

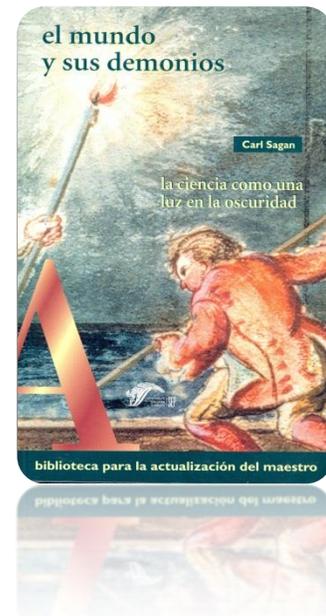
Ciencia y esperanza

Carl Sagan¹

Dos hombres llegaron a un agujero en el cielo. Uno le pidió al otro que le ayudara a subir...

Pero el cielo era tan bonito que el hombre que miraba por encima del margen lo olvidó todo, olvidó a su compañero al que había prometido ayudar y salió corriendo hacia todo el esplendor del cielo.

De un poema en prosa inuit iglulik de principios del siglo xx, contado por Inugpasugjuk a Knud Rasmussen, el explorador ártico de Groenlandia



Yo fui niño en una época de esperanza. Quise ser científico desde mis primeros días de escuela. El momento en que cristalizó mi deseo llegó cuando capté por primera vez que las estrellas eran soles poderosos, cuando constaté lo increíblemente lejos que debían de estar para aparecer como simples puntos de luz en el cielo. No estoy seguro de que entonces supiera siquiera el significado de la palabra «ciencia», pero de alguna manera quería sumergirme en toda su grandeza. Me llamaba la atención el esplendor del universo, me fascinaba la perspectiva de comprender cómo funcionan realmente las cosas, de ayudar a descubrir misterios profundos, de explorar nuevos mundos... quizá incluso literalmente. He tenido la suerte de haber podido realizar este sueño al menos en parte. Para mí, el romanticismo de la ciencia sigue siendo tan atractivo y nuevo como 10 fuera aquel día, hace más de medio siglo, que me enseñaron las maravillas de la Feria Mundial de 1939.

Popularizar la ciencia —intentar hacer accesibles sus métodos y descubrimientos a los no científicos— es algo que viene a continuación, de manera natural e inmediata. *No explicar la*

¹ En: *El mundo y sus demonios* (1998), México, SEP, pp. 41-58

ciencia me parece perverso. Cuando uno se enamora, quiere contarlo al mundo. Este libro es una declaración personal que refleja mi relación de amor de toda la vida con la ciencia.

Pero hay otra razón: la ciencia es más que un cuerpo de conocimiento, es una manera de pensar. Preveo cómo será la América de la época de mis hijos o nietos: Estados Unidos será una economía de servicio e información; casi todas las industrias manufactureras clave se habrán desplazado a otros países; los temibles poderes tecnológicos estarán en manos de unos pocos y nadie que represente el interés público se podrá acercar siquiera a los asuntos importantes; la gente habrá perdido la capacidad de establecer sus prioridades o de cuestionar con conocimiento a los que ejercen la autoridad; nosotros, aferrados a nuestros cristales y consultando nerviosos nuestros horóscopos, con las facultades críticas en declive, incapaces de discernir entre lo que nos hace sentir bien y lo que es cierto, nos iremos deslizando, casi sin darnos cuenta, en la superstición y la oscuridad.

La caída en la estupidez de Norteamérica se hace evidente principalmente en la lenta decadencia del contenido de los medios de comunicación, de enorme influencia, las cuñas de sonido de treinta segundos (ahora reducidas a diez o menos), la programación de nivel ínfimo, las crédulas presentaciones de pseudociencia y superstición, pero sobre todo en una especie de celebración de la ignorancia. En estos momentos, la película en vídeo que más se alquila en Estados Unidos es *Dumb and Dumber*. Beavis y Buttthead siguen siendo populares (e influyentes) entre los jóvenes espectadores de televisión. La moraleja más clara es que el estudio y el conocimiento —no sólo de la ciencia, sino de cualquier cosa— son prescindibles, incluso indeseables.

Hemos preparado una civilización global en la que los elementos más cruciales —el transporte, las comunicaciones y todas las demás industrias; la agricultura, la medicina, la educación, el ocio, la protección del medio ambiente, e incluso la institución democrática clave de las elecciones— dependen profundamente de la ciencia y la tecnología. También hemos dispuesto las cosas de modo que nadie entienda la ciencia y la tecnología. Eso es una garantía de desastre. Podríamos seguir así una temporada pero, antes o después, esta mezcla combustible de ignorancia y poder nos explotará en la cara.

