Rev. de Psicoanálisis, Número Especial Internacional, nº 8, 2001, págs. 119 a 127

De la conservación de la energía y otras conservas

Unas reflexiones sobre las interacciones teóricas con la física

*** Adrián Faigón**

Lo que nos es habitual, nos es, en efecto, mejor conocido. Una cosa que prueba bien cuál es la fuerza del hábito es lo que sucede con las leyes, en las que las fábulas y las puerilidades tienen, por efecto del hábito, más cabida que tendría la verdad misma.
Aristóteles, *Metafísica*

La migración de conceptos, más generalmente de imágenes, o simplemente de un conjunto de palabras de una disciplina a otra es tal vez lo característico de lo interdisciplinario en las teorías. El invitado es a veces fecundo, a veces entorpece el desarrollo, a veces no se sabe para qué fue. Es un poco difícil evaluar –muy difícil visto desde la física– cuál de estas características le cabe a cada uno de sus modelos conceptuales importados por otras disciplinas; en cambio, puede ser útil para la mejor comprensión del alcance y los efectos de estas adopciones-migraciones, comenzar por relatar algunos episodios ocurridos en el interior de la física misma.

Imágenes dentro de la física

* Ph.D. en Física, Universidad de Jerusalem, profesor UBA, investigador CONICET, área de investigación Dispositivos Semiconductores.
Dirección: Malabia 2137, piso 14 “G” (1425) Ciudad de Buenos Aires, R. Argentina.
E-mail:afaigon@fi.uba.ar

Un caso conocido por repetido en la literatura epistemológica es el del éter. Lo más conocido del éter es que la teoría de la relatividad hizo innecesaria la hipótesis de su existencia simplificando la descripción del mundo. Menos conocido es el papel que este ente, esta imagen, jugó en desarrollos teóricos previos a su desaparición. Newton mismo, que no aceptaba, como filósofo mecánico que era, la acción a distancia, sino que sólo concebía que un efecto se propagaba por contactos sucesivos o por movimiento de partículas, debió suponer mecanismos ligeros y etéreos para justificar la atracción eléctrica, y posteriormente la gravitatoria. En su *Hipótesis de la Luz* (1675) la sustancia etérea se incorpora a la óptica: llena el universo para explicar la desviación de las partículas de luz en el fenómeno que hoy llamamos refracción.[1]

A nadie le molestó la existencia del éter, y fue natural hablar de él aun hasta fin del siglo XIX, momento en que llegó a ser candidato a constituirse en la única substancia en el cosmos de cuyas propiedades se derivaban la materia en sus distintas apariencias y todos los fenómenos físicos. Esto de la mano no de imaginativos literatos sino de W. Thomson (posteriormente Lord Kelvin) operando sobre los frutos del inmenso talento matemático de Helmholtz, dos representantes de los grandes científicos del siglo.

Viene finalmente el capítulo más conocido, el experimento de Michelson-Morley (1888) y la teoría de la relatividad especial (1905), para enseñar cómo la ciencia avanza por el camino positivista de rechazar lo que no tiene evidencia empírica, y en la dirección de su simplificación. Pero no siempre se destaca que, desaparecido el éter, queda a su favor el haber posibilitado enunciar leyes correctas habilitando un camino del pensamiento para llegar a ellas. El éter fue el vehículo necesario para trasladar el formalismo de la mecánica del continuo al electromagnetismo. La luz se propagaría por vibración del éter como el sonido por vibración del aire. Recién a partir de las ecuaciones de Maxwell (1870) pudo pensarse que los campos eléctricos y magnéticos variables en el tiempo se sostienen uno a otro para propagar una perturbación electromagnética sin necesitar de ningún medio material, pero Maxwell mismo pensaba esa propagación como ondas en el éter. Él formuló las ecuaciones correctas ayudándose con una imagen (¡sólido concepto en ese entonces!) que muy poco después se evaporó de la teoría.

Analizar las consecuencias del enunciado de leyes a través de ecuaciones matemáticas en la descripción de la naturaleza; discutir si la física se encuentra en dichas ecuaciones o en lo que ellas representan, constituye otro capítulo. Sólo mencionaré que, aunque las ecuaciones sufren también de resignificaciones, su formulación constituye un hito: cualquier desarrollo teórico posterior debe ser compatible numéricamente (!) con sus resultados, no importa qué imágenes sustenten; y son ellas las herramientas de los técnicos, esos artesanos que modelan formas útiles con la materia prima que se descubre en los fenómenos. Tal es el caso de Hertz, el primero en producir las primeras ondas electromagnéticas a partir de

[1] A propósito de imágenes, pertenece también al capítulo de Newton que se encuentra en cualquier historia de las ciencias el comentario de que la introducción de atracciones y repulsiones en sus explicaciones sería una importación de las “simpatías y antipatías ocultas” de la filosofía hermética, a la cual adscribía.

las ecuaciones de Maxwell, dando comienzo a la radio y las telecomunicaciones.

