

EL LENGUAJE DE LA CIENCIA

Dr. César Lorenzano

Profesor Titular de la Universidad Nacional de Tres de Febrero

Introducción

En el artículo anterior habíamos mencionado que el análisis de la ciencia se realiza tomando en cuenta sólo aquello que es público, y por lo tanto puede ser sometido a estudios y discusiones objetivas.

Esto significa trasladar el punto de vista desde las ideas y el espíritu de la ciencia –como se prefería hacerlo hace casi más de un siglo- a aquello que se expresa en un lenguaje definido, el lenguaje de la ciencia, y que se encuentra recogido en libros y artículos especializados.

Por supuesto, no queremos decir que la ciencia es sólo lenguaje, sólo discurso –como lo pretende alguna filosofía posmoderna-, puesto que se trata de un lenguaje que no se encierra en sí mismo, sino que intenta dar cuentas de problemas de la realidad, y se encuentra, por lo tanto, anclado en la experiencia, que es la que da fundamento a lo que se expresa con él.

En este artículo presentaremos las características del lenguaje de la ciencia, aquello que lo diferencia de cualquier otro tipo de lenguaje, y su particular organización. A continuación caracterizaremos con estos elementos a la primera metodología científica que se propone en la historia, la inductivista.

Cuando veamos los pasos de que constan tanto los proyectos de investigación, como los artículos científicos –que por otra parte se encuentran organizados según las metodologías científicas-, haremos alusión continuamente a estas consideraciones, ya que como es obvio, unos y otros se redactan en **el lenguaje de la ciencia**, cuyas peculiaridades es necesario conocer.

Las funciones del lenguaje y el lenguaje de la ciencia

Debemos decir, en primer lugar, que el lenguaje cumple distintas funciones. Existe el lenguaje **interrogativo**, aquel con el que formulamos preguntas tales como ¿qué sucedió el 25 de mayo de 1810?, o ¿qué comió anoche el paciente? Existe asimismo el lenguaje **directivo**, aquél con el damos órdenes. Cierre la puerta, o tome este medicamento cada 6 horas, son ejemplos del mismo. Otro tipo de lenguaje es el **expresivo**, aquel con el que comunicamos distintos estados de ánimo, y con el que decimos cosas tales como ¡qué barbaridad! Lo siento mucho. Qué bello paisaje.

Pues bien. El lenguaje en que se manifiesta el conocimiento científico recibe el nombre de **informativo**, pues con él procuramos comunicar lo que sabemos.

Dicho lenguaje está formado por **enunciados**. Utilizamos esta expresión como sinónimo de proposición, o de afirmación, aunque en este último caso podría pensarse que su uso implica un cierto asentimiento a lo que se dice.

La característica principal de los enunciados, y que los hace aptos para volcar en ellos al conocimiento científico, es que es **verdadero o falso**.

La distinción es sumamente importante, pues toda la metodología científica se dirige a establecer la verdad o falsedad de lo que se dice. Como habíamos mencionado, nace en un contexto histórico en el que no se puede apelar más a la autoridad religiosa o civil –fuente de toda razón y justicia, como de expresa en las oraciones- para fundamentar el conocimiento, sino a la

experiencia humana.

Una vez establecido que el lenguaje de la ciencia es el informativo, y está integrado por enunciados, avanzaremos en la consideración de sus elementos básicos, los **términos** o palabras con los que se forman los enunciados, para distinguir entre ellos a los más básicos y a los más complejos. Una distinción que permite ver sus relaciones, y cómo en esas relaciones se juega la posibilidad de decir de la verdad o falsedad de las afirmaciones de la ciencia.

Los términos de la ciencia

Diferenciaremos en los términos que forman a los enunciados de la ciencia –los ladrillos básicos con los que se construye el edificio científico- entre aquellos que son **lógicos** y los que son **empíricos**.

Los **términos empíricos** nombran a aquellas cosas que se estudian en ciencia, y a sus propiedades y cualidades. Los dividiremos a su vez entre términos observacionales y términos teóricos, según sea la índole de lo que nombran. (Se llaman en la jerga lógica **categoremáticos**.)

Los términos **lógicos**, en cambio, no nombran a nada en particular. (En la jerga lógica, **sincategoremáticos**).

Veamos sus características.

i. términos lógicos:

Su función es la de conectar entre sí a distintos enunciados (“llueve y truena” por ejemplo, en el que “llueve” es un enunciado y “truena” otro, conectados por “y”), o para expresar a cuántos nombran los términos empíricos. Un ejemplo de estos términos lógicos es **“algunos”**; otro es **“todos”**.

Retengámoslos, pues con ellos caracterizaremos a los enunciados que son la base de la comprensión de la metodología científica.

