

El Año Mundial de la Física

Un siglo de Relatividad

por Guillermo Mattei* gmattei@df.uba.ar

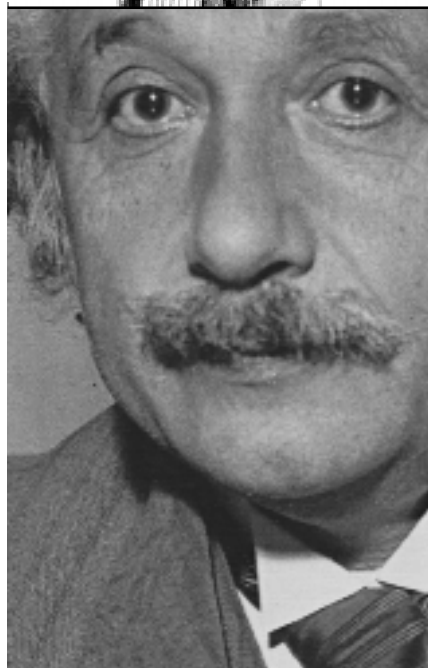
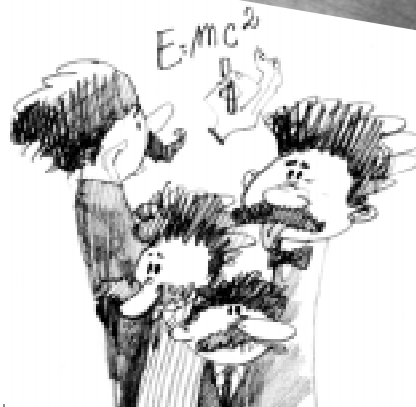
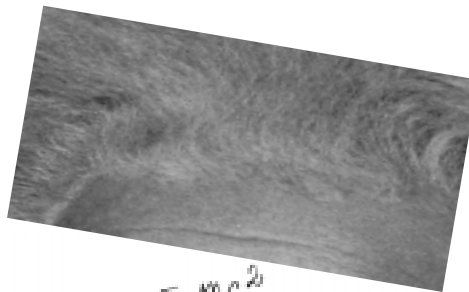
2005, Año Mundial de la Física. Pasó un siglo desde que el joven Albert Einstein postuló las teorías que revolucionaron al mundo.

En esta nota, un esbozo de por qué algunas revoluciones asociadas (las células fotoeléctricas, el código de barras, las vitaminas, la bomba atómica o el relativismo cultural) no tienen como mentor –o como culpable– al físico alemán.

A partir del año 2000, todas las sociedades de Física del mundo, muchas organizaciones internacionales y la UNESCO, una a una, fueron convergiendo en una misma propuesta: 2005, Año Mundial de la Física. El porqué: la conmemoración de la centuria transcurrida desde de 1905, aquel histórico año (llamado *annus mirabilis*, o año excepcional) en que Albert Einstein publicó cuatro trabajos científicos que cambiaron el curso de la cultura universal.

Pero, a propósito del concepto de tiempo sobre el que Einstein tanto aportara, esta rememoración no obedece tan solo al rito de convocar a la memoria en los intervalos temporales múltiples de la década, sino a revitalizar, en la sociedad contemporánea, la importancia de la creación de conocimiento en Física en particular, y en el resto de las ciencias en general.

De modo que, por todos los medios de comunicación globalizados, circulan este año excelentes biografías y didácticas popularizaciones de las ideas de Einstein. Sin embargo, casi como en ningún otro aporte al conocimiento, vale la pena detenerse en el impacto y en el legado de la obra de Einstein como monumental metáfora de la más genuina actitud científica. Algunos aspectos de su obra permiten, aún cien años después, refrescar la visión



–oscurecida frecuentemente por dudosos posmodernismos e inefables posracionalismos– del mismísimo concepto de ciencia. La dudosa existencia de la “tecnociencia” y los malentendidos alrededor del término relatividad merecen la pena revisarse una vez más.