En relación con el mismo asunto, cabe destacar que la agitación teórica en la física, propagada al pensamiento de nuestra época, que produjo la formulación cuántica que ya lleva un siglo de existencia, tiene el aspecto de una dificultad de interpretación de unas ecuaciones correctas –al menos buenas para el uso de aquellos técnicos– con unas imágenes-conceptos que no se le adecuan: el estado de un cuerpo caracterizado por su posición y velocidad con absoluta precisión es una imagen que la cuántica veda. Mientras la epistemología se extiende en debatir la cuestión, instalarán esos técnicos –ahora en el sentido más amplio de quien trabaja con dichos conceptos– las nuevas imágenes que eslabonen un relato sin sobresaltos.

Junto a la comprensión básica de la electricidad, el magnetismo y la luz, que culminó genialmente unificada por Maxwell, el siglo XIX acabó también con el cuarto fluido "imponderable" (sin peso, y por ende no sujeto a las leyes de la mecánica), el "calórico", una imagen de la física de los fluidos para explicar fenómenos térmicos. El más moderno concepto de calor, como modo de transferencia de energía, enlazó los fenómenos térmicos con la sólidamente fundada mecánica para parir la termodinámica en la cual el fluido no tiene lugar. Pero también en este caso anotemos que sirviéndose aún de la imagen del calórico "cayendo" de temperaturas altas a más bajas –como el agua en una represa–, Sadi Carnot describió con precisión los límites de la conversión de calor en trabajo mecánico, base de la formulación de la segunda ley de la termodinámica y del potente concepto de entropía.

¿Qué buscan las teorías sociales y humanas en la física?

Es una tendencia de la ciencia el buscar leyes o principios fundamentales de los cuales se puedan derivar las observaciones o las predicciones –aun para los empiristas y pragmáticos más empedernidos–. Esta suerte de geometrización de la disciplina –por la hermosa estructura deductiva de la geometría de Euclides– alcanzó su más alto grado entre las ciencias que se ocupan de describir los hechos, como la física ¿Quién que conozca el Principio de Mínima Acción, el enunciado más sintético y elegante de la mecánica, puede sustraerse a la tentación de buscar, en el área de conceptualización de la que se ocupa, un símil? Caben aquí dos reflexiones.

La primera respecto de que, curiosamente, no se ha producido una exportación del Principio de Mínima Acción, tan corriente, como del de Conservación de la Energía o de la Segunda Ley de la Termodinámica. Es que para que la exportación se produzca hace falta

un buen divulgador, papel que cumplió Helmholtz para el primer caso, y cumple Prigogine –el último de una larga secuencia– para el segundo.

La segunda reflexión concierne a la legitimidad del uso de estas estructuras conceptuales en el siguiente sentido: la matemática y sus estructuras son usadas por la física con la convicción de que constituyen un isomorfismo con los fenómenos naturales, con la consecuencia de que las inferencias obtenidas del cálculo tendrán su correlato en el mundo real. Una pretensión absurda, excepto por el hecho de que funciona. ¿Posee la física, como ciencia fáctica madre, y como resultado de su estado de madurez, estructuras conceptuales isomorfas con los fenómenos económicos, sociales, o humanos, que justifiquen su utilización en las disciplinas que se ocupan de describirlos?

