

# ALGUNOS ELEMENTOS PARA UN ANÁLISIS DE LA VERDAD EN LA CIENCIA

---

**CELSO VARGAS ELIZONDO**

**ORCID: 0000-0002-1701-6186**

recibido: 18 febrero 2025 | aprobado: 03 marzo 2025

## **Resumen:**

En este artículo se proporcionan algunos elementos para el análisis de la verdad en ciencia. Se presentan las principales teorías tradicionales de la verdad y se discute el papel que desempeñan tres de ellas en la ciencia: la teoría de la correspondencia, del consenso y de la coherencia.

## **Palabras clave:**

Teorías de la verdad, ciencia, cambio climático, verdad como consenso, teoría de la correspondencia de la verdad.

---

## **Summary:**

*In this paper, some elements for analysing truth in science are provided. A brief statement on the traditional theories of truth is presented, and the role and place of three of these theories in science are discussed: the correspondence theory, the consensus theory, and the coherence theory..*

## **Keywords:**

*Theories of Truth, science, climate change, truth as consensus, correspondence theory of truth.*

## 1. Introducción

Dos observaciones generales son importantes en relación con el tema que desarrollamos en este artículo. En primer lugar, el análisis del uso de “verdad” en ciencia es un tema bastante complejo, y puede variar de disciplina en disciplina. De manera que lo que hacemos en este artículo es un breve esbozo del tema. Los enfoques o teorías tradicionales sobre la verdad no logran captar bien este uso en ciencia. Mantenemos algunos de los términos usados por estas teorías, específicamente, verdad por consenso, verdad como consistencia y la verdad como correspondencia para captar algunos los elementos de una propuesta de la verdad en ciencia. Tradicionalmente, a estos enfoques analíticos de la verdad se les denomina “teoría”. Utilizamos este término en este trabajo, pero reconocemos que, quizá, no es el término más adecuado, pues nos llevaría a hablar de “teorías dentro una teoría”, lo cual podría ser un poco confuso. Sin embargo, tampoco pretendemos reemplazar los usos tradicionales, pues nos alejaría de la discusión tradicional sobre el tema. Esperamos que el lector pueda diferenciar por el contexto cuándo hablamos de una teoría científica y cuándo de la aplicación de los conceptos de verdad (como se utilizan en estos enfoques).

El segundo aspecto relevante es que vemos continuidad entre la práctica científica, en relación con estándares de buenas prácticas, y los usos en ingeniería. De hecho, un importante producto científico es la generación de manuales, estándares y guías que puedan ser utilizadas en ingeniería y en actividad mucho más técnicas, por ejemplo, el mantenimiento de equipos, vehículos y procesos de construcción de obras civiles, para mencionar solo unos.

## 2. Conceptos iniciales

Dada la referencia en el título a “teoría de la verdad” y a “ciencia”, se impone proporcionar una caracterización inicial y suficiente para nuestra discusión de los términos involucrados. Comencemos por el segundo. Resulta de valor distinguir entre dos enfoques generales sobre el tema: la aproximación descriptiva y la prescriptiva. En la descriptiva se hace un recuento de todos aquellos campos o áreas de estudio que presentan como “ciencias”. Una enumeración completa de todos estos campos fácilmente alcanzaría las 500 ciencias. Diferentes listas pueden encontrarse en una búsqueda rápida en la web, especificando los distintos ámbitos, como educación,

medicina, ciencias naturales, etc. Por ello, no consideramos necesario incluir referencias bibliográficas sobre este tema. Y es que la clasificación por ámbitos sigue siendo una forma importante para agrupar las distintas disciplinas científicas. La forma tradicional de agrupar las ciencias es: ciencias naturales, ciencias humanas, ciencias biológicas, ciencias de la computación, ciencias de la comunicación, ciencias ambientales y agrícolas. Sin embargo, esta clasificación deja de lado aquellas disciplinas científicas en las que hay un importante grado de intersección de otras ciencias que, siguiendo la sugerencia del Dr. José María Gutiérrez (comunicación personal), pueden denominarse espacios interdisciplinarios. Podría agregarse a la clasificación anterior una nueva categoría: los espacios interdisciplinarios. De hecho, en este ámbito se realiza una parte importante de las investigaciones en este momento. Tenemos varios ejemplos de este tipo de ciencias, por ejemplo, las investigaciones sobre desarrollo sostenible, la ciencia del cambio climático y la salud pública. En el primero se requiere, entre otros, conocimientos económicos, sociales, culturales, físicos, biológicos, legales, y en salud, mientras que, en el segundo, conocimientos de física, química, atmósfera, ambientales, geológicos, matemáticos y computacionales, entre otros. Otro tanto podemos decir de salud pública que requiere entre otras matemáticas, modelación computacional, biológicas, ciencias médicas, ciencias sociales, física y química.

