

## *Resbalando con Einstein*

MIGUEL ESCUDERO \*

**E**instein fue primogénito como Newton y Freud, y cuando nació, Husserl estaba a punto de cumplir los veinte años de edad.

Einstein estuvo en trance de matarse cuando tenía dieciséis años. Fue en los Alpes suizos, estaba de excursión con el colegio e iba con zapatos de calle, queriendo coger una flor, perdió el equilibrio y cayó dando tumbos. Su compañero de clase Adolf Fisch extendió su bastón de escalada y logró que Albert se asiera a él, frenando su caída libre. Ahora conmemoramos los 50 años de su fallecimiento y celebramos los 100 de la publicación de cuatro artículos en la revista *Annalen der Physik*, decisivos en dar paso a la teoría de la relatividad. En 1905 tenía veintiséis años, una edad especialmente fecunda, según Ortega, para el pensamiento, como también según él lo son los cincuenta y dos. En ese año se doctoró en física por la universidad de Zurich, desde 1900 tenía nacionalidad suiza y trabajaba de lunes a sábado en una oficina de patentes de Berna; un trabajo rutinario, desprendido del corazón.

De Einstein se ha dicho que tuvo un desarrollo *raro* y una educación

heterodoxa. Sacaba notas normales y pasaba por arrogante. Una persona lista y engreída que leía libros a su aire. Algunos de sus compañeros tuvieron unos inicios de carrera mucho más brillantes, es el caso, entre otros, de Marcel Grossman. Pero él se convertiría en el científico más grande del siglo, esto es, en el símbolo que conmovería a los *no colegas*, el resto de la humanidad, con una cuestión académica, haciéndose leyenda. Einstein, quien fuera un muchacho solitario y soñador, que no encontraba fácilmente amigos y que a duras penas respetaba las reputaciones, llegó a ser popularísimo modelo de genio excéntrico que sacaba la lengua a los fotógrafos y paseaba a veces con zapatos sin calcetines. Siguiendo una tradición científica, Einstein podía decir que dejaba para sastres y zapateros el sentido de la elegancia. Pero, no obstante, empleaba el concepto de hermosura. Así, afirmó que el *destino más hermoso* de una teoría física es el de señalar el camino para que se establezca otra más amplia, “en cuyo seno pervive como caso límite”. Y lo que hay que pedir de una teoría física es “que produzca predicciones de acuerdo con los resultados experimentales”. Esta prolongación integradora y correctora nos

\* Profesor titular de Matemática Aplicada de la Universidad Politécnica de Barcelona.

introduce en una infinita relación de pertenencia.

Dava Sobel, la autora de *La longitud*, ha recogido en otro lugar este párrafo de Einstein: “Las afirmaciones a las que se llega simplemente mediante el razonamiento lógico están vacías de realidad por completo. Galileo es el padre de la física moderna —incluso de la ciencia moderna en su conjunto— justamente porque se dio cuenta de esto e hizo que quedara grabado en el dominio de la ciencia”.

En 1897 (un año antes de que Marie Curie acuñase el término de “radiactividad” para designar la emisión de partículas), Joseph John Thomson, un físico británico de unos cuarenta años, descubrió una partícula mil veces más ligera que el hidrógeno y obtuvo la relación que guardaban su masa y su carga eléctrica. Recibió el nombre de electrón (*ámbar* en griego, una resina que es un plástico natural), un nombre reservado unos años antes por el físico irlandés George Stoney. La partícula subatómica se intuía, pero no estaba aún determinada. Faraday, muerto en 1867, había marcado la senda hacia la fuente de la fuerza electromagnética. (Digamos entre paréntesis que George Thomson, el hijo de JJ, recibió el Nobel de física en 1937, al mostrar la naturaleza ondulatoria del electrón probando la dualidad onda-corpúsculo; su padre también había obtenido ese premio en 1906, el año en que murió Pierre Curie.)

De todos modos, siempre hay personalidades relevantes que el estamento científico de la época menosprecia en algún momento. Es el caso de Thomas Young (1773-1829), el médico que describió y midió el astigmatismo. Era experto en óptica y en jeroglíficos egipcios y colaboró en descifrar la piedra Rosetta. Con 26 años sugirió que la luz consistía en ondas y no en partículas y que los colores de la luz consisten en las diferentes frecuencias de su vibración. Pero la Royal Society of London rechazó “las frágiles elucubraciones de su autor, en las que

sin éxito hemos buscado algunas trazas de conocimiento, de agudeza y de ingenio”. Por cierto que Young introdujo el término físico de “energía” como  $mv^2$ .