¡Lo qu’es la ciencia..!

Los trabajos de Einstein revolucionaron el conocimiento disponible a principios del siglo XX. Nadie discute eso hoy. Sin embargo, hay un notable aspecto adicional: varias décadas después de su muerte, sus ideas todavía gozaban de la capacidad de amalgamar no solo las estructuras conceptuales de nuevos campos del saber tales como la astrofísica o la cosmología, sino –cuando las últimas tecnologías experimentales lo permitieron– de interpretar completamente muchas de las predicciones que, como modelo teórico, escondían.

Sin embargo, en su libro *Einstein, historia y otras pasiones*, el historiador estadounidense Gerald Holton, de la Universidad de Harvard, va más allá del impacto einsteniano sobre la ciencia básica y plantea la existencia de una suerte de deuda que la sociedad contemporánea tiene con el físico, de acuerdo a los innumerables

beneficios tecnológicos que representaron a nuestra vida cotidiana. “Cada célula fotoeléctrica, cada dispositivo basado en fotoemisión o fotoabsorción, cada lectora láser de códigos de barras, cada dispositivo de estado sólido o cada vitamina –cuyo proceso de producción comercial hace uso de los mecanismos de difusión explicados por primera vez en los artículos de Einstein sobre el movimiento browniano y la mecánica estadística– debería llevar por ley, a manera de registro intelectual, las leyendas: ‘Annalen der Physik 17 (1905)’, ‘Annalen der Physik 20 (1906)’, ‘Annalen der Physik 37 (1912)’ o ‘Physikalische Zeitschrift 18 (1917)’”, enumera Holton.

En esta línea de razonamientos, ¿el bombardero estadounidense Enola Gay, verdugo del genocidio de Hiroshima y Nagasaki en 1945, debió haber llevado inscripto en su fuselaje ‘Annalen der Physik 17 (1905)’?

En la iconográfica referencia a Einstein y la bomba atómica reside un punto fundamental del mismísimo concepto de Ciencia. Einstein construyó, por medio del lenguaje impersonal de la matemática, una estructura conceptual abarcadora, sintética y estéticamente bella que logró explicar y predecir el comportamiento del mundo físico como nadie lo había hecho hasta ese momento. Sintéticamente, Einstein construyó un modelo de la realidad incluyendo, generalizando y perfeccionando modelos anteriores. Pero esta clase de actividad intelectual es sustancialmente diferente a la de los desarrollos prácticos, de la tecnología, que objetiva e intencionalmente transforma la realidad inmediata y concreta. Einstein nunca transitó los caminos del diseño de armas de destrucción masiva y, aunque es posible reconocerle un rol discutible en la decisión de la construcción de la bomba, sus aportes a la modelización del mundo físico son totalmente independientes del acto tecnológico y del acto político.

$$E_0 = E_1 + \left[\frac{1}{2} \right]$$

$$U_0 = U_1 + \left[\frac{1}{2} \right]$$



Ilustración aparecida en el diario Washington Post en 1955, realizada por Herbert Block.

El Einstein científico expresó, como nadie, una gran parte de la realidad en impersonales términos matemáticos, lo cual no es ni bueno ni malo. El Einstein político operó en términos personales y sociohistóricos. El Einstein tecnólogo no existió pero, de haber existido (como en los casos del estadounidense Archibald Wheeler o del ruso Yakov Zel'dovich en la Guerra Fría), en nada hubiera contribuido a demostrar una presunta yuxtaposición entre la ciencia y la tecnología.