La respuesta *a priori* es que tal pretensión es al menos tan absurda como la anterior… a menos que, al igual que aquélla, funcione. Fuera del argumento reduccionista que dice, en modo abreviado, que el amor ocurre entre personas hechas de colonias de células formadas por moléculas tratables por leyes de la cuántica, de modo que completado el relevamiento material de los individuos y, eventualmente, del sustento material de su actual software pasional, se podría, con la ayuda de aquellas leyes, prever la evolución de su relación; y aun, en el caso de que el terapeuta de pareja lo considerase necesario, sería posible practicar una intervención quirúrgica o alinear unos spins… Decía que fuera del argumento reduccionista, que vale más como profesión de fe materialista que por los resultados esperables, pueden existir otros motivos para que la idea funcione. Cuando se traslada el principio de conservación de la energía a otros ámbitos teóricos, ¿qué se está usando de la física? De la física nada, se está usando un elemental esquema de relación entre cosas que dice: tales cosas pueden convertirse en estas otras a través de mecanismos variados, pero la suma de una característica dada (ejemplo: el peso) se mantendrá constante. Es decir una ley contable simple. La estructura es común a numerosas leyes de la física, ley de conservación del *momentum*, de la carga eléctrica, etc.; la precursora de todas ellas en la ciencia moderna es probablemente la conservación de la materia formulada por Lavoisier con respecto a las reacciones químicas. El significado de estas leyes reside –como el de casi todas las leyes– en definir los límites de los posibles cambios enunciando qué cosas permanecen constantes. Cualquiera de ellas podría ser invocada por otra disciplina para una formulación por analogía.

Existe sin duda una complicación para su uso en una rama descriptiva donde los atributos de los sujetos no están cuantificados. Pero la conservación de la energía tal como fuera divulgada por Helmholtz, en modo muy laxo, permitió suponer que también en la física se obviaban a veces esas complicaciones. Además, el tratarse de un ente tan abstracto como la energía, que a veces es una escoba en movimiento, otras la calentura de un cuerpo, la luz del velador, o la tensión de un resorte, permite que no suene descabellado el enunciado "el monto total de energía social: libertades más revueltas más acción represiva, en una sociedad se mantiene constante a lo largo de su historia", en todo caso, discutible.

Una cita relativa a la psique: "Según la hipótesis de Heinrich Sachs, estos últimos hechos están basados en determinada ley, la ley de las cantidades constantes de la energía psíquica, de acuerdo con la cual la suma de las tensiones de todas las ondas moleculares existentes en un mismo individuo, dentro de determinados límites de tiempo, es aproximadamente constan-

te.[2]

No queda siquiera en estos casos el modelo contable. Subsiste apenas una imagen de que hay unas cosas que podrían identificarse como motores, impulsores, de comportamientos o evoluciones y que se reemplazan unas a otras en su función. No sabemos en qué cantidades, porque nadie midió la tensión de las ondas moleculares en el cerebro a que hace referencia Sachs.

Tiene además, la Conservación de la Energía, un atractivo adicional para adoptarla como imagen de ley que gobierna las evoluciones en otros campos. Se trata de la alternancia, en la mecánica, de energía potencial –por ejemplo, un cuerpo en alto– a energía de movimiento –como en una caída– y viceversa. Hay, efectivamente, muchos procesos en los que el análisis descubre que, antes de ponerse de manifiesto, existía la cosa en germen o en potencia en algún lado. Pero ¿qué se toma de la Energía Potencial y Cinética en estas descripciones? Exclusivamente los conceptos de en potencia y en acto, pertenecientes al acervo conceptual de nuestra cultura, el mismo del cual abrevó la física para elegir esos nombres. En física, la distinción entre energía potencial y cinética tiene el preciso significado de que el trabajo mecánico que puede obtenerse de un conjunto de cuerpos depende de sus posiciones relativas (potencial) y de su movimiento (cinética). Importado a cualquier otra área del conocimiento significa, como dijimos, potencial y manifiesto.

¿Por qué, entonces, se hace referencia a la conservación de la energía para usarlos? Hay allí, algunas veces, el aprovechamiento de una imagen, una estructura de relaciones, incorporada –por los divulgadores– a la cultura de una época; en otras, una búsqueda de fuentes de la mayor jerarquía para contagiar de sus propiedades al discurso que la usa. Así apelaban los legisladores en la antigüedad a las fábulas, los de hace poco a los dichos de nuestros próceres, y apelan los de ahora –cuando antiguas fábulas y próceres han perdido ascendencia– a las máximas de gurúes sin historia que unos pícaros repiten para que otros puedan invocar. En los casos en que la fuente es la física, la propiedad que busca contagiarse es, sin duda, la eficacia de unos métodos y la cientificidad del discurso.

Si este último uso es engañoso, y de abundantes fiascos de este origen está llena la historia del conocimiento, el primero, el aprovechar la imagen como herramienta de reflexión, no es sino una muestra de la elasticidad de la red conceptual para añadir y resignificar. Muchas posturas filosóficas nacieron o se renovaron en la mecánica newtoniana, por lo que extendió el horizonte del conocimiento.[3] El racionalismo, al confirmar Newton, ahora como resultado teórico, uno de los enunciados más provocativos en contra de las apariencias sensibles: la tierra y los restantes planetas giran alrededor del sol. Los empiristas destacaron el sustento de la teoría en observaciones y mediciones para mostrar que no es una deducción cartesiana. Finalmente, la obra de Kant está fuertemente motivada por desentrañar la construcción newtoniana. El determinismo tras Laplace, y su antítesis, el indeterminismo tras Heisenberg, son directas extrapolaciones de resultados de la física. De alguna de estas filosofías abreva, a propósito o sin querer, toda reflexión intelectual.