La mera clasificación de las distintas disciplinas científicas nos proporciona una idea general de las ciencias por área, pero no nos proporciona una idea clara de la naturaleza de estas ciencias. Una mejor aproximación descriptiva sería la clasificación de las ciencias de acuerdo con criterios como: el uso de modelos computacionales y no computacionales, el nivel de uso de experimentos para contrastar sus resultados, el uso de ecuaciones y otros recursos matemáticos, así como la solidez de la elaboración teórica. Si utilizamos estos criterios y dependiendo de las escalas que utilicemos, tendríamos importantes aglutinaciones y dispersiones en el espacio que utilicemos. Por ejemplo, en el uso de modelos computacionales (sistemas de ecuaciones), la física, la química, la estadística, ciertas ramas de la psicología, la economía cuantitativa y la ciencia del cambio climático, entre otros, aparecerían como disciplinas que recurren de manera importante a estos recursos. Pero habría otras que no recurren a modelos o lo hacen muy limitadamente. Por ejemplo, muchas de las ramas de las ciencias políticas y la antropología se agruparían como disciplinas que utilizan limitadamente estos modelos. Lo mismo podríamos hacer si utilizamos otros criterios clasificatorios.

No obstante lo que podamos avanzar en las aproximaciones descriptivas, enfrentamos varias limitaciones. Mencionamos dos. La primera es que todavía no nos permite captar aspectos sustantivos de la investigación científica, por lo menos

en un número relevante de disciplinas, como los métodos que se utilizan para el análisis y discriminación de los datos, para la clarificación de los conceptos relevantes y para medir el progreso científico en un área del conocimiento determinada. La segunda tiene que ver con el tema de este artículo: el análisis del concepto de verdad en ciencia. En ambos casos se requiere algún nivel de prescripción que nos permita diferenciar “buenas prácticas científicas”, si podemos llamarlas así, de otras que no lo son, y quizá, excluir algunos ámbitos como no científicos. Sin embargo, llevar a cabo tal labor lleva más allá del ámbito de esta sección. Por ello, dedicaremos la tercera sección para presentar nuestro marco “filosófico”.

El otro término que debemos aclarar brevemente es “el de verdad”. Cómo debemos entender este concepto y qué distinciones son obligatorias a la hora de considerar la “verdad”, han sido dos cuestiones de mucho debate a lo largo de la historia de la filosofía, pero especialmente desde la filosofía moderna, con predominio en el siglo XX y lo que llevamos del XXI.

En este trabajo, seguimos la distinción tradicional de que hay cuatro funciones principales del lenguaje: función declarativa, la función imperativa, la función interrogativa y la desiderativa. Los enunciados declarativos (que llamaremos proposiciones) tienen como finalidad hacer determinadas afirmaciones o informar sobre eventos, de manera que “verdad” está asociada con este tipo de enunciados, y así lo usaremos. Debemos indicar que actualmente se han reclasificado las funciones del lenguaje para hacerlas más adecuadas a determinados objetivos. Se reconocen entre ellas: la informativa, la fáctica, la directiva, la expresiva, la referencia, la emotiva, apelativa y metalingüística (Pelayo y Cabrera, 2001). En esta clasificación, “verdad” estaría relacionada con componentes de varias de estas funciones. Esta clasificación no afecta significativamente el análisis, pues podemos identificar, en cualquiera de esas funciones, cuando se están utilizando enunciados declarativos. Por ejemplo, “me sentí muy bien cuando Juan me dijo que X”. En este enunciado podemos diferenciar dos funciones al menos, una emotiva, pero también este enunciado es susceptible de ser analizado desde el punto de vista de si se dice la verdad o no.