Una nueva empresa *alquímica* buscaba hacerse con el secreto de cómo convertir la materia en energía. Desde Einstein sabemos que materia y energía son equivalentes, y que una puede transformarse en la otra; un descubrimiento que ha marcado época. En ese camino, el primer golpe de efecto fue prescindir de la noción de tiempo absoluto, algo que contrariaba el hábito del sentido común. El gran matemático Henri Poincaré iba en la buena dirección cuando escribió que “no tenemos intuición directa de la noción de simultaneidad de sucesos que ocurren en lugares distintos”, pero utilizaba aún la noción del éter. Éste era intuido como el soporte que permitía a la luz —un transporte de energía— trasladarse en el espacio. El éter, pues, era una necesidad para que la luz de las estrellas llegase hasta la Tierra. Todavía en 1881, Michelson y Morley buscaban localizar el que parecía indetectable éter, pero se encontraron con que la velocidad de propagación de la luz no era influida por el movimiento de la Tierra, y por eso hubo que abandonar aquella hipótesis.

Basándose en los eclipses de las lunas o satélites de Júpiter, Ole Römer (1644-1710) —un aficionado a la astronomía y una peluca a lo Leibniz (1646-1716)— había calculado en 1675 que la velocidad de la luz era de unos 200.000 kms/s. (Römer llegó a ser más tarde —no sé en qué orden— inspector de carreteras, alcalde de Copenhague, prefecto de policía y vino a desempeñar un cargo equivalente al de juez del Tribunal Supremo). Hoy día, está establecido que en el vacío es 299.792, 458 kms/s., lo que se redondea en 300.000 kms/s.

Einstein señaló que “la velocidad de la luz en el vacío es la misma para todos los observadores, y que ningún sistema de referencia es de por sí privilegiado de cualquier otro”, se trataba pues de un invariante, una constante de la

naturaleza. Así pues, la realidad (“aquello con que me encuentro, y tal como lo encuentro”, en palabras de Julián Marías) es *relativa*, por sus infinitos ángulos de perspectiva, aunque *absoluto* y rotundo pueda ser nuestro conocimiento. A este propósito, Ortega afirmó de Einstein que “su física no es relativa, sino relativista, y merced a su relativismo consigue una significación absoluta”.

Ramón de Campoamor (1817-1901) — de quien Joan Maragall dijo que era “el poeta de más sustancia de la España del siglo XIX. Queremos decir que es el que ha tenido un sentimiento más completo de la realidad poética de la vida y expresión más propia y luminosa en ella”— tiene un popular estribillo en su poema Las dos linternas de las Doloras: “Y es que en el mundo traidor,/ nada hay verdad ni mentira:/ todo es según el color/ del cristal con que se mira”. A esa idea vulgarizada ha quedado reducida, para muchos, el significado de la teoría de la relatividad. Cabe decir que esta expresión no es debida a Einstein, sino a Planck y otros en 1906. Minkowski, quien fuera profesor de Einstein en Zurich, se refería en 1908, un año antes de morir por un ataque de apendicitis, a los postulados invariantes de Einstein. Éste hubiera preferido que el nombre de sus ideas físicas, contrastadas por infinitos experimentos, fuera el de Teoría de los Invariantes, pero aquella primera etiqueta quedó demasiado adherida para ser desplazada.

En 1929, Einstein denunciaba que “el significado de la relatividad se ha solido malinterpretar. Los filósofos juegan con la palabrita como un bebé como un muñeco (...) Lo que no significa de ningún modo es que todo en la vida sea relativo”. Así le reiteró a un historiador del arte, que vinculaba el cubismo con su teoría, que: “Se ha comprendido incorrectamente la esencia de la teoría de la relatividad (...). Esa teoría dice únicamente que (...) la forma de las leyes generales no depende de la elección del sistema de coordenadas. Esa exigencia lógica, sin embargo, no tiene nada que

ver con la forma en que se presenta un caso específico aislado. Para su representación no se necesita una multiplicidad de sistemas de coordenadas, sino que basta y sobra describirlo matemáticamente en relación con un sistema de coordenadas determinado.

“En el caso de las pinturas de Picasso la cosa es muy diferente (...). Ese nuevo ‘lenguaje’ artístico no tiene nada en común con la Teoría de la Relatividad”.

