104 por ciento, se obtienen unidades llamadas nivel equivalente de potencia máxima (NEPM). (Como es obvio, al proceder así se introduce una cierta incertidumbre, que no ha sido estudiada). Las primera grietas antes mencionadas ocurrieron a 1.375 segundos de NEPM.

Ahora la regla de certificación se convierte en «limitar todos los álabes de segunda fase a un máximo de 1375 segundos NEPM». Cuando se objeta que el factor de seguridad 2 se ha perdido, se señala que una turbina funcionó durante 3.800 segundos NEPM sin aparición de grietas, y la mitad de esta cifra son 1.900, por lo

que se está siendo incluso más prudente. Con semejante razonamiento estamos engañándonos de tres modos. Primero, tenemos solamente una muestra, que no es además la «líder de la flota», en efecto, las otras dos muestras con 3800 segundos NEPM o más reunían en total 17 palas con fisuras. (El motor tiene 59 álabes). En segundo lugar, hemos abandonado la regla de 2x y tomado en su lugar el mismo tiempo (1375 segundos). Y finalmente, fue a los 1.375 segundos cuando se descubrió una grieta. Podemos decir que no se había descubierto ninguna fisura, pero la última vez que miramos y no vimos fisuras, fue a los 1-100 segundos NEPM. No sabemos el instante preciso en que se formó la grieta entre dos tiempos. Las grietas, por ejemplo, podrían haberse formado a los 1.150 segundos NEPM. (Aproximadamente dos terceras partes de los juegos de álabes ensayados más de 1.375 segundos NEPM mostraban grietas y a los 1.150 segundos). Era importante mantener dicha cifra lo más elevada posible pues el tiempo de funcionamiento de los motores del transbordador en cada vuelo se acercaba mucho al valor límite.

Finalmente, se declara que no se ha prescindido de los criterios de seguridad y que el sistema es seguro, a pesar de haber abandonado la norma de la FAA sobre inexistencia de grietas, considerando únicamente que se produce un fallo cuando se llega a la rotura completa de un álabe. Aceptada esta definición, ningún motor ha fallado todavía. La idea es que puesto que el tiempo para que las fisuras crezcan hasta la fractura es lo suficientemente grande, podemos asegurarnos de la seguridad del sistema inspeccionando todos los álabes, por si muestran grietas. De encontrar alguna, se reemplazan los álabes, y si ninguna disponemos de tiempo suficiente para realizar una misión con seguridad. De este modo, se afirma, el problema de las grietas deja de ser un problema de seguridad de vuelo, pasando a ser mero problema de mantenimiento.

Lo cual puede que sea cierto. Pero, ¿cómo sabemos que el crecimiento de las grietas es siempre lo suficientemente lento como para que no se llegue a la fractura durante una misión? Tres motores han funcionado durante periodos largos con unos cuantos álabes fisurados (unos 3000 segundos NEPM) sin que en realidad lleguen a romperse ninguna pala.

Posiblemente se haya logrado arreglar este problema de las grietas. Cambiando la forma del álabe, martillean do la superficie y recubriéndolas de material aislante

para amortiguar los cambios térmicos, las nuevas paletas de turbina no se han agrietado hasta ahora.

La historia de la certificación de las turbobombas de combustible de alta presión es bastante parecida, pero no daremos aquí los detalles.

En resumen, es evidente que las revisiones de disposición para el vuelo y las reglas de certificación dan muestras de deterioro en lo atinente a ciertos problemas de los motores principales del transbordador espacial, que se aproximan de cerca al deterioro de las normas correspondientes a los cohetes de combustible sólido.