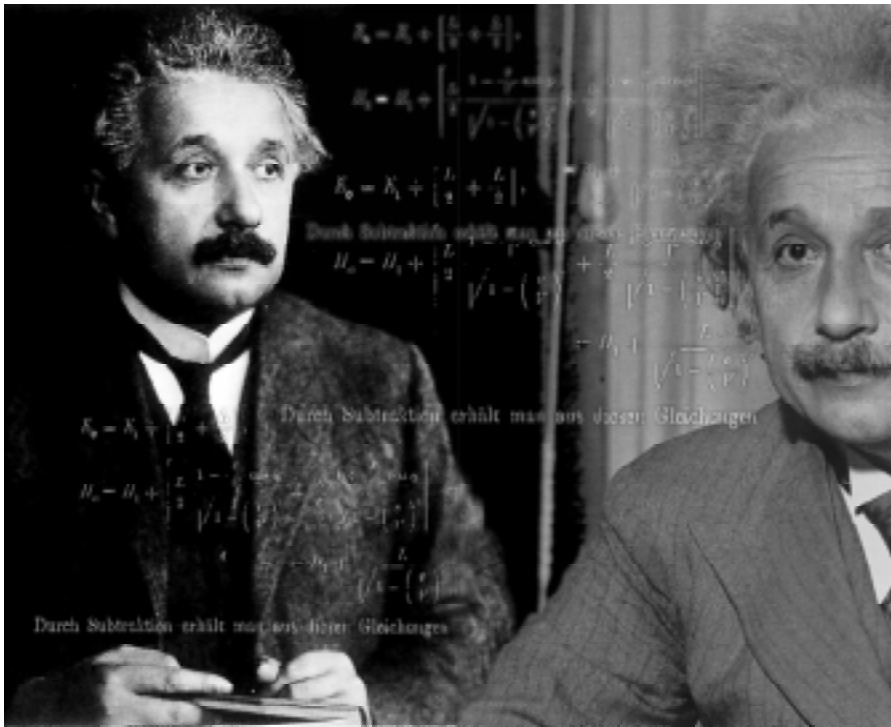
Si bien en el profuso delta de la técnica –la “buena”, que cura o hace más fácil la vida, y la “mala”, que contamina o destruye– se pueden remontar afluentes que terminan en la gran vertiente de la modelización matemática del mundo que nos rodea, la ciencia no es la tecnología. La

ciencia explica la realidad, la tecnología la cambia. La explicación de la realidad escrita en términos matemáticos es neutra e independiente de contextos sociales y personales. La transformación de la realidad por medio de la tecnología –que se vale del conocimiento científico– debería ser éticamente cuestionable por la sociedad.

Si ciencia y tecnología no forman el pretendido híbrido posmoderno de la “tecnociencia”, entonces ni las células fotoeléctricas ni el Enola Gay deberían llevar escrito “Annalen der Physik 17 (1905)”.

¿Todo es relativo?

“Esta nueva forma de pensar [...] sobrepasa en atrevimiento todo lo que ha sido logrado en la investigación científica



$$\left[\frac{L}{2} + \frac{L}{2} \right],$$

$$\left[\frac{L}{2} \frac{1 - \frac{v}{V} \cos \varphi}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2}} + \frac{L}{2} \frac{1 + \frac{v}{V} \cos \varphi}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2}} \right]$$

Los físicos de Exactas dicen

■ “Einstein nos dejó una enseñanza importantísima sobre el carácter aproximado de las leyes físicas. Así como la física newtoniana no es válida para velocidades altas o para campos gravitacionales muy intensos, seguramente en algún momento la Relatividad será reemplazada por una teoría más precisa. Pero aunque pasaron ya cien años, ¡sigue invicta!”. (Diego Mazzitelli)

■ “Entre 1905 y el año de la publicación de la Teoría General de la Relatividad, o sea 1916, la comunidad física ya sabía que el asunto de incorporar la gravedad a la Relatividad Especial era un problema central. Sin embargo, aún después de la revolución de 1905, de nuevo el único capaz de dar el audaz salto al vacío –valga la metáfora–, que significó la manera de incorporar la gravedad, fue Einstein”. (Guillermo Dussel)