[2] C. Freund, “Sobre las parálisis psíquicas”, 1893.

Las herencias recibidas por la física

La evolución de la física está asociada a su geometrización, no sólo por su estructura deductiva. Barrow, el maestro de Newton, fue el responsable de convertir el espacio geométrico de tres ejes cartesianos en el escenario donde se desarrollarán los fenómenos naturales, el espacio físico. A partir de allí, las trayectorias son ecuaciones que definen líneas curvas, las fuerzas y los campos eléctricos son ternas de números que representan segmentos orientados en dicho espacio.
El espacio geométrico-físico de tres dimensiones fue extendido por una cuarta dimensión –el tiempo– en la formulación de la relatividad general. Se multiplicó el número de sus dimensiones por el número de cuerpos intervinientes en el sistema bajo estudio para formar el espacio de configuración, y se incorporaron ejes que representan los estados de movimiento para dar el espacio de las fases –herramienta indispensable en mecánica estadística–. Siempre espacios con representación geométrica. Einstein insistió en la necesidad de formarse una imagen geométrica de aquellos conceptos con los que especulaba.

Si la escena de la física proviene de la geometría, su lenguaje causal es contagio del Derecho.

La descripción de los fenómenos naturales en términos de leyes o principios no divinos, data de la misma época en que el discurso argumental nace como herramienta de acción política en las democracias griegas.

La oratoria no es sólo retórica, es también lógica: conclusiones ineludibles de mecanismos de razonamiento que requieren, entonces, de sus postulados, principios o leyes. El lenguaje argumental, causal, que se traslada de las asambleas de la polis a los tribunales es el lenguaje de la descripción racional (logos-razón-relación-relato) de la naturaleza. Se dice: la ley *gobierna* el fenómeno, se argumenta: el campo *es* el *responsable* de la desviación de la carga". Hay dos mil y tantos años de historia, y probablemente 400 de investigación en física, que nos separan de una época en la que el responsable fue alguna *vis* (virtud) desviativa, pero aún hoy expresamos frecuentemente la causalidad a través de la imputación, por el efecto, a su responsable.

Se comprenderá mejor si lo comparamos con la matemática. La geometría, nacida en la misma época, exigió y precisó unos pocos términos para relatar sus inferencias (si-entonces, sea-por lo tanto). No se ven escritos enunciados del orden de "el mayor radio es responsable de que el círculo sea mayor". Probablemente porque aun cuando la relación de antecedente a consecuente sea formalmente idéntica, y más aún, el enunciado físico se apoye en ecuaciones; la matemática colecciona enunciados conectados por reglas (lógicas

[3] Newton pareció vislumbrarlo en sus palabras de reconocimiento a quienes lo precedieron "…y si he alcanzado a ver más lejos es porque pude pararme sobre los hombros de gigantes."

o resultados de la misma matemática), mientras que la física describe acciones y busca culpables de las mismas.

La intervención del tiempo como variable descriptiva en la física está en la raíz de esta diferencia. El consecuente, en física, es posterior a la causa. En el relato, esta última responde, es responsable, por la consecuencia.

La relación física-matemática es, en otros aspectos tan extrema –ya se mencionó que la física nace como ciencia moderna con la geometrización del espacio físico–, que hubo períodos en los que se consideró que eran algo así como una misma cosa. Uno fue al fin del siglo XIX con la culminación de la mecánica newtoniana por Lagrange y Laplace; otro, un cuarto de siglo después, con la conmoción hasta sus cimientos de la misma mecánica de Newton por la formulación de la relatividad general. En ambos casos el tiempo pierde su cualidad fundamental en su concepción corriente de que lo que pasó pasó y el futuro está por venir y hay que ver cómo viene: sirve sólo para ubicar el acontecimiento, al igual que las coordenadas espaciales. La distinción pasado y futuro equivale a distinguir derecha de izquierda, y la física deviene, efectivamente, geometría. En ese contexto se entiende la famosa frase de Einstein "tan sólo una ilusión" con que se refirió al tiempo.