Otros términos lógicos muy interesantes son **“si entonces”**, pues con ellos se conectan enunciados de tal manera que forman una secuencia causal. “Si el paciente toma el medicamento, entonces baja la fiebre” puede ser un ejemplo mínimo tomado de la práctica médica en la que se establece una relación causal entre dos sucesos, tomar el medicamento y bajar la fiebre.

Presentándolos de manera formal, el signo de “algunos” es el siguiente:

“ \exists ”, que se lee “existe o existen”; habitualmente se presenta en una secuencia de símbolos que comienza así: $\exists x$ (existe algún o algunos x , siendo x una variable para designar cualquier objeto).

Este símbolo es el característico de enunciados que llamaremos **existenciales**.

En cuanto a “todos”, el símbolo que lo representa en lógica es el siguiente: “ \forall ” que al igual que “algunos”, se escribe habitualmente seguido de una x , tal como aparece a continuación: $\forall x$, que se lee “para todo x ...”, siendo la x una variable que designa a cualquier objeto. También puede representarse en otra notación con la variable x entre paréntesis: **(x)**.

En cuanto a los conectivos lógicos, se sugiere ver el apartado que corresponde a las nociones básicas de lógica, a fin de comprender la función de los signos **y, o, no, si entonces** –llamado condicional-, que se representan así:

y: “.”

o: “v”

no: “ \neg ”

si entonces: “ \supset ”; en en otra notación: “ \rightarrow ”

ii. términos observacionales:

En las primeras metodologías, los términos observacionales son los únicos que se consideran realmente empíricos. Se trata de aquellas palabras con las que se nombran las cosas y las propiedades más o menos directamente observables, tales como: alverjillas rojas y blancas (como las que menciona Mendel en su clásico experimento), luna, sol, pasto verde, agua, aparato de ultrasonografía, etc.

Desde una perspectiva más actual, aquello a que nombran los términos observacionales no son tan directamente observables, ni son de la experiencia cotidiana.

Sabemos desde la medicina lo arduo que es aprender a ver, y cómo se aleja de la experiencia cotidiana aquello que debemos ver. Incluso existe una disciplina específica –la semiología– que enseña a ver aquello que deben ver, y describir los médicos. Sabemos que para la semiología, algo tan simple en la experiencia común como una mancha en la piel debe diferenciarse para ser descrita como una mácula, una pápula, un eritema, etc., y según la distribución y extensión que tenga, como morbiliforme, etc.

Lo mismo sucede en diagnóstico por imágenes, y con mayor motivo que en clínica médica. No corresponde a nada de la experiencia común el que se pueda distinguir al corazón en una sombra blanca en el centro de una placa de tórax, o al sistema vascular pulmonar en las sombras que se alejan de ella dibujando el ramaje de un árbol. Sin embargo, constituye el andamiaje básico con el que se hace el diagnóstico por imágenes.

En la notación lógica, cuando se habla de un individuo –sea de lo que sea– lo representamos por letras tales como las siguientes: **a**, **b**, **c**, etcétera. El perro Sultán, el paciente Oscarcito se representan de esta manera.

Cuando se habla de un conjunto de individuos sin pormenorizar –una clase–, habíamos visto que utilizábamos la letra: **x**.

Cuando se habla de una cualidad –un predicado–, se la representa con las letras **P**, **Q**, etcétera. En nuestro ejemplo, simbolizan a pápula, eritema, etcétera.

iii. términos teóricos:

Pronto se ve que la ciencia presenta términos que designan cosas y relaciones que no son directamente observables. Es sabido que los electrones y las demás partículas subatómicas así como el átomo mismo no pueden observarse. Tampoco la energía (en física), la neurosis (en psiquiatría), la valencia (en química), etc.

Se advierte, además, que estos términos que se llaman **teóricos**, son los más característicos de las teorías científicas, aquello que las hacen distintas al conocimiento común. Esto hace que con el tiempo deje de insistirse en el carácter o no de observable de los términos teóricos, para centrarse en que constituyen el vocabulario propio que introduce cada teoría científica. Lo inadecuado del criterio de si lo que nombra es observable o no deja de tener relevancia cuando no se descarta que algún avance tecnológico permita “verlo”.

Así sucede, por ejemplo, con los **cromosomas**, en que las primeras versiones de la teoría genética de la herencia nombraban a factores aportados por ambos progenitores, pero que aunque explicaban los rasgos de los hijos basada en una combinatoria de los mismos, no se sabía dónde residían ni qué eran, y que en años posteriores se sitúan en el núcleo de los gametos, e incluso pueden fotografiarse.

Desde el punto de vista lógico, no hay diferencias en los símbolos con los que se los representa. Pueden incorporarse símbolos específicos, haciendo la debida definición.