3. Aviónica

Se entiende por «aviónica» el sistema de ordenadores instalados en el orbitador, justamente con los sensores que los proveen de datos y los dispositivos actuadores de salida. Al principio nos limitaremos a los ordenadores propiamente dichos y no nos ocuparemos de la fiabilidad de la información suministrada por los sensores de temperatura, presión, etc.; ni tampoco, de si la salida del ordenador es fielmente obedecida por los actuadores de encendido de los cohetes, los controles mecánicos, los datos mostrados a los astronautas y así por demás. El sistema informático está muy elaborado, y tiene más de 250.000 líneas de código. Es responsable, entre otras cosas, del control automático de todo el ascenso del transbordador hasta su órbita y del descenso del orbitador hasta que éste se encuentra ya muy dentro de la atmósfera (a velocidad menos que Mach 1), a partir del momento en que se pulsa el botón que determina el punto de aterrizaje deseado. Sería posible hacer que todo el aterrizaje fuese automático. (La señal de bajar el tren de aterrizaje queda expresamente fuera del control de los ordenadores, y ha de ser dada por el piloto, ostensiblemente, por razones de seguridad). Durante el vuelo orbital el sistema informático de a bordo se utiliza en el control de la carga, en la presentación de información a los astronautas y en el intercambio de información con tierra. Es evidente que la seguridad del vuelo exige que la exactitud de este complejo sistema de equipos informáticos y de programación esté debidamente garantizada.

En breve, la fiabilidad de los equipos se garantiza utilizando cuatro ordenadores idénticos, esencialmente independientes. Siempre que es posible, cada sensor tiene copias múltiples —cuatro, por lo común— cada una de las cuales alimenta a las

líneas de entrada de los cuatro ordenadores. En el caso de que las señales procedentes de los sensores sean discordantes, se utiliza como señal efectiva de entrada o bien un cierto promedio, o bien se decide por mayoría, dependiendo de las circunstancias. Dado que cada ordenador está conectado con todas las copias de todos los sensores, las entradas son las mismas, y dado que los algoritmos utilizados por cada uno de los cuatro ordenadores son los mismos, los resultados de cada ordenador tendrían que ser los mismos en cada paso. Estos resultados son comparados de cuando en cuando, pero dado que sus velocidades de funcionamiento pudieran mostrar ligeras diferencias, se ha instituido un sistema de detención y espera en instantes especificados, previos a la comparación. Si uno de los ordenadores está en discordancia o se ha retrasado demasiado y no tiene lista su respuesta, se da por supuesto que los tres concordantes funcionan correctamente y el ordenador que a juicio de los otros dos falla, tal ordenador es retirado del sistema, cancelándose lo que falte de vuelo: se instituye el descenso hasta el punto de aterrizaje, controlado por los dos ordenadores restantes. Veamos que se trata de un sistema redundante, pues el fallo de un único ordenador no afecta a la misión. Finalmente, como medida adicional de seguridad, existe un quinto ordenador, independiente cuya memoria está cargada solamente con el programa de ascenso y descenso, y que es capaz de controlar el descenso si se produce un fallo de dos o más de los ordenadores de la línea principal de cuatro. Los ordenadores de la línea principal no disponen de memoria suficiente para todos los programas de ascenso, descenso y gestión de la carga, por lo que la memoria es cargada por los astronautas una cuatro veces, con programas registrados en cinta. A causa del enorme esfuerzo necesario para reemplazar la programación de un sistema tan elaborado y para poner a punto un sistema nuevo debidamente comprobado, no se han realizado cambios en el material desde que se comenzó con el sistema de transporte por lanzadera espacial, hace unos 15 años. En realidad, desde el punto de vista tecnológico, el material está completamente desfasado. Por ejemplo, las memorias son de un viejo tipo de núcleos de ferrita. Cada vez resulta más difícil encontrar fabricantes que suministren ordenadores tan pasados y de calidad suficientemente alta. Los ordenadores modernos son muchísimo más fiables, y funcionan a velocidades mucho mayores. Ello ha permitido simplificar sus circuitos

y hacer mucho más. Los ordenadores modernos no requerirían ser cargados tantas veces con las cintas, pues sus memorias son muchísimo mayores.