Una vela en la oscuridad es el título de un libro valiente, con importante base bíblica, de Thomas Ady, publicado en Londres en 1656, que ataca la caza de brujas que se realizaba entonces como una patraña «para engañar a la gente». Cualquier enfermedad o tormenta, cualquier cosa fuera de lo ordinario, se atribuía popularmente a la brujería. Las brujas deben existir: Ady citaba el argumento de los «traficantes de brujas»: «¿cómo si no existirían, o llegarían a ocurrir esas cosas?» Durante gran parte de nuestra historia teníamos tanto miedo del mundo exterior, con sus peligros impredecibles, que nos abrazábamos con alegría a cualquier cosa que prometiera mitigar o explicar el terror. La ciencia es un intento, en gran medida logrado, de entender el mundo, de conseguir un control de las cosas, de alcanzar el dominio de nosotros mismos, de dirigirnos hacia un camino seguro. La microbiología y la meteorología explican ahora lo que hace sólo unos siglos se consideraba causa suficiente para quemar a una mujer en la hoguera.

Ady también advertía del peligro de que «las naciones perezcan por falta de conocimiento». La causa de la miseria humana evitable no suele ser tanto la estupidez como la ignorancia, particularmente la ignorancia de nosotros mismos. Me preocupa, especialmente ahora que se acerca el fin del milenio, que la pseudociencia y la superstición se hagan más tentadoras de año en año, el canto de sirena más sonoro y atractivo de la insensatez. ¿Dónde hemos oído eso antes? Siempre que afloran los prejuicios étnicos o nacionales, en tiempos de escasez, cuando se desafía a la autoestima o vigor nacional, cuando sufrimos por nuestro insignificante papel y significado cósmico o cuando hierve el fanatismo a nuestro alrededor, los hábitos de pensamiento familiares de épocas antiguas toman el control.

La llama de la vela parpadea. Tiembla su pequeña fuente de luz. Aumenta la oscuridad. Los demonios empiezan a agitarse.

- 0 -

Es mucho lo que la ciencia no entiende, quedan muchos misterios todavía por resolver. En un universo que abarca decenas de miles de millones de años luz y de unos diez o quince miles de millones de años de antigüedad, quizá siempre será así. Tropezamos constantemente con sorpresas. Sin embargo, algunos escritores y religiosos de la «Nueva Era» afirman que los científicos creen que «lo que ellos encuentran es todo lo que existe». Los científicos pueden rechazar revelaciones místicas de las que no hay más prueba que lo que dice alguien, pero es difícil que crean que su conocimiento de la naturaleza es completo.

La ciencia está lejos de ser un instrumento de conocimiento perfecto. Simplemente, es el mejor que tenemos. En este sentido, como en muchos otros, es como la democracia. La ciencia por sí misma no puede apoyar determinadas acciones humanas, pero sin duda puede iluminar las posibles consecuencias de acciones alternativas.

La manera de pensar científica es imaginativa y disciplinada al mismo tiempo. Ésta es la base de su éxito. La ciencia nos invita a aceptar los hechos, aunque no se adapten a nuestras ideas preconcebidas. Nos aconseja tener hipótesis alternativas en la cabeza y ver cuál se adapta mejor a los hechos. Nos insta a un delicado equilibrio entre una apertura sin barreras a las nuevas ideas, por muy heréticas que sean, y el escrutinio escéptico más riguroso: nuevas ideas y sabiduría tradicional. Esta manera de pensar también es una herramienta esencial para una democracia en una era de cambio.

Una de las razones del éxito de la ciencia es que tiene un mecanismo incorporado que corrige los errores en su propio seno. Quizá algunos consideren esta caracterización demasiado amplia pero, para mí, cada vez que ejercemos la autocrítica, cada vez que comprobamos nuestras ideas a la luz del mundo exterior, estamos haciendo ciencia. Cuando somos autoindulgentes y acrílicos, cuando confundimos las esperanzas con los hechos, caemos en la pseudociencia y la superstición.

Cada vez que un estudio científico presenta algunos datos, va acompañado de un margen de error: un recordatorio discreto pero insistente de que ningún conocimiento es completo o perfecto. Es una forma de medir la confianza que tenemos en lo que creemos saber. Si los márgenes de error son pequeños, la precisión de nuestro conocimiento empírico es alta; si son grandes, también lo es la incertidumbre de nuestro conocimiento. Excepto en matemática pura, nada se sabe seguro (aunque, con toda seguridad, mucho es falso).