Los enunciados de la ciencia

Con las palabras –términos- de la ciencia se construyen oraciones informativas –enunciados- de distintos tipos. Ellos son los que pueblan las páginas de libros y artículos científicos. Distinguiremos tres niveles de enunciados.

i. enunciados de Nivel I:

Están formados por términos observacionales, que se refieren algún (o algunos) objeto (u objetos) observables, que presentan alguna o algunas propiedades observables. Un ejemplo de estos enunciados podría ser el siguiente: "El paciente de la cama 4 presentó temperatura alta esta mañana".

Cuando hablan de "algunos" –un número corto de ejemplares-, habitualmente se lo denomina una **muestra**.

Como se refieren a situaciones perfectamente identificadas –con una precisa ubicación espacial y temporal-, la verdad o falsedad de lo que afirman puede ser constatada sin mayores esfuerzos ni dudas. **Constituyen el nivel de los datos de la ciencia**. A partir de ellos, las distintas metodologías infieren la verdad o falsedad de los enunciados siguientes.

Presentaremos en notación lógica algunos enunciados de Nivel I característicos:

P (a): el individuo a posee la cualidad P (Este paciente –Oscarcito- presenta una erupción morbiliforme)

a R b: los individuos a y b están relacionados por la relación R. (Oscarcito estuvo con Juancito; Oscarcito es hijo de Joaquín, son ejemplos de relaciones.

ii. enunciados de Nivel II:

Los enunciados de Nivel II se encuentran formados por términos observacionales, pero que en vez de referirse a uno o algunos, se refieren a "todos". "Todos los cuerpos que se calientan se dilatan" puede ser un ejemplo de estos enunciados. "Todos los pacientes a los que se administra paracetamol bajan la temperatura", puede ser otro. Son enunciados que rigen para todo tiempo y lugar, para todos los miembros del universo al que se refieren. Se denominan por este motivo **enunciados universales**.

Aquí encontramos por primera vez a las **leyes científicas**, que son representadas por enunciados de este tipo.

Como una particularidad suya, no puede establecerse su verdad por simple inspección –pese a que se trata de objetos y propiedades observables-, ya que es imposible tener ante la vista a la totalidad de una población, en todo tiempo y lugar, puesto que es –potencialmente- infinita.

Por este motivo, es crucial la relación que establecen con enunciados de Nivel I, un hecho del que se ocupa la metodología.

La notación lógica de una ley científica es la siguiente:

$(\forall x) (Px \supset Qx)$, que se lee así: para todo x, si presenta la propiedad P, presentará la propiedad Q). En nuestro ejemplo, para todo paciente, si presenta manchas de Koplic, presentará una erupción morbiliforme. Recordemos que también puede presentarse en los textos de esta otra manera:

$(x) (Px \supset Qx)$

Los enunciados universales son imposibles de verificar –dada la extensión ilimitada en tiempo y en espacio de objetos a los que se refiere-, pero fáciles de refutar, puesto que basta un solo caso falso para rechazar el universal, que ya no será verdadero para todos, como lo sostiene.

Existe un curioso tipo de enunciado, cuyo término lógico característico introdujimos anteriormente. Se trata del enunciado llamado **existencial**, que a diferencia del universal habla de uno o algunos, pero con igual nivel de generalidad que éste, pues asimismo su dominio se extiende por todo tiempo y lugar.

En notación lógica, un enunciado existencial podría ser el siguiente: $(\exists x) (P x)$, que se lee: existe algún x que posee la propiedad P . Como veremos al hablar del método hipotético-deductivo, juega un papel importante en esta metodología.

Por el momento sólo lo introduciremos para su consideración, haciendo notar que al contrario de los enunciados universales, son muy fáciles de verificar, ya que basta encontrar un caso que cumpla la propiedad P para que sea verdadero. Sin embargo, es imposible de refutar, puesto que aunque permanentemente se encuentren casos en los que no se cumple, un futuro caso podría cumplirla.

Pese a sus dificultades, pueden guiar las investigaciones, como uno muy conocido de fines de siglo XIX, que expresaba que existen sustancias que matan a los microbios, pero no dañan al organismo humano. Pese a los continuados fracasos, Paul Ehrlich, científico alemán que obtiene el Premio Nobel en 1905 por sus estudios sobre la inmunología, logra la primera sulfamida, el Prontosil, que se constituye en el primer antibacteriano general, salvando millones de vida y preludiando a los antibióticos.

Debemos diferenciar los enunciados generales, como lo hace Popper entre los estrictamente universales, las auténticas leyes de la ciencia, y los enunciados universales numéricos, cuyos miembros se pueden enumerar, como sucede con un universo estadístico. Aquí “todos” habla de “todos los votantes de Argentina”, o “todos los niños de Latinoamérica”, que aunque abarque un número muy grande de casos, no es infinito como en las leyes.

iii. enunciados de Nivel III:

Los enunciados de Nivel III están formados por términos teóricos, y se refieren en el caso de las **leyes teóricas**, a “todos” los miembros del universo en el que se aplican. “Todos los átomos poseen un núcleo de neutrones, y están rodeados de electrones”, pudo ser un ejemplo cuando se sostenía el primer modelo atómico. “Todos los paranoicos resuelven inadecuadamente el complejo de Edipo”, sería un ejemplo si esta fuera una ley psicoanalítica legítima.