La programación se comprueba muy cuidadosamente, de abajo arriba, podríamos decir. Primero se revisa cada nueva línea de programa; se comprueban después los «módulos», secciones del programa encargados de funciones particulares. El alcance de la verificación se va ampliando paso a paso, hasta que los nuevos cambios son incorporados a un sistema completo, y es comprobado el funcionamiento de éste. Este resultado final recibe la consideración de producto final, recién salido. Hay, por otra parte, un grupo de desarrollo de la programación, y la somete a toda clase de pruebas, como si fuera un cliente del producto entregado. Se efectúan nuevas verificaciones, utilizando los programas en simuladores, etc. Durante esta fase de ensayos de verificación la aparición de un error es algo muy serio, y su origen se estudia muy cuidadosamente, para evitarlo en el futuro. Solamente se ha tropezado con unos seis errores de este tipo en toda la programación nueva y en la readaptación de la existencia (a cargas nuevas o modificadas) que se ha hecho. El principio al que se atienen es: toda esta verificación no es un aspecto de la seguridad del programa, sino un ensayo de tal seguridad en una verificación no catastrófica. Los juicios sobre seguridad del vuelo han de fundarse exclusivamente en lo bien que hayan funcionado los programas en los ensayos verificados. Un fallo a este nivel es causa de considerable preocupación. Así pues, para resumir: el sistema de verificación de la programación es de la más alta calidad. No parecen darse procesos de ir engañándose a uno mismo al tiempo que los criterios se relajan y degradan, procesos tan característicos, en cambio, en los sistemas de seguridad del impulsor de combustible sólido y del motor principal del transbordador. No hay duda, desde luego, de que recientemente se ha sugerido desde la dirección la supresión de estos ensayos tan prolijos y caros, considerándolos innecesarios a estas alturas de la historia de los transbordadores. Es preciso resistirse a tales sugerencias, pues no tienen en cuenta las mutuas y sutiles influencias de unas partes del programa sobre otras, e incluso las fuentes de error que comportarían pequeños cambios en el programa. Existe una presión continua para efectuar cambios en los programas, al proponer los usuarios nuevas demandas y modificaciones o nuevas cargas para el transbordador. Los cambios son

onerosos, porque exigen una amplia serie de pruebas y verificaciones previas. La forma idónea de ahorrar dinero es poner coto al número de modificaciones solicitadas, no a la calidad de la verificación de cada una.

Se podría añadir que este elaborado sistema podría mejorarse mucho utilizando material moderno y las modernas técnicas de programación. Cualquier nuevo competidor tendrá todas las ventajas de quien parte de cero. El problema de si sería buena idea introducir en la NASA equipos de computación modernos es cuestión que debería ser objeto de cuidadoso examen en este momento.

Finalmente, retornando a los sensores y actuadores del sistema de aviónica, encontramos que la actitud acerca de los fallos y fiabilidad del sistema no llega a ser tan buena como en el sistema de cómputo. Por ejemplo, se encontró una dificultad con ciertos sensores de temperatura, que fallaban de cuando en cuando. Sin embargo, dieciocho meses más tarde se seguían utilizando los mismos sensores, que seguían como antes fallando en ocasiones, hasta que fue preciso anular un lanzamiento porque dos de ellos fallaron simultáneamente. Este sensor volvió no obstante a ser utilizado otra vez en un vuelo posterior. Y los sistemas de control por reacción, los cohetes utilizados para la reorientación y control en vuelo todavía no son completamente de fiar. Existe en los sistemas una considerable redundancia, pero también una larga historia de fallos, ninguno de los cuales ha sido lo bastante grande como para afectar seriamente un vuelo. La acción de los cohetes es verificada por los sensores: si un cohete deja de funcionar, los ordenadores buscan otro cohete que disparar. Pero los cohetes no están diseñados con el fin de que fallen, y el problema debería quedar resuelto.

Conclusiones

Cuando resulta preciso atenerse a un calendario de lanzamientos razonable, es corriente que los problemas ingenieriles no puedan resolverse con la rapidez necesaria para mantener los estrictos criterios de certificación originales, concebidos para garantizar que el vehículo sea muy seguro de usar. En tales situaciones, los criterios de seguridad son sutilmente alterados —no pocas veces, con argumentos aparentemente lógicos— al objeto de que la certificación de los vuelos pueda producirse a tiempo. En consecuencia, el transbordador vuela en un estado

relativamente inseguro, con un riesgo de accidente que ronda un punto por ciento. (Resulta difícil ser más preciso.)