Además, los científicos suelen ser muy cautos al establecer la condición verídica de sus intentos de entender el mundo —que van desde conjeturas e hipótesis, que son provisionales, hasta las leyes de la naturaleza, repetida y sistemáticamente confirmadas a través de muchos interrogantes acerca del funcionamiento del mundo. Pero ni siquiera las leyes de la naturaleza son absolutamente ciertas. Puede haber nuevas circunstancias nunca examinadas antes -sobre los agujeros negros, por ejemplo, o dentro del electrón, o acerca de la velocidad de la luz— en las que incluso nuestras loadas leyes de la naturaleza fallan y, por muy válidas que puedan ser en circunstancias ordinarias, necesitan corrección.

Los humanos podemos desear la certeza absoluta, aspirar a ella, pretender como hacen los miembros de algunas religiones que la hemos logrado. Pero la historia de la ciencia — sin duda la afirmación de conocimiento accesible a los humanos de mayor éxito— nos enseña que lo máximo que podemos esperar es, a través de una mejora sucesiva de nuestra comprensión, aprendiendo de nuestros errores, tener un enfoque asintótico del universo, pero con la seguridad de que la certeza absoluta siempre se nos escapará.

Siempre estaremos sujetos al error. Lo máximo que puede esperar cada generación es reducir un poco el margen de error y aumentar el cuerpo de datos al que se aplica. El margen de error es una autovaloración penetrante, visible, de la fiabilidad de nuestro conocimiento. Se puede ver a menudo el margen de error en encuestas de opinión pública («una inseguridad de más o menos tres por ciento», por ejemplo). Imaginemos una sociedad en la que todo discurso en el Parlamento, todo anuncio de televisión, todo sermón fuera acompañado de un margen de error o su equivalente.

Uno de los grandes mandamientos de la ciencia es: «Desconfía de los argumentos que proceden de la autoridad.» (Desde luego, los científicos, siendo primates y dados por tanto a las jerarquías de dominación, no siempre siguen este mandamiento.) Demasiados argumentos de este tipo han resultado ser dolorosamente erróneos. Las autoridades deben demostrar sus opiniones como todos los demás. Esta independencia de la ciencia, su reluctancia ocasional a aceptar la sabiduría convencional, la hace peligrosa para doctrinas menos autocríticas o con pretensiones de certidumbre.

Como la ciencia nos conduce a la comprensión de cómo es el mundo y no de cómo desearíamos que fuese, sus descubrimientos pueden no ser inmediatamente comprensibles o satisfactorios en todos los casos. Puede costar un poco de trabajo reestructurar nuestra mente. Parte de la ciencia es muy simple. Cuando se complica suele ser porque el mundo es complicado, o porque *nosotros somos* complicados. Cuando nos alejamos de ella porque parece demasiado difícil (o porque nos la han enseñado mal)

abandonamos la posibilidad de responsabilizarnos de nuestro futuro. Se nos priva de un derecho. Se erosiona la confianza en nosotros mismos.

Pero cuando atravesamos la barrera, cuando los descubrimientos y métodos de la ciencia llegan hasta nosotros, cuando entendemos y ponemos en uso este conocimiento, muchos de nosotros sentimos una satisfacción profunda. A todo el mundo le ocurre eso, pero especialmente a los niños, que nacen con afán de conocimiento, conscientes de que deben vivir en un futuro moldeado por la ciencia, pero a menudo convencidos en su adolescencia de que la ciencia no es para ellos. Sé por experiencia, tanto por habérmela explicado a mí como por mis intentos de explicarla a otros, lo gratificante que es cuando conseguimos entenderla, cuando los términos oscuros adquieren significado de golpe, cuando captamos de qué va todo, cuando se nos revelan profundas maravillas.

En su encuentro con la naturaleza, la ciencia provoca invariablemente reverencia y admiración. El mero hecho de entender algo es una celebración de la unión, la mezcla, aunque sea a escala muy modesta, con la magnificencia del cosmos. Y la construcción acumulativa de conocimiento en todo el mundo a lo largo del tiempo convierte a la ciencia en algo que no está muy lejos de un metapensamiento transnacional, transgeneracional.

«Espíritu» viene de la palabra latina «respirar». Lo que respiramos es aire, que es realmente materia, por sutil que sea. A pesar del uso en sentido contrario, la palabra «espiritual» no implica necesariamente que hablemos de algo distinto de la materia (incluyendo la materia de la que está hecho el cerebro), o de algo ajeno al reino de la ciencia. En ocasiones usaré la palabra con toda libertad. La ciencia no sólo es compatible con la espiritualidad sino que es una fuente de espiritualidad profunda. Cuando reconocemos nuestro lugar en una inmensidad de años luz y en el paso de las eras, cuando captamos la complicación, belleza y sutileza de la vida, la elevación de este sentimiento, la sensación combinada de regocijo y humildad, es sin duda espiritual. Así son nuestras emociones en presencia del gran arte, la música o la literatura, o ante los actos de altruismo y valentía ejemplar como los de Mohandas Gandhi o Martin Luther King, Jr. La idea de que la ciencia y la espiritualidad se excluyen mutuamente de algún modo presta un flaco servicio a ambas.

