

ARTÍCULO

EL LENGUAJE DE LA FÍSICA Y EL ESPAÑOL

Jorge Alberto López Gallardo
Departamento de Física
Universidad de Texas en El Paso

El lenguaje de la física y el español

Resumen

En este artículo se trata el uso del español en la física. Inicialmente se hace una explicación sobre la estructura del lenguaje científico, como una representación lingüística de la lógica matemática al método científico. Una vez establecido esto, se explica el origen cronológico de términos científicos usados en la física, así como su adaptación al español. Finalmente se describen algunas irregularidades y conceptos físicos que aún no tienen vocablos propios en español.

Palabras clave: lenguaje de la física, física en español, lenguaje de la ciencia.

Introducción

El hecho de que el conocimiento humano se haya acrecentado de manera continua desde los albores de la humanidad, en civilizaciones distintas, con idiomas e idiosincrasias que variaron en tiempo y geografía, nos indica que el avance de la ciencia es independiente del lenguaje que se use. La historia nos dice que los conceptos físicos que usamos hoy en día primero fueron nombrados por los babilónicos, griegos, egipcios y árabes, y —aunque de manera un tanto local— lo mismo sucedió en las culturas china y mesoamericana. Al establecerse firmemente la ciencia como actividad profesional, los idiomas dominantes llegaron a ser los romances, italiano y francés, y los anglosajones, inglés y alemán. En la actualidad, y desde mediados del siglo anterior, el inglés se ha convertido de facto en el lenguaje de transmisión de conocimientos.

Pero independiente del idioma que se use para publicar descubrimientos científicos, la ciencia continúa su avance en todas las culturas y en todos los idiomas. En el caso del español y, particularmente, en el caso de la física, nuestro idioma adopta los nombres de conceptos descubiertos en otras lenguas y contribuye con algunos propios.

En este artículo iremos de lo general a lo particular, relatando primero cómo el lenguaje de la ciencia se ajusta al método de pensamiento científico e intenta ser una representación lingüística de la lógica matemática. Después haremos la conexión con la evolución de la terminología física usada en español, para luego terminar con algunas irregularidades y conceptos que aún esperan llegar a tener vocablos propios en español.

Orígenes del método científico

El lenguaje científico es una representación del método de pensamiento conocido como el método científico. Para entender la estructura del lenguaje científico, en cualquier idioma, es necesario entender tal método.

El método científico es el resultado final del esfuerzo de la humanidad por entender la naturaleza; sus inicios datan de miles de años antes de la era común (AEC). El primer libro médico egipcio, el papiro de Edwin Smith (c. 1600 AEC) ya indicaba la necesidad de realizar un examen antes de diagnosticar enfermedades. El filósofo chino Mozi (c. 400 AEC) proponía el uso del método del tridente: observar el mundo con los sentidos y juzgar los objetos y eventos por sus causas, funciones y base histórica. En la misma época el griego Demócrito introdujo el razonamiento inductivo que nos lleva a obtener conclusiones a partir de causas determinadas por medio de observaciones, y c. 320 AEC Aristóteles define la ciencia como la búsqueda de axiomas verdaderos, mientras que Euclides reduce la geometría a un sistema de teoremas derivados de axiomas verdaderos.

En la edad media el avance científico continuó en el mundo árabe. La primera evidencia data del año 800 de nuestra era común (EC), con los experimentos controlados de Jābir ibn Hayyān. El requisito de la reproducibilidad de los experimentos y la supervisión de colegas se origina también en esa época. Asimismo el persa Ibn Sina establece los principios de la lógica inductiva y critica a Aristóteles por buscar axiomas sin observación ni experimentación.

La ciencia retornó a Europa en el renacimiento. En 1265 el monje inglés Roger Bacon describió un método científico basado en un ciclo repetitivo de observación, hipótesis, experimentación y verificación independiente. En 1327 William de Ockham formuló su principio reduccionista. Siglos después, en 1637 el francés René Descartes estableció un método científico de cuatro pasos. En 1650 la Sociedad Real de Inglaterra declaró a la evidencia experimental como el único arbitro de la verdad. Y en 1687 Newton agrega la hipótesis al método científico.