Aunque según una versión de la metodología en toda teoría científica existe un núcleo de enunciados de términos teóricos puros, no cabe duda de que en las leyes de la ciencia se mezclan términos que son teóricos con términos que no lo son. El ejemplo más notable lo constituye el segundo principio de Newton ($f = m \cdot a$), en el que fuerza (f) y masa (m) son propios de la teoría, pero la aceleración de un cuerpo puede constatarse (observarse) sin recurrir más que la medida de distancia que recorre un móvil, y del tiempo que demora en recorrerla.

En la medicina hipocrática, puede considerarse que existe una ley fundamental que expresa (aproximadamente), que tales o cuales signos (y síntomas) observables (según la semiología médica) son causados (en todos los casos) por alteraciones en los humores. En la medicina actual, se expresa que

en todos casos los signos y síntomas son causados por alteraciones en la anatomía y fisiología de los órganos. En ambos casos, los signos (y síntomas) se consideran observables, mientras que "humores" y "anatomo-fisio-patología" son introducidas por cada una de las teorías médicas mencionadas, la de Hipócrates, y la actual, y por lo tanto son **teóricas** a su respecto.

Enunciados mixtos

Son enunciados formados por términos teóricos y términos empíricos. Sirven para dar una interpretación empírica a los enunciados teóricos puros teóricos, conectándolos términos teóricos con términos observacionales. Pueden llamarse también "Reglas de correspondencia", o en otra terminología, "Diccionario".

Un ejemplo de la medicina actual podría ser el siguiente: "La resolución del proceso de inflamación en los tejidos bronquiales da como resultado la desaparición de los roncus y sibilancias bronquiales", en el que "inflamación de los tejidos bronquiales" aparece como más teórico, puesto que no es observable para el clínico, mientras que los roncus y sibilancias, los sonidos que hacen los bronquios inflamados pertenecen a un lenguaje observacional especializado.

La notación lógica de los enunciados teóricos puros y mixtos no difieren mayormente de los enunciados de Nivel II.

Síntesis

Si sintetizamos lo visto hasta el momento tenemos que:

- i. el lenguaje en el que se expresa la ciencia es el lenguaje informativo
- ii. sus elementos más simples, el tipo de palabras -términos- que lo integran, se distinguen entre términos lógicos, observacionales y teóricos
- iii. las oraciones -enunciados- que pueden formarse con ellos, son de distintos niveles, que van desde el nivel de los datos (I), al de las leyes empíricas (II), y de las leyes teóricas (III)
- iv. Los enunciados teóricos pueden ser teórico puros, o mixtos.

Si bien la notación lógica de leyes científicas específicas puede ser considerablemente más compleja que los ejemplos muy simples que manejamos, dado que presentan el mismo esquema básico de representación en lo que sigue del curso no iremos en lo posible más allá de esta notación básica.

La metodología científica desde el punto de vista del lenguaje de la ciencia

Se descarta, como expusimos, la versión que hace de la ciencia lo que está en la mente de los científicos, o un conjunto de "ideas" porque no se sabe con exactitud de qué se habla cuando se las menciona. En cambio, los enunciados de la ciencia son públicos, y su referencia es clara. Podemos expresar ya el problema metodológico por excelencia en su versión lingüística, entonces, a partir de estas consideraciones. Es el siguiente: si sólo podemos conocer la verdad o falsedad de los enunciados que exponen los datos de los que dispone la ciencia, ¿cómo pueden sostenerse las leyes científicas, que hablan de lo que ocurre en todo tiempo y lugar, y acerca de lo cual no podemos tener ninguna experiencia? ¿cómo se justifica el paso de enunciados de Nivel I a enunciados de Nivel II?

En la metodología inductivista, la verdad de los datos (enunciados de

Nivel I) constatada por la experiencia, permite establecer la verdad de las leyes empíricas (enunciados de Nivel II), haciendo una generalización. Según Bacon – el primero en ocuparse de la metodología de la ciencia-, la ciencia es inductiva. Agregamos a nuestra síntesis anterior el siguiente punto: la relación de inducción entre el Nivel I y el Nivel II permite justificar –para el inductivismo- por los datos de la experiencia a las leyes científicas.

En el próximo artículo caracterizaremos adecuadamente la metodología inductivista, sus aciertos, los problemas que presenta, y cómo debió ser reemplazada por la metodología hipotético-deductiva.