- 0 -

La ciencia puede ser difícil de entender. Puede desafiar creencias arraigadas. Cuando sus productos se ponen a disposición de políticos o industriales, puede conducir a las armas de destrucción masiva y a graves amenazas al entorno. Pero debe decirse una cosa a su favor: cumple su cometido.

No todas las ramas de la ciencia pueden presagiar el futuro —la paleontología, por ejemplo— pero muchas sí, y con una precisión asombrosa. Si uno quiere saber cuándo será el próximo eclipse de sol, puede preguntar a magos o místicos, pero le irá mucho mejor con los científicos. Le dirán dónde colocarse en la Tierra, para verlo, cuándo debe hacerlo y si será un eclipse parcial, total o anular. Pueden predecir rutinariamente un

eclipse solar, al minuto, con un milenio de anticipación. Una persona puede ir a ver a un brujo para que le quite el sortilegio que le provoca una anemia perniciosa, o puede tomar vitamina B₁₂. Si quiere salvar de la polio a su hijo, puede rezar o puede vacunarlo. Si le interesa saber el sexo de su hijo antes de nacer, puede consultar todo lo que quiera a los adivinos que se basan en el movimiento de la plomada (derecha-izquierda, un niño; adelante-atrás, una niña... o quizá al revés) pero, como promedio, acertarán sólo una de cada dos veces. Si quiere precisión (en este caso del noventa y nueve por ciento), pruebe la amniocentesis y las ecografías. Pruebe la ciencia.

Pensemos en cuántas religiones intentan justificarse con la profecía. Pensemos en cuánta gente confía en esas profecías, por vagas que sean, por irrealizables que sean, para fundamentar o apuntalar sus creencias. Pero ¿ha habido alguna religión con la precisión profética y la exactitud de la ciencia? No hay ninguna religión en el planeta que no ansíe una capacidad comparable —precisa y repetidamente demostrada ante escépticos redomados— para presagiar acontecimientos futuros. No hay otra institución humana que se acerque tanto.

¿Es todo eso adoración ante el altar de la ciencia? ¿Es reemplazar una fe por otra, igualmente arbitraria? Desde mi punto de vista, en absoluto. El éxito de la ciencia, directamente observado, es la razón por la que definiendo su uso. Si funcionara mejor otra cosa, la defendería. ¿Se aísla la ciencia de la crítica filosófica? ¿Se define a sí misma como poseedora de un monopolio de la «verdad»? Pensemos nuevamente en este eclipse futuro a miles de años vista. Comparemos todas las doctrinas que podamos, veamos qué predicciones hacen del futuro, cuáles son vagas y cuáles precisas, y qué doctrinas —cada una de ellas sujeta a la falibilidad humana— tienen mecanismos incorporados de corrección de errores. Tomemos nota del hecho que ninguna de ellas es perfecta. Luego tomemos la que razonablemente puede funcionar (en oposición a la que lo parece) mejor. Si hay diferentes doctrinas que son superiores en campos distintos e independientes, desde luego somos libres de elegir varias, pero no si se contradicen una a otra. Lejos de ser idolatría, es el medio a través del que podemos distinguir a los ídolos falsos de los auténticos.

Nuevamente, la razón por la que la ciencia funciona tan bien es en parte este mecanismo incorporado de corrección de errores. En la ciencia no hay preguntas prohibidas, no hay temas demasiado sensibles o delicados para ser explorados, no hay verdades sagradas. Esta apertura a nuevas ideas, combinada con el escrutinio más riguroso y escéptico de todas las ideas, selecciona el trigo de la cizaña. No importa lo inteligente, venerable o querido que sea uno. Debe demostrar sus ideas ante la crítica decidida y experta. Se valoran la diversidad y el debate. Se alienta la formulación de opiniones en disputa, sustantivamente y en profundidad.

El proceso de la ciencia puede parecer confuso y desordenado. En cierto modo lo es. Si uno examina la ciencia en su aspecto cotidiano, desde luego encuentra que los científicos ocupan toda la gama de emociones, personalidades y caracteres humanos. Pero hay una faceta realmente asombrosa para el observador externo, y es el nivel de crítica que se considera aceptable o incluso deseable. Los aprendices de científicos reciben mucho calor e

inspirado aliento de sus tutores. Pero el pobre licenciado, en su examen oral de doctorado, está sujeto a un mordaz fuego cruzado de preguntas de unos profesores que precisamente tienen el futuro del candidato en sus manos. Naturalmente, el doctorado se pone nervioso; ¿quién no? Ciertamente, se ha preparado para ello durante años. Pero entiende que, en este momento crítico, tiene que ser capaz de responder las minuciosas preguntas que le planteen los expertos. Así, cuando se prepara para defender su tesis, debe practicar un hábito de pensamiento muy útil: tiene que anticipar las preguntas, tiene que preguntarse: ¿en qué punto flaquea mi disertación? Será mejor que lo identifique yo antes que otros.