En los siglos posteriores se añadieron elementos importantes al método científico, como los experimentos controlados del inglés Lynd que en 1753 ayudó a entender el escorbuto, o los experimentos imaginarios Gedankenexperiment del danés Hans Christian Ørsted de 1812, que luego hiciera famosos Einstein. Pierce introdujo la estadística al arsenal científico e inventó los experimentos ciegos y aleatorios en 1885. Ya en el siglo pasado se introduce el efecto placebo en 1935, las simulaciones por computadora en 1946, los experimentos doble ciegos en 1950, y la inferencia fuerte en 1964 para asegurarse que las hipótesis no tan sólo sean correctas sino que también únicas.

El método científico

El resultado de esos 4,000 años de avance es un método mecánico que necesariamente nos acerca al conocimiento. En resumen, imaginemos que tenemos una duda que queremos resolver. El primer paso es revisar lo que se ha estudiado al respecto; esto por lo regular refina la duda y la torna más específica. Con lo aprendido se crea una explicación posible (hipótesis)

que deberá ser puesta a prueba por medio de experimentos y análisis de los resultados. Al final ese proceso nos llevará a una conclusión que modificará o no la hipótesis, creando así una teoría que explica la duda original. Dudas posteriores y más aplicaciones del método científico harán que la teoría mejore.

Estructura del lenguaje científico

Para que el método científico funcione es necesario que se utilice la lógica matemática en cada paso. Esta lógica, que hace uso de las jerarquías de conceptos de Aristóteles, combinadas con el álgebra, fue desarrollada principalmente por Boole a mediados del siglo XIX para modelar operaciones lógicas. Con esto, el lenguaje científico se convierte —en su mínima expresión— en una secuencia de enunciados lógicos que implican instrucciones para su comprobación.

Según investigaciones de patrones gramaticales usados en artículos científicos, [1] el lenguaje de la física tiende a reducirse a enunciados del tipo “dado que suceda x entonces y es cierto”. Por el lado de la implementación, el lenguaje de la ciencia hace uso completo del lenguaje normal (cualquiera que éste sea), siendo su única característica adicional la de usar ciertos términos exclusivos, o comunes con significados específicos, como se verá más adelante. Por otro lado, dada la cercanía de la estructura ontológica de las lenguas romances y las anglosajonas, conceptos, tales como objetos, procesos o estados, desarrollados en cualquiera de estos idiomas, son fácilmente transferibles a cualquier otro sin pérdida de información.

Como nota aparte, hay que aclarar que aunque el avance de la ciencia es independiente del lenguaje de los investigadores, la enseñanza de la ciencia no lo es. [2] La hipótesis de Sapir-Whorf [3] nos dice que los humanos interpretamos la realidad por medio del lenguaje que usamos y esto afecta el entendimiento de los modelos científicos, los cuales hacen uso de analogías y metáforas que son muy dependientes de la base cultural del estudiante. Este efecto ha sido observado, por ejemplo, en la interpretación dada al concepto de calor por habitantes de África del Sur que usan el lenguaje Sotho. [4]

Terminología del lenguaje científico

Existen algunos términos cuyo significado científico dista mucho del dado en conversaciones no científicas. En esta sección veremos algunos ejemplos que causan confusión en español.



Caricatura elaborada por el autor: Jorge Alberto López Gallardo.

Teoría versus hipótesis. La explicación de un fenómeno, que está basada en el cúmulo de resultados obtenidos por el método científico, es conocida como teoría. Esa palabra viene del griego *theorein*, "observar", que inicialmente era usada en el contexto de observar una obra teatral.

Esto explica que teoría sea utilizada equivocadamente como especulación, refiriéndose a la observación de algo no necesariamente real. Por lo regular esta segunda acepción confunde al grueso de la población sobre el significado de una teoría científica. De ahí el uso frecuente de la palabra para descalificar teorías controvertidas, como la de la evolución. En ese sentido, el uso popular de la palabra teoría es más cercano al significado del término científico hipótesis.

En ciencia, una teoría es el resultado de un estudio científico, y se refiere a una explicación de un fenómeno que concuerda con todas las observaciones hechas hasta ese momento. No es una explicación definitiva, pero sí un acotamiento para futuras explicaciones: las teorías siguientes deberán explicar tanto y más que las actuales. Una teoría nunca puede ser probada como verdadera porque nunca podemos asegurar que sabemos todo sobre un fenómeno; pero esto no le resta validez.