La física suponía, antes de esta teoría, que el significado de los datos temporales era absoluto, es decir, independiente del estado de movimiento del cuerpo de referencia. Dejemos ahora que sea el propio físico alemán quien se explique: “No podemos atribuir una significación absoluta al concepto de simultaneidad; dos sucesos que, vistos desde un sistema dado de coordenadas, son simultáneos, no pueden ser considerados como sucesos simultáneos al contemplarlos desde un sistema que se halle en movimiento con respecto al primero”. Y con un ejemplo entra en detalles, hay que *leerlos sin resbalar* por entre ellos:

“Un rayo ha caído en dos lugares muy distantes A y B de la vía. Yo añado la afirmación de que ambos impactos han ocurrido *simultáneamente*. Si ahora te pregunto, querido lector, si esta afirmación tiene o no sentido, me contestarás con un ‘sí’ contundente. Pero si luego te importuno con el ruego de que me expliques con más precisión ese sentido, advertirás tras cierta reflexión que la respuesta no es tan sencilla como parece a primera vista”. “Para el físico no existe el concepto mientras no se brinde la posibilidad de averiguar en un caso concreto si es verdadero o no. Hace falta, por tanto, una definición de simultaneidad que proporcione el método para decidir de modo experimental en el caso presente si los dos rayos han caído simultáneamente o no”. Y agrega a continuación: “Mientras no se cumpla este requisito, me estaré entregando como físico (¡y también como no físico!) a

la ilusión de creer que puedo dar sentido a esa afirmación de la simultaneidad. (No sigas leyendo, querido lector, hasta concederme esto plenamente convencido)”.

Así pues, se requiere tratar con “sistemas inerciales”, esto es, sistemas en movimiento uniforme, y por tanto no acelerado. El criterio es que la simultaneidad de dos sucesos determinados respecto a un sistema inercial implica su simultaneidad con respecto a todos los sistemas inerciales. (Nótese que esta equivalencia física de los sistemas inerciales manifiesta lo insostenible de la hipótesis del éter en reposo, pues entonces habría un sistema privilegiado.)

La adscripción de un espacio tetradimensional, considerando el tiempo, fue una aportación del ya mencionado Hermann Minkowski (1864-1909). Los padres de este geómetra ruso (actualmente su cuna está en Lituania) eran alemanes. En 1907 declaró la conveniencia de considerar espacios no euclídeos en la teoría einsteniana. Valga saber que su hermano Oskar, seis años mayor, fue un brillante médico, profesor de universidad e investigador (dio su nombre a un método de observación del riñón por dilatación del colon; al extirpar el páncreas a un perro comprobó que esa operación provocaba diabetes, así dedujo que el páncreas segrega alguna sustancia “antidiabética”, una proteína que el fisiólogo canadiense Banting descubriría años más tarde: la insulina). Siempre hay que estar dispuesto a un grado de audacia y de imaginación, ellas nos podrán suministrar intuiciones. De este modo y con infinita paciencia y flexibilidad, podremos observar e interpretar con mejor tino el tren de la vida que nos trajina de aquí para allá. Ahora bien, siempre hace falta un empujoncito para arrancar, una fuente de energía activadora. Así, Hermann Einstein, el padre de Albert, seguido por esta convicción y por su amor filial se dirigió por carta en abril de 1901 (cuatro años antes de los célebres artículos) al

profesor Ostwald de la universidad de Leipzig en los siguientes términos:

“Estimado S. Profesor:

”Perdone, por favor, a un padre tan atrevido como para dirigirse a usted en interés de su hijo.

”Comenzaré diciéndole que mi hijo Albert tiene veintidós años, que (...) se siente profundamente desgraciado por su actual falta de empleo, y que cada día que pasa se reafirma en la idea de que se ha extraviado en su carrera quedando al margen del acontecer científico. Además, se atormenta pensando que es una carga para nosotros, gente de medios modestos (...).

”Me he tomado la libertad de dirigirme a usted con este humilde requerimiento de (...) que le escriba, si es posible, unas palabras de aliento, a fin de que recobre su alegría de vivir y de trabajar.

”Si, además, pudiera usted proporcionarle un puesto de ayudante, ya sea para ahora mismo o para el próximo otoño, mi agradecimiento no tendría límites (...).

”Me tomo también la libertad de mencionar que mi hijo no sabe nada en absoluto de esta iniciativa poco acostumbrada.

”Quedo a su disposición, estimado Sr. Profesor, saludándolo respetuosamente”.

David Bodanis, de quien he tomado el texto, refiere que no se recibió ninguna respuesta del profesor Ostwald.