La dirección oficial, por otra parte, se manifiesta convencida de que la probabilidad de fallo es un millar de veces menor. Una de las razones para ello puede ser un intento de garantizarle al gobierno la perfección y el éxito de la NASA y asegurarse así el suministro de fondos. La otra puede ser que estos directivos estén sinceramente convencidos de que es cierta, lo que sería demostración de una increíble falta de comunicación entre la dirección y los ingenieros que trabajan para ellos.

Sea como fuere, la afirmación anterior ha tenido consecuencias muy desafortunadas, la más grave de las cuales ha sido animar a ciudadanos ordinarios a volar en una máquina tan peligrosa, como si fuese igual de segura que un avión de pasajeros corriente. Los astronautas, lo mismo que los pilotos de pruebas, han de conocer los riesgos que corren, y nosotros, honrarles por su favor.

¿Quién podrá dudar que Mc Auliffe³³ era igualmente una persona de gran valor, que tenía más clara conciencia de los verdaderos riesgos de lo que la dirección de NASA está dispuesta a dejarnos creer?

Hagamos recomendaciones que garanticen que los funcionarios de la NASA se enfrenten con un mundo de realidad, que comprendan lo suficientemente bien las imperfecciones y debilidades de la tecnología para esforzarse activamente en eliminarlas. Han de vivir en un mundo de realidad al comparar los costos y la utilidad del transbordador con otros métodos de penetración en el espacio. Y tienen que ser realistas en la formalización de contratos y en la estimulación de costos y dificultades de cada proyecto. Solamente deberían proponerse calendarios de vuelos realistas; calendarios que tengan una razonable probabilidad de ser cumplidos. Si el gobierno no está dispuesto a mantener a la NASA en estos términos, así sea. La NASA tiene con los ciudadanos, cuyo apoyo solicita, el deber de ser franca, honrada e informativa, para que estos ciudadanos puedan decidir con la mayor prudencia y buen saber a qué deben dedicar sus limitados recursos.

Para que una tecnología tenga éxito, es preciso que la realidad tenga precedencia sobre las relaciones públicas, pues a la Naturaleza no se la puede engañar.

³³ Christa Mc Auliffe, maestra de escuela, iba a ser la primera ciudadana ordinaria que viajase al espacio, un símbolo del compromiso educativo del país y de la seguridad del transbordador.

Epilogo

Prefacio

Quando era más joven estaba convencido de que la ciencia haría cosas buenas para todos. Era evidentemente buena. Durante la guerra trabajé en la bomba atómica.

Este resultado de la ciencia era evidentemente un asunto muy serio: representaba la destrucción de seres humanos. Después de la guerra estuve sumamente preocupado por la bomba. No sabía qué aspecto iba a ofrecer el futuro, y ciertamente no tenía la menor seguridad de fuéramos a durar hasta hoy. Había pues una cuestión ¿lleva la ciencia algo malo consigo?

Dicho de otro modo, ¿qué valor tiene la ciencia a la que me había consagrado —lo que yo amaba—, después de ver las cosas tan terribles que podía hacer? Era una cuestión a la que yo tenía que dar respuesta.

«El valor de la ciencia» es, si se quiere, una especie de informe de los muchos pensamientos que me sobrevinieron al tratar de responder a esa cuestión.

Richard Feynman

2 El valor de la ciencia

De cuando en cuando hay quien me sugiere que los científicos deberían prestar mayor consideración a los problemas sociales; en especial, que tendrían que ser más responsables al considerar el impacto de la ciencia en la sociedad. Parece ser opinión general que si los científicos se tomaran la molestia de prestar atención a estos problemas sociales tan difíciles y no se pasaran tanto tiempo tonteando con problemas científicos menos vitales, se obtendrían grandes éxitos.