El científico participa en reuniones y discusiones. Se encuentra en coloquios universitarios en los que apenas el ponente lleva treinta segundos hablando cuando la audiencia le plantea preguntas y comentarios devastadores. Analiza las condiciones para entregar un artículo a una revista científica para su posible publicación, lo envía al editor y luego éste lo somete a árbitros anónimos cuya tarea es preguntarse: ¿Lo que ha hecho el autor es una estupidez? ¿Hay algo aquí lo bastante interesante para ser publicado? ¿Cuáles son las deficiencias de este estudio? Los resultados principales ¿han sido encontrados por alguien más? ¿El argumento es adecuado, o el autor debería someter el informe de nuevo después de demostrar realmente lo que aquí es sólo una especulación? Y es anónimo: el autor no sabe quiénes son los críticos. Ésta es la práctica diaria de la comunidad científica.

¿Por qué soportamos todo eso? ¿Nos gusta que nos critiquen? No, a ningún científico le gusta. Todo científico siente un afecto de propietario por sus ideas y descubrimientos. Con todo, no replicamos a los críticos: espera un momento, de verdad que es buena idea, me gusta mucho, no te hace ningún daño, por favor, déjala en paz. En lugar de eso, la norma dura pero justa es que si las ideas no funcionan, debemos descartarlas. No gastes neuronas en lo que no funciona. Dedicar esas neuronas a ideas nuevas que expliquen mejor los datos. El físico británico Michael Faraday advirtió de la poderosa tentación

de buscar las pruebas y apariencias que están a favor de nuestros deseos y desatender las que se oponen a ellos ... Recibimos como favorable lo que concuerda con [nosotros], nos resistimos con desagrado a lo que se nos opone; mientras todo dictado del sentido común requiere exactamente lo contrario.

Las críticas válidas te hacen un favor.

Hay gente que considera arrogante a la ciencia, especialmente cuando pretende contradecir creencias arraigadas o cuando introduce conceptos extraños que parecen contrarios al sentido común. Como un terremoto que sacude nuestra fe en el terreno donde nos hallamos, desafiar nuestras creencias tradicionales, zarandear las doctrinas en las que hemos confiado, puede ser profundamente perturbador. Sin embargo, mantengo que la ciencia es parte integrante de la humildad. Los científicos no pretenden imponer sus necesidades y deseos a la naturaleza, sino que humildemente la interrogan y se toman en serio lo que encuentran. Somos conscientes de que científicos venerados se han equivocado. Entendemos la imperfección humana. Insistimos en la verificación independiente —hasta donde sea posible— y cuantitativa de los principios de creencia

que se proponen. Constantemente estamos clavando el aguijón, desafiando, buscando contradicciones o pequeños errores persistentes, residuales, proponiendo explicaciones alternativas, alentando la herejía. Damos nuestras mayores recompensas a los que refutan convincentemente creencias establecidas.

Aquí va uno de los muchos ejemplos: las leyes de movimiento y la ley de cuadrado inverso de gravitación asociadas con el nombre de Isaac Newton están consideradas con razón entre los máximos logros de la especie humana. Trescientos años después, utilizamos la dinámica newtoniana para predecir los eclipses. Años después del lanzamiento, a miles de millones de kilómetros de la Tierra (con sólo pequeñas correcciones de Einstein), la nave espacial llega de manera magnífica a un punto predeterminado en la órbita del objetivo mientras el mundo va moviéndose lentamente. La precisión es asombrosa. Sencillamente, Newton sabía lo que hacía.

Pero los científicos no se han conformado con dejarlo como estaba. Han buscado con persistencia grietas en la armadura newtoniana. A grandes velocidades y fuertes gravedades, la física newtoniana se derrumba. Éste es uno de los grandes descubrimientos de la relatividad especial y general de Albert Einstein y una de las razones por las que se honra de tal modo su memoria. La física newtoniana es válida en un amplio espectro de condiciones, incluyendo las de la vida cotidiana. Pero, en ciertas circunstancias altamente inusuales para los seres humanos —al fin y al cabo, no tenemos el hábito de viajar a velocidad cercana a la de la luz— simplemente no da la respuesta correcta; no es acorde con las observaciones de la naturaleza. La relatividad especial y general son indistinguibles de la física newtoniana en su campo de validez, pero hacen predicciones muy diferentes —predicciones en excelente acuerdo con la observación— en esos otros regímenes (alta velocidad; fuerte gravedad). La física newtoniana resulta ser una aproximación a la verdad, buena en circunstancias con las que tenemos una familiaridad rutinaria, mala en otras. Es un logro espléndido y justamente celebrado de la mente humana, pero tiene sus limitaciones.