Un tiempo que madura su tiempo. “Lo que antes sucediera, pero apenas fue sentido”, escribió Heidegger a propósito de la poesía de Hölderlin. Para este filósofo alemán “el presentimiento piensa hacia delante, hacia lo lejano, que no se aleja, sino por el contrario está viniendo”. Einstein recibiría el premio Nobel de física veinte años después de esa carta de su padre. Como es sabido, no fue por la teoría de la relatividad, sino por su

explicación del efecto fotoeléctrico (irradiando ciertos metales con luz de alta energía, se excita a los electrones, los cuales absorben energía y con ello saltan de nivel; al retirar la radiación se desprenden de la energía absorbida y emiten fotones).

Estamos constituidos con límites, tanto superiores como inferiores. Cuando se dice que  $-273^{\circ}$  C (al margen de decimales,  $273^{\circ}$  C bajo cero) es “el cero absoluto de las temperaturas”, se señala que las partículas que componen una sustancia concreta dejan totalmente de vibrar a partir de dicha temperatura. La velocidad del sonido en el aire es de unos 340 ms/s. (casi “un millón” de veces inferior a la de la luz en el vacío, que se redondea en 300.000 kms/s). Nótese que el sonido necesita de un éter, el aire, pero la luz no (las ondas luminosas vendrían a ser almas sin cuerpos). El sonido requiere un medio material y por tanto hay un sistema privilegiado, en el cual está en reposo ese medio, el aire.

Hay aviones que pueden llegar a romper la barrera del sonido, pero no la de la luz. Puestos a soñar, supongamos que estemos en medio de La Mancha escuchando a una orquesta interpretar el quinteto *La Trucha*, de Schubert (aquel gran músico que apenas medía un metro y medio de estatura). De pronto, arrobados por la belleza y la armonía de esos intensos instantes, nos alejamos de los intérpretes justo a la velocidad del sonido. Las notas musicales se moverían a la par que nuestros oídos sin penetrar en ellos. Si mirásemos hacia atrás, acaso viéramos a los músicos, pero no podríamos en absoluto oír su música. En otra escala, Einstein conjeturaba que si nos alejásemos de la orquesta a la velocidad de la luz en el vacío, las ondas luminosas irían a la par que nuestros ojos sin poder *entrar* en ellos. Y cuando mirásemos a los músicos, no los veríamos.

Si Schubert nos acompañara en esa excursión, podría decir lo que Antonio Machado: “Busca el tú que nunca es tuyo ni puede serlo jamás” o bien “hoy es

siempre todavía”, o acaso exclamar “Pero ¿cuándo ha de volver/ lo que acaba de pasar?/ Hoy dista mucho de ayer,/ ¡Ayer es Nunca Jamás!”. Estas son algunas de las estructuras previas a cada vida individual, una estructura empírica que también la naturaleza tiene. La vamos descubriendo generación tras generación y, hoy por hoy, nos pertenece mientras respiramos. ¿Cuando dejamos la naturaleza, a dónde vamos a parar? ¿Cuál será entonces nuestra realidad?

Mediante la teoría de la relatividad, podemos decir que si, aquí y ahora, tomásemos una velocidad que fuera el 99 por ciento de la velocidad de la luz en el vacío, nuestra masa (que es energía condensada) se multiplicaría aproximadamente por 7. Pero si esta velocidad se incrementase hasta ser el 99,9997 por ciento de la de la luz, nuestra masa se multiplicaría por más de 400. Cabe decir que hablamos de masas relativas, puesto que esas variaciones sólo serían percibidas por aquellos con respecto a los cuales tenemos esas velocidades. Nosotros seríamos *ignorantes* de esa experiencia.

La energía  $E$  se puede convertir en masa  $m$ , y viceversa. Hay por medio un factor de conversión  $c^2$  (el cuadrado de la velocidad de la luz en el vacío; la  $c$  viene de *celeritas*, velocidad en latín).

A todo ello atendemos al recordar a Einstein. Ahora, en tiempos de Internet y de GPS, todavía seguimos persiguiendo la intuición de *la luz* o es la de la verdad. En el camino de la visión definitiva, del regreso a casa, “mandar saludos es retornar a lo propio para quedarse allí atrás”, tal y como dijo Heidegger. Nuestro paso por la vida en las actuales coordenadas nos hace intuir un más allá. Acaece el callado silencio. La raíz etimológica de intuición y tutor converge en una “mirada protectora”, un anhelo problemático pero exigente y hermoso.