Energía. De igual manera, el significado del término "energía" ha sido modificado en el uso popular. Comúnmente oímos que tal persona "tiene mucha energía", que tal comida es "muy energética", y hasta llegamos a oír de la energía que "desprenden las pirámides", etcétera, todo esto sin saber bien a bien a lo que se refiere el uso de la palabra energía.

En física la energía es un concepto bien definido que no permite interpretaciones equivocadas. Propiamente hablando, el trabajo es la aplicación de una fuerza para mover un objeto una distancia dada. Si uno es el que empuja es fácil entender que esto representa un trabajo. Lo

interesante de esto es que ese esfuerzo no se pierde sino que se conserva en el movimiento del cuerpo. El trabajo invertido en mover el cuerpo está ahora contenido en su movimiento, y a esa cosa imaginaria (esfuerzo almacenado) le llamamos energía de movimiento, o “cinética”.¹

Si por el contrario, nuestro esfuerzo no hace que un objeto adquiera velocidad sino altura, éste acumulará energía en función de su posición. En ese caso se dice que el esfuerzo está acumulado en algo imaginario que llamamos “energía potencial”,² refiriéndose al hecho de que al caer, un objeto podría realizar un trabajo regresándonos el esfuerzo invertido. Otro tipo de acumulación de esfuerzo es el que sucede al comprimir o estirar un resorte. En ese caso la energía también es llamada potencial.

Así pues, si el viento mueve unas aspas para subir agua de un pozo, estaremos intercambiando la energía de movimiento del viento en energía de posición del agua. Lo anterior pone en claro el valor social de la energía. En el ámbito social, hablar de energía es equivalente a hablar de la obtención de energía directamente de la naturaleza, específicamente eléctrica.

Como corolario pertinente, para asegurarse si el uso de la palabra “energía” es el correcto en alguna frase, simplemente debe reemplazarse por “trabajo almacenado”, y si la frase sigue teniendo sentido, se sabrá que la palabra está siendo usada correctamente. Por ejemplo, la frase “no tengo energía para correr” es equivalente a “no tengo esfuerzo almacenado para correr”, pero “al meditar libero energía positiva” no es equivalente a “al meditar libero trabajo almacenado positivo”. Mientras que en la primera frase la palabra “energía” sí está siendo utilizada correctamente, en la segunda no. Antes y después de meditar se tiene prácticamente la misma energía pero no antes y después de correr.

Unidades. Parte del lenguaje científico es el museo que representa la colección de unidades físicas, la mayoría con nombres en honor de científicos famosos. Las unidades son combinaciones de unidades más básicas (como segundos para medir el tiempo, metros para la distancia, etcétera) que reciben los nombres de los que introdujeron su uso o desarrollaron esa área de la física. Los nombres de las unidades, sin embargo, han sufrido las mismas modificaciones que muchas otras palabras de nuestro lenguaje, acercándose cada vez más a los nombres originales en el idioma del científico honrado.

Por ejemplo, la unidad para medir la energía es la combinación de kilogramos (kg), metros (m) y segundos (s), $\text{kg m}^2/\text{s}^2$, conocida anteriormente como “julio” en honor al físico británico James Joule (1818-1889). Es ahora conocida como “joule”. Otros ejemplos son la unidad de corriente eléctrica “amperio”, ahora también llamada “ampere”, en honor al físico francés André Marie Ampère (1775-1836). Otros casos menos homófonos son el “vatio”, que dista mucho del

1 Del griego κινητικός, que significa “que se mueve”.

2 Del latín potentia, que significa “capacidad para ejecutar algo”.

nombre de la unidad en inglés watt, en honor del físico inglés James Watt (1736-1819) y que se usa para medir potencia, y el “neutonio” o “neutón” que han cedido paso al nombre original de “newton” establecido en honor al físico inglés Isaac Newton (1642-1727) por su trabajo sobre mecánica clásica. Otras unidades en metamorfosis, son: culombio y coulomb, ohmio y ohm, faradio y farad, weberio y weber, henrio y henry, bequerelio y bequerel, y algunas otras más.