■ “En los últimos años me di el gusto de releer algunos de los trabajos originales de Einstein. Los de 1905 son realmente notables. El que le valió el Nobel comienza diciendo: ‘Hay una profunda diferencia conceptual en la forma en que los físicos tratan a la materia (a la que consideran discreta, compuesta por partículas numerables) y al campo electromagnético (al que consideran continuo)’. A partir de ahí Einstein plantea una idea casi descabellada: lo discreto también debe estar presente en el electromagnetismo. Ese fue el nacimiento del ‘fotón’ y la explicación del efecto fotoeléctrico, ¡algo que Einstein relegó a los últimos párrafos de su trabajo! Esa forma de pensar de Einstein, capaz de postular hipótesis descabelladas y avanzar con toda profundidad en el análisis de las consecuencias de las mismas, fue notablemente fructífera y dio lugar al surgimiento de ra-

especulativa, incluso en la teoría del conocimiento”, decía en 1912 uno de los padres de la mecánica cuántica, Max Planck, pese a su inflexible conservadurismo. Desde estas primeras interpretaciones del valor cultural del aporte einsteniano hasta nuestros días, renombrados filósofos tales como Bergson, Whitehead y Popper parecieron significar que “la física se hacía heredera de la responsabilidad de la metafísica”.

Curiosamente, la Teoría de la Relatividad General debió haberse llamado Teoría de la Invariancia.

Sin embargo, pese a este presunto mandato implícito que la Relatividad debía cargar –desdeñado por el propio Einstein–, el impacto sobre la filosofía tuvo consecuencias, discutibles como mínimo, tales como la doctrina del “relativismo cultural” del antropólogo belga Claude Lévi-Strauss: algo así como que cualquier punto de vista sería igualmente válido para las construcciones culturales.

En 1936, un historiador del arte le escribía a Einstein: “[...] en el cubismo y en la Relatividad se presta atención a las relaciones y se acepta la simultaneidad de varias visiones”. Einstein, por su parte, le re-

futaba el punto de vista argumentando que el malentendido nacía con los intentos de divulgación de sus ideas. “Para la descripción de un estado de hechos dados uno utiliza casi siempre un solo sistema de coordenadas. Esta exigencia lógica, sin embargo, no tiene nada que ver con el modo en que se representa el caso individual y específico. Una multiplicidad de sistemas de coordenadas no es necesaria para su representación. Es suficiente describir el todo matemáticamente en relación a un solo sistema de coordenadas. Esto es completamente diferente al caso de la pintura de Picasso, en el que no tengo que extenderme más. El que, en este caso, la representación sea sentida o no como una unidad artística depende, por supuesto, de los antecedentes artísticos de quien lo mira. Este nuevo ‘lenguaje’ artístico no tiene nada que ver con la Teoría de la Relatividad”, contestó cortés pero duramente Einstein.

Invocar a Einstein como autoridad en apoyo del argumento por el cual la relatividad física significa que todos los sistemas de referencia, puntos de vista, narradores, fragmentos de un argumento o elementos temáticos nacen iguales, que las percepciones polifónicas –aún las contrastadas– son igualmente válidas o que cuan-

Durch Subtraktion erhält man aus diesen Gleichungen:

$$(H_0 - E_0) - (H_1 - E_1) = L \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} - 1 \right\}$$



mas enteras de la física. ¡Un gigante! Pero como todos los gigantes de verdad tuvo sus flaquezas. Sus últimas décadas fueron casi estériles desde el punto de vista científico. Y probablemente eso se deba a su obstinación por no aceptar plenamente a uno de sus hijos, la mecánica cuántica, cuyas consecuencias siempre consideró intolerables. Errar es humano, y Einstein era un hombre con todas las letras.” (Juan Pablo Paz)

“Einstein logra la cumbre de la originalidad: pensar lo que hasta él mismo consideraba impensable”.
(Esteban Calzetta, físico)