La compleja realidad observada se resiste, sin embargo, a los modelos acabados. Las teorías físicas evolucionan incorporando nuevos entes, redefiniendo los límites de su aplicabilidad, hasta que se formula una nueva. Increíblemente, la matemática las acompaña en el intento creando nuevas estructuras a imagen y semejanza –y en tal sentido tampoco la matemática es una ciencia deductiva–. Pero la relación con la realidad parece en este caso marcar la diferencia: la predicción de la evolución temporal (conocer el futuro igual que se conoce el pasado) es posible sólo si se conoce con precisión una colección de datos que la misma física declara por ley (Principio de Incertidumbre, entre otras) incapaz de adquirir.

Menciono, por último, el inevitable reflujo, de consecuencias variadas, de la reflexión filosófica a la física. La actitud positivista extrema del empiriocriticista Mach, importante físico además de filósofo, lo llevó, junto a Ostwald, padre de la fisicoquímica, a oponerse a las teorías atómicas que pugnaban por establecerse a principios del siglo XX. El átomo –sostenían–, como no puede ser observado, es en el mejor de los casos una ficción conveniente. En el peor, una ilegítima hipótesis *ad hoc*. También, y por los mismos motivos, se opuso Mach a la concepción sustantiva del espacio de Newton, un *espacio en reposo* desde el cual la descripción de los fenómenos se expresa en leyes sencillas (las leyes de Newton). Se negaba a admitir que la forma que toma la superficie del té al ser revuelto –¡después de sacar la cucharita!– podría deberse al movimiento del líquido respecto de un espacio absoluto que no tenía otros signos de existencia más que para explicar fenómenos de esta clase. Más bien, supuso que la misma forma tomaría la superficie si se ponen las cosas (mesa, paredes, señores y estrellas) a girar alrededor del té. Una afirmación temeraria, no sustentable con la física de la época, producto de la convicción de que lo que importa a las cosas no puede ser más que su estado respecto de otras cosas, y que el espacio vacío no puede considerarse cosa. En este caso, la crítica de la imagen fue fecunda pues motivó, o sustentó, las cavilaciones de Einstein que lo llevaron a remover los últimos restos del espacio absoluto de Newton en la relatividad general.

Coda: del psicoanálisis a la física

Nada de psicoanálisis hay en la física... creo, probablemente no lo haya en ningún producto humano. Pero está el hermoso libro de Bachelard *La formación del espíritu científico,* que lleva por subtítulo *Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo* (1938). A través de los documentados relatos de la prehistoria de las ciencias naturales, se aprende a tratar respetuosamente todo intento sincero por comprender (desinteresado, llevado exclusivamente por la curiosidad, el deseo o necesidad de saber el porqué), con independencia de métodos y del grado de consistencia de la disciplina que lo emprende.

Vale la pena mencionar aquí que la actividad cotidiana de la investigación, aun en física, se desarrolla siempre en las fronteras del robusto corpus de la ciencia. La investigación suele llevarse a cabo en un área apenas mapeada donde vale más la mencionada predisposición por comprender, que los métodos que parecen desprenderse del estudio del corpus mismo. Para decirlo de otro modo, al atacar un problema nuevo, también el físico le acerca la nariz para ver si el olor le da alguna pista. Recién al completar el mapa de la zona y trazar las vías de conexión con lo conocido, parece el resultado una simple –y a veces obvia– deducción de principios fundamentales.

Hay otra enseñanza del mismo autor que es pertinente para cerrar estas reflexiones. Existe en ellas un intento de ilustrar cómo, al migrar de una teoría a otra, los conceptos teóricos –por ejemplo, la conservación de la energía– se transforman en imágenes del concepto original (¿imágenes conceptuales?). Se mostró también que las imágenes tienen frecuentemente –el éter, el calórico, el espacio absoluto de Newton y, por supuesto, tantas otras que no se mencionaron– un papel fecundo en el desarrollo de una teoría de la cual finalmente no formarán parte.

Bachelard nos alerta en sus textos respecto de la dificultad del espíritu científico en desprenderse de aquellas imágenes primeras con las que se describió el fenómeno, con que se ayudó en la formulación de su teoría; las que, vacías ya de contenido conceptual y operativo, devenidas verdaderas conservas de lo que fueron en vida, se constituyen en pesado lastre para el pensamiento.*

Descriptores: *FÍSICA / TEORÍA / IMAGEN*

* N.del A.: La concepción y redacción de este texto estuvieron regidas por el Principio de conservación de la amistad.