Tengo la impresión de que nosotros sí reflexionamos en tales problemas de cuando en cuando, pero que no les dedicamos la totalidad de nuestros esfuerzos, por la razón, entre otras, de que no tenemos ninguna fórmula mágica para resolver problemas sociales, de que los problemas sociales son mucho más difíciles que los científicos, y de que normalmente no llegamos a nada cuando reflexionamos en ellos.

Estoy convencido de que cuando un científico examina problemas no científicos puede ser tan listo o tan tonto como cualquier prójimo, y de que cuando habla de un asunto no científico, puede sonar igual de ingenuo que cualquier persona no impuesta en la materia. Dado que la cuestión del valor de la ciencia no es una cuestión científica, esta charla estará dedicada a demostrar la tesis que acabo de exponer... predicando con el ejemplo.

A todo el mundo le es familiar la primera de las formas en que la ciencia es valiosa, a saber, que el conocimiento científico nos permite hacer toda clase de cosas y construir toda clase de cosas. Evidentemente, si hacemos cosas buenas, ello no solamente habrá de acreditarse en la cuenta de la ciencia; el mérito será igualmente de la elección moral que nos llevó a hacer obras buenas. El conocimiento científico confiere un poder que nos capacita para obrar bien o mal, pero no lleva instrucciones acerca de cómo utilizarlo. Tal poder tiene un valor evidente —incluso aunque tal poder pueda ser negado por lo que uno hace con él. Supe de una forma de expresar este problema humano tan común durante un viaje a Honolulu. En un templo budista de allá, el encargado les explicó a los turistas un poquito de la religión budista, y después acabó su charla afirmando que tenía que decirles algo que no olvidarían jamás —y que yo jamás he olvidado. Era un proverbio de la religión budista:

A cada hombre se le da la llave de las puertas del cielo; esa misma llave abre las puertas del infierno.

¿Qué valor tiene, pues, la llave de las puertas del cielo ? cierto es que si carecemos de instrucciones claras que nos permitan determinar cuál es la puerta que da al cielo, y cuál al infierno, la llave puede ser un objeto peligroso de utilizar.

Pero es evidente que la llave tiene un valor: ¿cómo podremos entrar en el cielo si carecemos de ella?

Las instrucciones de uso carecerían de valor si no poseemos la llave. Es evidente, pues, que a pesar de que puede producir enormes horrores en el mundo, la ciencia tiene valor, porque puede producir algo. Otro de los valores de la ciencia es el disfrute —el llamado gozo intelectual— que algunas personas sienten al leer y reflexionar en ella, o que experimentan al trabajar en ella. Es éste un aspecto importante, un aspecto, que no es suficientemente considerado por quienes nos

dicen que es responsabilidad nuestra reflexionar sobre el impacto de la ciencia en la sociedad.

¿Tiene este disfrute personal algún valor para la sociedad en su conjunto? ¡No! Pero es también una responsabilidad considerar el papel de la sociedad propiamente dicha. ¿Será este papel organizar las cosas de modo que los individuos puedan disfrutar de ellas? En tal caso, gozar de la ciencia es tan importante como cualquier otra cosa.

No quisiera, empero, subestimar el valor de la concepción del mundo resultante del esfuerzo científico. Hemos sido llevados a imaginar toda suerte de cosas infinitamente más maravillosas que las visiones de los poetas y soñadores del pasado. Muestra que la imaginación de la naturaleza es mucho, muchísimo mayor que la imaginación del hombre. Por ejemplo, ¡cuánto más notable es que todos nos hallemos sujetos —la mitad de nosotros, cabeza abajo— por una misteriosa atracción a una bola que gira sobre sí misma; a una bola que ha estado rodando por el espacio durante miles de millones de años, que la metáfora de que somos llevados a lomos de un elefante sostenido por una tortuga que nada en un mar sin fondo!

Han sido tantas las veces que he pensado estas cosas en solitario, que confío en ser disculpado si les recuerdo este tipo de pensamiento, que estoy seguro que tantos de ustedes han tenido, más que nadie podría haber tenido en el pasado, porque no se tenía entonces la información que hoy tenemos sobre el mundo.