Se han propuesto varias teorías de la verdad y algunas distinciones importantes (Glanzberg (2023), Dowden y Swartz (2025)). Nos centraremos únicamente en las teorías. Las principales teorías de la verdad actuales son las siguientes: teoría de la correspondencia, teoría deflacionaria de la verdad, teoría de la consistencia (de la coherencia), teoría pragmática de la verdad, teoría del consenso y teoría epistémica de la verdad. Realmente, como hay varias formulaciones en algunas de éstas, quizá sea más propio hablar de “teorías de la correspondencia” o “teorías epistémicas de

la verdad”, por ejemplo. O como propone Glanzberg (2023) “familias de teorías de la verdad”, debido a las distintas definiciones que se proponen dentro de un mismo enfoque. Por otro lado, también encontramos relaciones importantes entre algunas de estas teorías, por ejemplo, las teorías de la verdad como consenso podrían ser subsumidas bajo una teoría pragmatista de la verdad.

Nuestra pretensión en este trabajo no es analizar crítica ni comprensivamente las distintas teorías de la verdad, incluyendo la legitimidad de llamarlas “teorías”, tal y como indicamos al inicio de este trabajo, sino más bien hacer una presentación general de éstas con miras a proporcionar algunos elementos que nos permitan introducir el enfoque que adoptaremos en relación con ciencia. Sin embargo, en la siguiente sección analizamos algunos de los problemas que enfrenta una de estas teorías, la teoría de la correspondencia, cuando la aplicamos a la investigación científica. Lo hacemos como ilustración general de la diferencia entre el uso cotidiano de la verdad como correspondencia y cuando analizamos desde un punto de vista más “científico”.

Consideremos el siguiente ejemplo: “la encuesta de intención de voto muestra que, si las elecciones fueran hoy, el partido X obtendrá un 45% de los votos” (llamemos a esto  $\square$ ). Supongamos que los resultados de la encuesta son falsos, es decir, “ $\square$  es falso”. La teoría de la correspondencia establecería que, “bajo las presuposiciones Y, Z, W... y el margen de error E, la encuesta muestra un estado de cosas  $\omega$ , en el que ‘X obtendrá un 45 % de los votos’ es falso”. Es decir, bajos los mismos presupuestos, por ejemplo, “el partido X obtendría un 15% de los votos” es verdad. La referencia a estados de cosas, hechos y términos similares son propios de la teoría de la correspondencia. Utilizaremos “estados de cosas”. En este sentido, “ $\square$ ” es verdadera si y solo si, existe un estado de cosas  $\omega$ , tal que  $\square$  y  $\omega$  están en una relación R de verdad, es decir,  $R(\square, \omega) = V$ . Existe, si podemos decirlo así, un subconjunto D del lenguaje natural, lenguaje declarativo (como ya indicamos), del cual podemos establecer una correspondencia entre lo declarado y un estado de cosas, de manera que lo declarado expresa (verdadero) o no (falso) un estado de cosas. O bien podemos afirmar que verdadero y falso son una propiedad de determinados enunciados. En este sentido, “verdad” es un atributo de determinados enunciados y el mismo tiempo una relación R entre proposiciones  $\square$ , y estados de cosas  $\omega$ . La correspondencia entre proposiciones y enunciados es filosóficamente compleja (Marian, 2022).

La teoría deflacionaria de la verdad indica que no existe tal relación R, entre enunciados declarativos o proposiciones y los estados de cosas, sino que una proposición es o bien verdadera o falsa y no requerimos introducir mayores

complejidades en el análisis de las proposiciones. De igual manera, la consideración de “verdadero” como un predicado de las proposiciones es una ilusión. Como se observa, esta teoría aplica la “navaja de Ockham” para simplificar la teoría de la verdad. Sin embargo, los problemas que presenta son evidentes. Mencionemos dos. El primero es que para diferenciar entre proposiciones verdades y aquellas que son falsas, debemos introducir alguna categorización con lo cual se reintroducen dentro de la teoría uno de los conceptos que se quieren eliminar, aunque le demos un nombre diferente. El segundo problema es que no nos proporciona ningún criterio para diferenciar entre los distintos usos del lenguaje: el declarativo, el imperativo, el literario, por ejemplo, así como un contenido ficcional de uno real. Le sale muy caro a la teoría llevar a cabo esta simplificación.