Calorías. Un problema especial también presente en otros idiomas, es el de la medición de la energía de los alimentos. Por razones históricas la energía de los alimentos no se mide en joules sino en Calorías (en mayúscula). Hace siglos, cuando no se sabía que el calor era el simple movimiento de las moléculas, su intensidad se empezó a medir —no en términos de su energía cinética, como debería de ser— por su efecto sobre alguna sustancia. Encapsulando mercurio en una pipeta se observó que la columna que formaba, cambiaba de tamaño, dependiendo de la temperatura ambiente. Graduando la pipeta en 100 divisiones con el grado cero, correspondiendo a la temperatura de congelación del agua y el grado 100 a la de ebullición, se decidió llamar “caloría” (en minúscula) a la energía necesaria para cambiar la temperatura de un gramo de agua en un grado centígrado. Hoy se sabe que una caloría corresponde a 4.2 joules.

Para complicar aún más las cosas, los profesionales de la alimentación decidieron medir la energía de los alimentos en calorías, pero como esas energías resultaron ser muy grandes (en los miles de calorías) hicieron lo que hacen los bancos nacionales de hoy en día y le quitaron tres ceros a la cuenta. Así pues, la unidad con la que se mide la energía de la comida es la “Caloría” (con “C” mayúscula) y equivale a 1,000 calorías (con “c” minúscula) o a 4,200 joules. Entre tanta confusión, usted puede degustar una deliciosa rebanada de pan integral de trigo, dándole a su cuerpo 360,000 joules, u 85,700 calorías o escasas 86 Calorías. ¿Como que ese pan se antoja más con números más pequeños, no?

Escala corta y larga. Otro lío histórico es el de la nomenclatura de cifras. Los países hispanoparlantes, al igual que casi todo el resto del orbe, usan la llamada escala larga, lo cual presenta problemas en México, debido a su cercanía a los Estados Unidos, que usa la escala corta. Estas escalas se refieren a la asignación de nombres a ciertas cantidades numéricas. En resumen la escala larga usa la palabra “billón” para referirse a un millón de millones, “trillón” a un millón de billones, etcétera. Por el contrario, la escala corta—de uso en los países de habla inglesa—, llama “billón” a mil millones, “trillón” a un millón de millones, etcétera. Es decir, la escala corta cambia cada incremento de 10^3 , mientras que la larga lo hace en cada aumento de 10^6 . Para evitar confusiones, es recomendable siempre explicar el significado del billón, etcétera con algún ejemplo numérico.

Evolución de los nombres de los conceptos físicos

Los conceptos físicos que usamos recibieron nombres originalmente asignados por los científicos de la época cuando fueron descubiertos. Es interesante ver cómo los nombres reflejan la evolución de la ciencia y la tecnología durante los siglos.

Conceptos físicos antiguos. En la evolución de la ciencia se han descubierto e inventado conceptos útiles, a los cuales se les han dado nombres que, por lo general, son asignados en el idioma del país donde se descubren. Esos nombres son después adaptados a los diferentes lenguajes. Así, pues, de la antigüedad nos llegan conceptos como “hora”, de la misma palabra en latín y con el mismo significado; “estrella” del latín *stella*, que a su vez viene del indo-iraní *ster*, del mismo significado; “planeta”, del griego *asteres planetai*, que significa “estrella errante”; calor de la misma palabra en latín derivada de la indo-europea *kel*, del mismo significado; y energía, del griego *energeia*, compuesta de *ergon*, que significa “trabajo” y que contiene la raíz indoeuropea *uerg*, que significa trabajo, muy cercana al inglés *work*, y muchas otras más.