“Para mí, el aspecto más original de la teoría de Einstein, especialmente la Relatividad General, es haber convertido al espacio en algo que evoluciona y ‘hace cosas’. Antes de Einstein, se consideraba no sólo que el espacio era eterno y euclídeo, sino que era una verdad tan obvia que ni siquiera hacía falta verificarla. Einstein logra la cumbre de la originalidad: pensar lo que hasta él mismo consideraba impensable”. (Esteban Calzetta)

“Las soluciones a los problemas más grandes frecuentemente se ocultan tras el velo de las ideas preconcebidas. En 1905, Einstein apartó el velo. Desafiando nuestros prejuicios, nos enseñó que el espacio y el tiempo no eran como los imaginábamos. La reelaboración de los conceptos de espacio y tiempo permitió a la Física emerger de la crisis en la que estaba sumida, luego de los sucesivos fracasos en la detección del movimiento de la Tierra respecto del supuesto éter electromagnético”. (Rafael Ferraro)

Aplausos



El aula es una de las más chicas del Pabellón I de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Los pupitres individuales no respetan ningún orden. La iluminación es natural debido a que todo un lateral del aula es un ventanal del frente del edificio. Un joven profesor de la casa, reconocido en el mundillo nacional e internacional de la física de partículas, altas energías y cosmología, concluye su última clase teórica del cuatrimestre: “... y les dieron el premio Nobel 1993 por haber compro-

bado indirectamente la existencia de ondas gravitatorias en un ajuste muy preciso con la predicción teórica de la Relatividad. Con esto terminamos el curso...”. Pero antes de que pueda concluir la frase, el auditorio de veinte alumnos explota en un espontáneo aplauso que resuena como una ovación. El profesor, que agradece muy tímidamente, no tiene, frente a semejante reconocimiento de esta “platea” académica, la espontaneidad de un director de orquesta después de haber ejecutado un oratorio de Bach, la naturalidad de una gimnasta artística luego de una rutina olímpica o la serenidad del actor que acaba de protagonizar una obra de Bertolt Brecht. Sin embargo, la asistencia a un curso cuatrimestral introductorio a la Teoría de la Relatividad en el Departamento de Física deja siempre la sensación de haber presenciado una colosal obra de arte.

do todas ellas se apilan o yuxtaponen, constituyen de algún modo la verdad real, fue un malentendido ampliamente extendido en varias ramas de la cultura.

Curiosamente, basada en una infortunada elección semántica por parte de los primeros intérpretes de los trabajos de Einstein, la Teoría de la Relatividad debió haberse llamado la Teoría de la Invariancia. “La física relativista del siglo XX ha enseñado que, en ciertas condiciones, podemos extraer de diferentes informaciones –o incluso de la información que se originó en un sistema adecuadamente identificado– todas las leyes de la física, cada una de ellas aplicable en cualquier marco, cada una de las cuales tiene, por tanto, un significado invariante que no depende del accidente de cuál sea el sistema en el que uno habita. Por esta razón es por lo que, en comparación con la física

clásica, la relatividad moderna es simple, universal y, uno podría decir incluso, absoluta”, explica Holton en su libro. En lugar del “todo es relativo”, que parió tantos absurdos culturales, debió haberse trascendido el “algunas cosas son invariantes”, frase que aún no ha dado demasiada descendencia.

Más allá de las interesantes implicancias que tuvieron la adaptación y resonancia mutua entre una mente innovadora, como la del padre de la Relatividad, y el conjunto de metáforas sociales vigentes en la época en la que le tocó vivir, mediante la memoria del gran físico es posible reivindicar, cien años después, la actitud más elevada del género humano: comprender. “Lo eternamente incomprendible del mundo es que sea comprensible”. Palabra de Einstein. ■

* Asistente de la Coordinación de los Laboratorios Básicos de Enseñanza del Departamento de Física, FCEyN.