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

*He ahí las olas presurosas
montañas de moléculas cada una,
estúpidamente ocupada en lo suyo,
separadas por trillones y empero,
formando al unísono la blanca espuma.*

*Edades sobre edades,
antes que ojo alguno pudiera ver;
año tras año*

*golpeando atronadoras en la playa, como ahora.
¿Para quién? ¿Para qué?
En un planeta muerto
sin vida que entretener.*

*Jamás en reposo
torturadas por la energía
prodigiosamente derrochada por el Sol
a raudales vertida en el espacio.
Una pizca hace rugir al mar.*

*En lo profundo del mar
unas de otras
repiten las moléculas las pautas todas
hasta formar otras nuevas y más complejas.
Crean otras a ellas semejantes
y da comienzo así una nueva danza.*

*Y al crecer en tamaño y complejidad
seres vivos
masas de átomos
ADN, proteínas
que trazan una danza aún más intrincada*

*Salimos de la cuna,
pisando tierra firme
helos aquí plantados y erectos:
El valor de la ciencia
átomos provistos de consciencia;
materia dotada de curiosidad.*

Plantado frente al mar

*se pregunta por qué se pregunta:
Yo un universo de átomos
un átomo en el universo.*

La misma emoción, el mismo respetuoso temor, el mismo misterio vuelve a aparecer una y otra vez cuando miramos algo con suficiente profundidad. Y con el mayor conocimiento llega un misterio más profundo y maravilloso, que nos incita a penetrar en él más hondamente todavía. Sin sentir jamás el temor de que la respuesta puede resultar decepcionante, con placer y confianza damos la vuelta a cada nueva piedra que nos encontramos, descubriendo lo inimaginadamente extraño, que conduce a más maravillosas cuestiones y misterios iuna gran aventura, ciertamente!

Es cierto que son pocas las personas no científicas que experimentan este tipo particular de experiencia religiosa. Nuestros poetas no escriben sobre ella; nuestros pintores no tratan de plasmar esta cosa tan notable. No sé por qué. ¿Acaso a ninguno inspirará la imagen que del universo h o y tenemos? Este valor de la ciencia sigue sin ser cantado por los poetas; uno se ve reducido no a escuchar una canción o un poema, sino una lección vespertina sobre ella. Todavía no es la nuestra una edad científica.

Tal vez una de las razones de este silencio sea que es preciso saber leer su música. Por ejemplo, el artículo científico puede decir, «El contenido de fósforo radiactivo del cerebro de la rata decrece a la mitad en un periodo de dos semanas». Ahora bien, ¿qué significa tal cosa?

Significa que el fósforo que hay en el cerebro de la rata —y también en mi cerebro, y en el suyo— no es el mismo fósforo que había en él hace dos semanas. Significa que los átomos del cerebro están siendo reemplazados: los que antes se encontraban allí se han ido.

Observar que eso que yo llamo mi individualidad es tan sólo una configuración, una danza; eso es lo que lo significa el descubrimiento de lo que tardan los átomos del cerebro en ser reemplazados por otros átomos. Los átomos llegan a mi cerebro, danzan en él su danza y después se van —hay siempre nuevos átomos, pero danzan siempre la misma danza, recordando cómo era la danza de ayer.

Cuando leemos algo sobre este asunto en el periódico, dice: «Los científicos afirman que este descubrimiento puede ser un hito importante en la curación del cáncer.»

Al periódico tan sólo le interesa la utilidad de la idea, no la idea en sí misma. A duras penas puede nadie comprender la importancia de una idea, tan notable es. Salvo que, posiblemente, algunos niños puedan captarla. Y cuando un niño capta una idea como ésta, tenemos un científico. Ya es para ellos demasiado tarde captar ese espíritu tu cuando se encuentran en nuestras universidades; debemos pues explicar estas ideas a los niños.