De interés particular es la palabra bisiesto. Los romanos antiguos tenían un calendario prácticamente lunar, que iniciaba en marzo y terminaba en febrero, sin embargo febrero tenía tan sólo 23 días. Conocedores de la diferencia que hay entre doce ciclos lunares y uno solar, los romanos agregaban un día al final del calendario cada cuatro años para corregirlo, es decir, añadían el 24 de febrero. Siglos más tarde, en el año 45 AEC, el emperador Julio Cesar estableció un calendario modificado que seguía iniciando el año en marzo y otorgaba 28 días a febrero. Sin embargo, por costumbre, la corrección de los años bisiestos se mantuvo en el 24 de febrero y cada cuatro años se añadía al calendario un segundo 24 de febrero, un 24 bis usando el sufijo en latín que significa “repetir”. Ahora, dada la costumbre romana (aún mantenida en ciertos pueblos), de medir el tiempo respecto al inicio o al final del año, dependiendo cual fuera más corto, el 24 de febrero era denominado como el sexto día antes del primero de marzo, *ante diem sextum ante kalendas martias*, por lo que el segundo 24 de febrero agregado cada cuatro años era el *ante diem bis sextum ante kalendas martias*, lo que explica el nombre de “bis-sexto” al día agregado. Obviamente el nombre se mantuvo hasta nuestros días, aunque ahora el día extra no sea un segundo 24 de febrero sino el 29.

Conceptos árabes. En la edad media la ciencia quedó en manos de los árabes y fueron éstos los que asignaron nombres a los descubrimientos científicos de esa época. Así, pues, es gracias a esa cultura que nos llegan nombres de estrellas, tales como “Aldebarán” (*Al-dabaran* significa “la estrella que sigue a las pléyades”, lo cual —curiosamente— es prácticamente el mismo significado del nombre que los seris de Sonora le daban a la misma estrella *Azoj yeen* o *CAAP*. [5]) “Deneb” (*Dhanab ad-Dajajah*, cola de gallo), “Denébola” (*Dhanab al-Asad*, cola de león), “Fomalhaut” (*Fam al-hut*, boca de ballena).

Otros términos científicos con origen árabe incluyen “almanaque” (al-mankh, ciclo anual), “álgebra” (al-gabr, la reducción), “algoritmo” (al-khwarizmi, que significa “el de Khwarizm” en relación al lugar de nacimiento del célebre matemático Mohamed Ben Musa), “cifra” y “cero” (ambos del árabe sifr que significa cero), y muchos otros más.

Conceptos físicos pos-renacentistas. Durante el renacimiento fueron re-descubiertos muchos de los textos clásicos griegos, lo que puso de moda usar palabras en griego y en latín para los conceptos descubiertos en esa época, costumbre que se mantuvo en los siglos siguientes.

Así es como nos llegan nombres de conceptos como “inercia” e “impulso” del latín inertia y impulsus, introducidos a la jerga científica por Isaac Newton en el siglo XVII; “entropía” del griego entropé, “el que retorna”, concepto introducido por el ingeniero alemán Clausius en el siglo XIX; “adiabático”, del griego adiabatos que significa que “no puede atravesar”, en referencia a materiales aislantes de calor, concepto introducido en 1858 por el físico escocés Rankine, y muchos otros más.

Por el lado de la astronomía, el acceso a los mares del sur dio también acceso a constelaciones, que no habían sido observadas por las civilizaciones europeas y árabes del hemisferio norte, y que fueron bautizadas con nombres más contemporáneos que las anteriores. Así, pues, es en esta época cuando aparecen las constelaciones de la “escuadra”, el “telescopio”, el “retículo”, el “compás”, el “cincel” (todas bautizadas por el astrónomo francés Lacaille en el siglo XVIII), así como las del “triángulo astral” (triangulum australe), de la “cruz” (cruz), del “escudo” (scutum), “camaleón” (chamaleon) y otras más.

Conceptos físicos modernos. Los conceptos físicos, que han sido agregados al creciente diccionario científico a partir de inicios del siglo XX, han sido mayormente nombrados en base a la funcionalidad del concepto.

Así, tenemos términos como “cuanto” del latín quantum, del mismo significado usado por primera vez por el Nobel Planck en 1900 para referirse a la partición de energía en cantidades pequeñas; “espín” del inglés spin, o giro introducido en 1925 por físicos alemanes para referirse al momento angular de las partículas subatómicas; big bang por la idea de una “gran explosión” que fue introducida por el sacerdote católico Lemaître en 1927; bremsstrahlung, literalmente “radiación de frenado” en alemán, y usada por primera vez en 1939; “maser” y “láser” acrónimos de “Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation” y “Light ...”, introducidos en 1955 y 1960, respectivamente; “quark”, sonido inventado por el Nobel Gell-Mann en 1963, para referirse a los componentes de los protones y neutrones; “cuásar”, palabra introducida en 1964 y basada en quasi-star, para referirse a fuentes astronómicas puntuales de radiación electromagnética; “pulsar”, palabra inventada en 1968 para referirse a fuentes astronómicas

pulsantes de radiación electromagnética; “ciclotrón” (del griego *cyclo* –giro— con la terminación “tron” de electrón, para referirse al acelerador de partículas con cargas eléctricas, y muchos otros vocablos más.