Sin embargo, de acuerdo con nuestra comprensión de la falibilidad humana, teniendo en cuenta la advertencia de que podemos acercarnos asintóticamente a la verdad pero nunca alcanzarla del todo, los científicos están investigando hoy regímenes en los que pueda fallar la relatividad general. Por ejemplo, la relatividad general predice un fenómeno asombroso llamado ondas gravitacionales. Nunca se han detectado directamente. Pero, si no existen, hay algo fundamentalmente erróneo en la relatividad general. Los púlsares son estrellas de neutrones que giran rápidamente, cuyos períodos de giro pueden medirse ahora con una precisión de hasta quince decimales. Se predice que dos púlsares muy densos en órbita uno alrededor del otro irradian cantidades copiosas de ondas gravitacionales... que con el tiempo alterarán ligeramente las órbitas y los períodos de rotación de las dos estrellas. Joseph Taylor y Russell Hulse, de la Universidad de Princeton, han usado este método para comprobar las predicciones de la relatividad general de un modo totalmente nuevo. Según sus hipótesis, los resultados serían inconsistentes con la relatividad general y habrían derribado uno de los pilares principales de la física moderna. No sólo estaban dispuestos a desafiar la relatividad general, sino que se los animó a

hacerlo con entusiasmo. Al final, la observación de púlsares binarios da una verificación precisa de las predicciones de la relatividad general y, por ello, Taylor y Hulse recibieron conjuntamente el Premio Nobel de Física en 1993. De modos diversos, otros muchos físicos ponen a prueba la relatividad general: por ejemplo intentando detectar directamente las elusivas ondas gravitacionales. Confían en forzar la teoría hasta el punto de ruptura y descubrir si existe un régimen de la naturaleza en el que empiece a no ser sólido el gran avance de comprensión de Einstein.

Esos esfuerzos continuarán siempre que haya científicos. La relatividad general es ciertamente una descripción inadecuada de la naturaleza a nivel cuántico, pero, aunque no fuera así, aunque la relatividad general fuera válida en todas partes y para siempre, ¿qué mejor manera de convencernos de su validez que con un esfuerzo concertado para descubrir sus errores y limitaciones?

Ésta es una de las razones por las que las religiones organizadas no me inspiran confianza. ¿Qué líderes de las religiones principales reconocen que sus creencias podrían ser incompletas o erróneas y establecen institutos para desvelar posibles deficiencias doctrinales? Más allá de la prueba de la vida cotidiana, ¿quién comprueba sistemáticamente las circunstancias en que las enseñanzas religiosas tradicionales pueden no ser ya aplicables? (Sin duda es concebible que doctrinas y éticas que funcionaron bastante bien en tiempos patriarcales, patrísticos o medievales puedan carecer absolutamente de valor en el mundo tan diferente que habitamos.) ¿En qué sermón se examina imparcialmente la hipótesis de Dios? ¿Qué recompensas conceden a los escépticos religiosos las religiones establecidas... o a los escépticos sociales y económicos la sociedad en la que navegan?

La ciencia, apunta Ann Druyan, siempre nos está susurrando al oído: «Recuerda que eres nuevo en esto. Podrías estar equivocado. Te has equivocado antes.» A pesar de toda la prédica sobre la humildad, me gustaría que me enseñasen algo comparable en la religión. Se dice que las Escrituras son de inspiración divina, una frase con muchos significados. Pero ¿y si han sido fabricadas simplemente por humanos falibles? Se da testimonio de milagros, pero ¿y si en lugar de eso son una mezcla de charlatanería, estados de conciencia poco familiares, malas interpretaciones de fenómenos naturales y enfermedades mentales? No me parece que ninguna religión contemporánea y ninguna creencia de la «Nueva Era» tenga en cuenta suficientemente la grandeza, magnificencia, sutileza y complicación del universo revelado por la ciencia. El hecho de que en las Escrituras se hallen prefigurados tan pocos descubrimientos de la ciencia moderna aporta mayores dudas a mi mente sobre la inspiración divina.

Pero, sin duda, podría estar equivocado.

Vale la pena leer los dos párrafos que siguen, no para entender la ciencia que describen sino para captar el estilo de pensamiento del autor. Se enfrenta a anomalías, paradojas aparentes en física; «asimetrías», las llama. ¿Qué podemos aprender de ellas?