Quisiera dirigir ahora mi atención a un tercer valor que tiene la ciencia. Es un poco menos directo, pero no mucho. El científico tiene una amplísima experiencia de ignorancia, de duda, de incertidumbre, y en mi opinión, tal experiencia de ignorancia, de duda, de incertidumbre, y en mi opinión, tal experiencia es de la mayor importancia. Cuando un científico desconoce la solución de un problema, es ignorante. Cuando tiene una corazonada sobre cuál va a ser el resultado, siente incertidumbre. Y aún cuando esté francamente seguro de cuál va a ser el resultado, todavía le queda alguna duda. Hemos descubierto que para poder progresar es de fundamental importancia saber reconocer nuestra ignorancia y dejar lugar a la duda. El conocimiento científico es un cuerpo de enunciados que tiene diversos grados de certidumbre. Algunos son sumamente inseguros, algunos casi seguros, pero ninguno es *absolutamente* cierto.

Ahora bien, nosotros los científicos estamos habituados a ello, y damos por hecho que es perfectamente consistente tener inseguridad, que es posible vivir y no saber. Aunque no sé si todos se dan cuenta de que esto que digo es cierto. Nuestra libertad de dudar nació de una lucha contra la autoridad en los primeros tiempos de la ciencia. Fue una lucha m u y profunda y vigorosa: se nos ha permitido cuestionar, dudar, no estar seguros. Me parece importante que no olvidemos esta lucha y perder quizás lo que hemos ganado. He aquí una responsabilidad social.

Nos entristecemos cuando pensamos en las maravillosas potencialidades que los seres humanos parecen tener y las contrastamos con lo diminuto de sus logros. Una y otra vez se ha pensado que podríamos hacerlo mucho mejor. Quienes vivieron tiempos pasados vieron en la pesadilla de sus tiempos un sueño para el futuro. Nosotros, que estamos en su futuro, vemos que sus sueños, rebasados en ciertos

aspectos, siguen siendo sueños en muchísimos otros. Las esperanzas para el futuro siguen siendo hoy, en buena parte, las mismas de ayer.

Se pensó en cierta ocasión que las posibilidades que tenían las personas no se habían desarrollado debido a la ignorancia. Con educación universal, ¿podrían todos los hombres ser Voltaire? Lo malo puede ser enseñado por lo menos tan eficientemente como lo bueno. La enseñanza es una fuerza muy poderosa, pero lo es tanto para lo bueno como para lo malo.

La comunicación entre las naciones habría de facilitar su entendimiento —así rezaba otro sueño. Pero las máquinas de comunicación pueden ser manipuladas. Lo que se comunica puede ser verdad o mentira. La comunicación es una fuerza poderosa, pero tanto lo es para lo bueno como para lo malo.

Las ciencias aplicadas deberían liberar al hombre de los problemas materiales, cuando menos. La medicina controla la enfermedad. Y aquí el registro parece ser enteramente para lo bueno. Empero, no faltan quienes trabajan pacientemente para crear grandes plagas y venenos, a utilizar en la guerra de la mañana.

A casi nadie le gusta la guerra. Nuestro sueño de hoy es la paz. En la paz es donde el hombre puede desarrollar mejor las enormes potencialidades que al parecer tiene.

Pero tal vez los hombres del futuro encuentren que también la paz puede ser buena y mala. Tal vez los hombres pacíficos se entreguen a la bebida, por aburrimiento. Tal vez entonces la bebida se convierta en el gran problema que parezca impedir al hombre lograr de sus facultades tanto como éste cree que debería.

Como es obvio, la paz es una gran fuerza, como lo son la sobriedad, el poder material, la comunicación, la educación, la honestidad y los ideales de muchos soñadores. Tenemos más de esas fuerzas a controlar que los antiguos. Y tal vez estemos haciéndolo un poco mejor de lo que la mayoría de ellos podían. Pero lo que deberíamos poder hacer se nos antoja gigantesco en comparación con lo confuso de nuestros logros.