Algunos otros conceptos, especialmente los referidos a partículas nuevas, han sido bautizados con los apellidos de los físicos que propusieron sus propiedades. Ejemplos de éstos son “bosón” y “fermión”, usados para referirse a clases de partículas subatómicas y que fueron acuñadas en 1947, basadas en los apellidos del físico indio Satyendranath Bose y del físico italiano Enrico Fermi, respectivamente, y “higgs” introducida en 1974 en honor al físico británico Peter Higgs, que se refiere a una partícula aún no descubierta pero requerida por ciertas teorías.

Pifias. Al no existir un comité regulador de términos o traducciones, el uso inicial de ciertas palabras tiende a ser erróneo, especialmente cuando la palabra tiene difusión más allá del ámbito científico. Ejemplo de esto son los barbarismos, usados principalmente en computación: “filas”, en referencia al concepto inglés de files o archivos; “salvar” por save o guardar; “emilio”, por e-mail; “correo” por “buzón” o “mensaje”; “subir” y “bajar”, por el copiado de archivos electrónicos; “ancho-de-banda”, por digital bandwidth, que se refiere a la cantidad de unidades de memoria que controlan la velocidad de transferencia de datos digitales, etcétera.

Otro problema común, que se presenta entre los estudiantes que usan textos en inglés, es la traducción incorrecta de ciertos términos. Tal es el caso del uso de energía “kinética” en lugar de “cinética”; “momentum” en lugar de “momento”; “capacitor” en lugar de “condensador”; “switch” en lugar de “interruptor”; “velocidad” por “rapidez”, y muchos otros más.

Un problema más serio es la falta de términos especializados para ciertos conceptos. Ejemplo de esto es el concepto de scattering, que se refiere al cambio de dirección que sufren las partículas de un haz al chocar con un material, y que se traduce como “dispersión”, término que se usa más comúnmente para la separación de la luz en componentes, o la disolución de un gas o líquido en otro. Otro ejemplo es el fenómeno de cambio de fase de sólido a líquido que, en física en español, se denomina como “fusión”, y que se confunde con el proceso de unión de núcleos atómicos, en lugar del término correcto “fundición” que—por razones desconocidas para el autor— se reserva para el caso de metales. Un caso más es el del cambio de fase de sólido a gas, cuyo nombre de “sublimación” ha caído en desuso a favor del término incorrecto “vaporización”, que –en general— se refiere tan sólo a la producción de vapor de agua.

Conclusión

La física se da en todos los idiomas, incluyendo el español. El idioma usado en las publicaciones científicas tiende a usar estructuras especializadas, tendientes a las de la lógica matemática y ayudadas con analogías y metáforas más dependientes de la base cultural del autor. En el caso del español, este idioma ha adoptado y modificado la terminología científica durante siglos, sin perder así su identidad. Investigadores en países hispanoparlantes mantienen su idioma en su pensar y en sus comunicaciones, tanto en reuniones científicas como en publicaciones regionales.

Referencias

[1] M. A. K. Halliday and J. R. Martin, *Writing Science: Literacy and Discursive Power* (University of Pittsburgh Press, London and Pittsburgh, 1993).

[2] The role of language in learning physics, David T. Brookes, 2006, Ph.D. Dissertation, Rutgers University, http://research.physics.illinois.edu/PER/David/thesis_Y2.pdf.

[3] The Sapir-Whorf hypothesis, Rebecca Ash, 19999, www.angelfire.com/journal/worldtour99/sapirwhorf.html.

[4] M. G. Hewson, *European Journal of Science Education* 6, 245 (1984).

[5] M. B. Moser y S. A. Marlett (2005), "Comcáac quih yaza quih hant ihíip hac: Diccionario seri-español-inglés", Hermosillo, Sonora y México, Universidad de Sonora and Plaza y Valdés Editores.