Es sabido que la electrodinámica de Maxwell —tal y como se entiende actualmente— conduce a asimetrías que no parecen inherentes a los fenómenos, cuando se aplica a cuerpos en movimiento. Tómese, por ejemplo, la acción electromagnética dinámica recíproca entre un imán y un conductor. El fenómeno que aquí se observa depende únicamente del movimiento relativo entre el conductor y el imán, mientras que la visión habitual establece una bien definida distinción entre los dos casos en que uno u otro de esos cuerpos está en movimiento. Ya que si el imán está en movimiento y el conductor en reposo, aparece en los alrededores del imán un campo eléctrico con una cierta energía definida, que produce una corriente en aquellos lugares donde se sitúan partes del conductor. Pero si el imán está estacionario y el conductor en movimiento, no surge ningún campo eléctrico en los alrededores del imán. Sin embargo, en el conductor encontramos una fuerza electromotriz, para la que no existe la energía correspondiente, pero que da lugar —suponiendo que el movimiento relativo sea el mismo en los dos casos discutidos— a corrientes eléctricas de la misma dirección e intensidad que las producidas por las fuerzas eléctricas en el caso anterior.

Ejemplos de este tipo, junto a los intentos que sin éxito se han realizado para descubrir cualquier movimiento de la Tierra con respecto al «éter», sugieren que los fenómenos de la electrodinámica lo mismo que los de la mecánica no poseen propiedades que corresponden a la idea del reposo absoluto. Más bien sugieren que, como se ha demostrado en el primer orden de pequeñas cantidades, serán válidas las mismas leyes de electrodinámica y óptica para todos los marcos de referencia en que sean aplicables las ecuaciones de mecánica.

¿Qué intenta decirnos aquí el autor? Más adelante trataré de explicar los antecedentes. De momento, quizá podemos reconocer que el lenguaje es ahorrativo, cauto, claro y sin un ápice más de complicación que la necesaria. No es posible adivinar a primera vista por la redacción (o por el poco ostentoso título: «Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento») que este artículo representa la llegada crucial al mundo de la teoría de la relatividad especial, la puerta del anuncio triunfante de la equivalencia de masa y energía, la reducción de la presunción de que nuestro pequeño mundo ocupa algún «marco de referencia privilegiado» en el universo, y en varios aspectos diferentes un acontecimiento que marca una época en la historia humana. Las palabras que abren el artículo de 1905 de Einstein son características del informe científico. Su aire desinteresado, su circunspección y modestia son agradables. Contrastemos su tono contenido, por ejemplo, con los productos de la publicidad moderna, discursos políticos, pronunciamientos teológicos autorizados... o, por qué no, con la propaganda de la solapa de este libro.

Nótese que el informe de Einstein empieza intentando extraer un sentido de unos resultados experimentales. Siempre que sea posible, los científicos experimentan. Los experimentos que se proponen dependen a menudo de las teorías que prevalecen en el momento. Los científicos están decididos a comprobar esas teorías hasta el punto de ruptura. No confían en lo que es intuitivamente obvio. Que la Tierra era plana fue obvio en un tiempo. Fue obvio que los cuerpos pesados caían más de prisa que los ligeros. Fue obvio que algunas personas eran esclavas por naturaleza y por decreto divino. Fue obvio que las sanguijuelas curaban la mayoría de las enfermedades. Fue obvio que existía un lugar que ocupaba el centro del universo, y que la Tierra se encontraba en ese lugar privilegiado. Fue obvio que hubo un sistema de referencia en reposo absoluto. La verdad puede ser confusa o contraria a la intuición. Puede contradecir creencias profundas. Experimentando, llegamos a controlarlas.

Hace muchas décadas, en una cena, se pidió al físico Robert W. Wood que respondiera al brindis: «Por la física y la metafísica.» Por «metafísica» se entendía entonces algo así como la filosofía, o verdades que uno puede reconocer sólo pensando en ellas. También podían haber incluido la pseudociencia.

Wood respondió aproximadamente de esta guisa: El físico tiene una idea. Cuanto más piensa en ella, más sentido le parece que tiene. Consulta la literatura científica. Cuanto más lee, más prometedora le parece la idea. Con esta preparación va al laboratorio y concibe un experimento para comprobarlo. El experimento es trabajoso. Se comprueban muchas posibilidades. Se afina la precisión de la medición, se reducen los márgenes de error. Deja que los casos sigan su curso. Se concentra sólo en lo que le enseña el experimento. Al final de todo su trabajo, después de una minuciosa experimentación, se encuentra con que la idea no tiene valor. Así, el físico la descarta, libera su mente de la confusión del error y pasa a otra cosa.²

La diferencia entre física y metafísica, concluyó Wood mientras levantaba su vaso, no es que los practicantes de una sean más inteligentes que los de la otra. La diferencia es que la metafísica no tiene laboratorio.