¿Por qué es esto? ¿Por qué no podemos conquistarnos a nosotros mismos? Porque nos encontramos con que incluso las grandes fuerzas y facultades no parecen ir provistas de instrucciones claras sobre cómo utilizarlas. Por ejemplo, la gran comprensión acumulada en lo atinente al mundo físico solamente nos convence de

que tal conducta parece tener una especie de sinsentido. Las ciencias no enseñan directamente lo bueno y lo malo.

A través de todas las edades pasadas, la humanidad ha tratado de sondear el significado de la vida. Ha comprendido que de poder conferir a nuestras acciones alguna dirección o significado, se desencadenarían grandes fuerzas humanas. Y en consecuencia, muchísimas han sido las respuestas que se han dado al problema del significado de todo. Pero las respuestas han sido de toda clase de suertes, y los proponentes de una respuesta han contemplado con horror las acciones de los creyentes en otras; con horror, porque a resultas de una discordancia en el punto de vista todas las grandes potencialidades de la raza quedan canalizadas y confinadas en un callejón falso y sin salida. De hecho, ha sido a partir de la historia de las enormes monstruosidades creadas por las falsas creencias como los filósofos han comprendido las infinitas y maravillosas capacidades de los humanos. El sueño consiste ahora en descubrir el canal abierto.

¿Cuál es, entonces, el significado de todo ello? ¿Qué podemos decir para desvelar el misterio de la existencia?

Si tomamos todo en cuenta —no solamente lo que sabían los antiguos, sino todo lo que hoy sabemos que no conocían— me parece entonces que hemos de admitir francamente que *no lo sabemos*.

Pero hacer tal admisión, probablemente hayamos encontrado el canal abierto.

No es ésta una idea nueva; ésta es la idea de la era de la razón. Tal era la idea que guió a los hombres que crearon la democracia bajo la que hoy vivimos. La idea de que nadie sabía verdaderamente cómo se dirige un gobierno condujo a la idea de que se debería establecer un sistema mediante el cual las ideas nuevas pudieran ser desarrolladas, ensayadas y arrojadas por la borda en caso necesario; un sistema que permitiera introducir todavía más ideas nuevas; un sistema, en definitiva, basado en tanteos, en el ensayo y el error. Tal método sobrevino a resultas de que a fines del siglo XVIII la ciencia estaba empezando ya a mostrar que era empresa venturosa. Incluso en aquella época, a quienes reflexionaban en los fenómenos sociales le resultaba obvio que la apertura de posibilidades era una oportunidad que la duda y la discusión eran esenciales para progresar y penetrar en lo desconocido.

Si queremos resolver un problema jamás resuelto anteriormente, tenemos que dejar entreabierta la puerta a lo desconocido.

Nos encontramos en los comienzos mismos de la era de la raza humana. No es irrazonable que tengamos o que tropecemos con problemas. Pero hay decenas de miles de años en el futuro. Es responsabilidad nuestra hacer lo que podamos, aprender lo que podamos, mejorar las soluciones, y transmitir las a nuestros sucesores. Es responsabilidad nuestra dejar las manos libres a las gentes futuras. Hallándonos como estamos en la impetuosa juventud de la Humanidad, podemos cometer graves errores que paralicen nuestro crecimiento durante largo tiempo.

Y así sucederá si afirmamos tener ya las respuestas, cuando tan grande es nuestra juventud y nuestra ignorancia. Si suprimimos toda discusión, toda crítica, proclamando, «¡He aquí la respuesta, amigos míos; el Hombre está salvado!» condenaremos durante largo tiempo a la Humanidad, la encadenaremos a la autoridad, la confinaremos a los límites de nuestra imaginación presente. Ya se ha hecho antes muchas veces.

Es responsabilidad nuestra como científicos, sabedores del gran progreso que emana de una satisfactoria filosofía de la ignorancia, del gran progreso que es fruto de la libertad de pensamiento, proclamar el valor de esta libertad; enseñar que la duda no ha de ser temida, sino bienvenida y discutida, y exigir esta libertad como deber nuestro hacia todas las generaciones venideras.

F I N