- 0 -

Para mí, hay cuatro razones principales para realizar un esfuerzo concertado que acerque la ciencia —por radio, televisión, cine, periódicos, libros, programas de ordenador, parques temáticos y aulas de clase— a todos los ciudadanos. En todos los usos de la ciencia es insuficiente —y ciertamente peligroso— producir sólo un sacerdocio pequeño, altamente competente y bien recompensado de profesionales. Al contrario, debe hacerse accesible a la más amplia escala una comprensión fundamental de los descubrimientos y métodos de la ciencia.

² Como lo expresó el físico Benjamín Franklin: «En el curso de esos experimentos, ¡cuántos bellos sistemas construimos que pronto nos vemos obligados a destruir!». Al menos, pensaba Franklin, la experiencia bastaba para «ayudar a hacer un hombre humilde de un vanidoso».

- A pesar de las abundantes oportunidades de mal uso, la ciencia puede ser el camino dorado para que las naciones en vías de desarrollo salgan de la pobreza y el atraso. Hace funcionar las economías nacionales y la civilización global. Muchas naciones lo entienden. Ésa es la razón por la que tantos licenciados en ciencia e ingeniería de las universidades norteamericanas —todavía las mejores del mundo— son de otros países. El corolario, que a veces no se llega a captar en Estados Unidos, es que abandonar la ciencia es el camino de regreso a la pobreza y el atraso.

- La ciencia nos alerta de los riesgos que plantean las tecnologías que alteran el mundo, especialmente para el medio ambiente global del que dependen nuestras vidas. La ciencia proporciona un esencial sistema de alarma.

- La ciencia nos enseña los aspectos más profundos de orígenes, naturalezas y destinos: de nuestra especie, de la vida, de nuestro planeta, del universo. Por primera vez en la historia de la humanidad, podemos garantizar una comprensión real de algunos de esos aspectos. Todas las culturas de la Tierra han trabajado estos temas y valorado su importancia. A todos se nos pone la carne de gallina cuando abordamos estas grandes cuestiones. A la larga, el mayor don de la ciencia puede ser enseñarnos algo, de un modo que ningún otro empeño ha sido capaz de hacer, sobre nuestro contexto cósmico, sobre dónde, cuándo y quiénes somos.

- Los valores de la ciencia y los valores de la democracia son concordantes, en muchos casos indistinguibles. La ciencia y la democracia empezaron —en sus encarnaciones civilizadas— en el mismo tiempo y lugar, en los siglos VII Y VI a. J.C. en Grecia. La ciencia confiere poder a todo aquel que se tome la molestia de estudiarla (aunque sistemáticamente se ha impedido a demasiados). La ciencia prospera con el libre intercambio de ideas, y ciertamente lo requiere; sus valores son antitéticos al secreto. La ciencia no posee posiciones ventajosas o privilegios especiales. Tanto la ciencia como la democracia alientan opiniones poco convencionales y un vivo debate. Ambas exigen raciocinio suficiente, argumentos coherentes, niveles rigurosos de prueba y honestidad. La ciencia es una manera de ponerles las cartas boca arriba a los que se las dan de concedores. Es un bastión contra el misticismo, contra la superstición, contra la religión aplicada erróneamente. Si somos fieles a sus valores, nos puede decir cuándo nos están engañando. Nos proporciona medios para la corrección de nuestros errores. Cuanto más extendido esté su lenguaje, normas y métodos, más posibilidades tenemos de conservar lo que Thomas Jefferson y sus colegas tenían en mente. Pero los productos de la ciencia también pueden subvertir la democracia más de lo que pueda haber soñado jamás cualquier demagogo preindustrial.

Para encontrar una brizna de verdad ocasional flotando en un gran océano de confusión y engaño se necesita atención, dedicación y valentía. Pero si no ejercitamos esos duros hábitos de pensamiento, no podemos esperar resolver los problemas realmente graves a los que nos enfrentamos... y corremos el riesgo de convertirnos en una nación de ingenuos, un mundo de niños a disposición del primer charlatán que nos pase por delante.

Un ser extraterrestre recién llegado a la Tierra —si hiciera un examen de lo que presentamos principalmente a nuestros hijos en televisión, radio, cine, periódicos, revistas, cómics y muchos libros— podría llegar fácilmente a la conclusión de que queremos enseñarles asesinatos, violaciones, crueldad, superstición, credulidad y consumismo. Insistimos en ello y, a fuerza de repetición, por fin muchos de ellos quizá aprendan. ¿Qué tipo de sociedad podríamos crear si, en lugar de eso, les inculcáramos la ciencia y un soplo de esperanza?