La teoría de la consistencia de la verdad afirma que una proposición separada carece de la fuerza que obtiene cuando las vemos en conexión con otros enunciados. La fortaleza de una teoría de la verdad reside en las relaciones lógicas (consistencia, dependencia, derivación, consecuencia, herencia y otras relaciones relevantes) que puedan establecerse en la red de conceptos propios de una teoría o de un relato, así como en la fuerza lógica de las relaciones entre sus proposiciones. Desde luego que la afirmación de la consistencia como la característica definitoria de una teoría de la verdad tiene el problema de que no nos permite diferenciar entre un relato ficcional (como determinados casos de obras literarias) altamente consistente y una teoría científica, o entre un relato consistente, pero falso (José María Gutiérrez, comunicación personal), como es ampliamente ilustrado en casos judiciales, por ejemplo.

Para la teoría pragmática de la verdad,  $\square$  es verdadero si es útil y nos lleva al éxito. Por el contrario, es falso si nos lleva al fracaso. Así, “la encuesta de intención de voto muestra que, si las elecciones fueran hoy, el partido X obtendrá un 45% de los votos” es verdadera para X, si le es útil y le lleva a ganar las elecciones, es decir, si los resultados de la encuesta modifican la decisión de los votantes en favor ese partido político. Sería falso si eventualmente pierde las elecciones. La máxima pragmática es: “concebir un objeto es concebir sus consecuencias prácticas” (Peirce, 1878; citado en Atkin, 2024). No debemos presuponer ninguna concepción sobre la verdad o la falsedad de un enunciado, sino estar atento a sus consecuencias y dependiendo de éstas podemos valorar los enunciados correspondientes.

Esta concepción puede bien ser ligada a la búsqueda de consecuencias “buenas” para la mayoría de la sociedad, como en el utilitarismo clásico. Sin embargo, en nuestro tiempo, ésta puede bien ligarse con los fenómenos del postmodernismo (o cierta formulación de él) y la posverdad. En posverdad, se atiende más a la forma

de la comunicación para crear determinados efectos sobre individuos y grupos, especialmente, la emergencia de las emociones incidentales, para favorecer a un individuo o grupo. En este sentido, hay una legitimación de la mentira, de la conspiración, de la pseudociencia, la propaganda y cualquier otra forma de comunicación que resalte lo emotivo sobre el contenido y la verdad, con la finalidad de alcanzar determinados objetivos.

La teoría de la verdad como consenso afirma que las verdades se construyen por consenso y aceptación social. Así, “la encuesta de intención de voto muestra que, si las elecciones fueran hoy, el partido X obtendrá un 45% de los votos”, puede hacer que ciudadanos la crean y conviertan en verdad una afirmación que es falsa, como presupusimos. Esta teoría de la verdad es claramente subsumible en la teoría pragmática de la verdad, con la diferencia de que el énfasis no se pone en la utilidad y el beneficio, sino en el consenso, y permite estudiar los distintos mecanismos sociales que se utilizan para crear consensos sociales y los efectos que estos consensos tienen sobre la realidad política, social, económica y ambiental. Una mera información, cuando es creída, puede tener consecuencias sociales muy negativas. La propaganda en contextos de guerra híbrida hace uso extensivo de estos recursos. Una afirmación es falsa, cuando no se alcanza el consenso sobre un asunto. Veremos que esta teoría es muy importante en ciencia, pero formulada de manera diferente.

Finalmente, la teoría epistémica de la verdad agrupa un conjunto de posiciones todas las cuales pretenden analizar el concepto de verdad a partir de los conceptos de conocimiento, creencia, aceptación, consenso, justificación, verificación o falsación y otros conceptos epistemológicos. En nuestro esfuerzo por proponer algunos elementos para una teoría científica de la verdad, hacemos uso de este último enfoque reconociendo que nuestro enfoque presupone una determinada posición filosófica sobre la ciencia que elaboraremos más adelante. Como se verá, hay intersecciones entre nuestra posición y algunas de las teorías brevemente presentadas en esta sección.

34

35

### **3. Problemas de la teoría de la correspondencia**

La teoría de la correspondencia es la teoría más clásica e importante. Pero, uno de los problemas que enfrenta esta teoría cuando tratamos de aplicarla a la investigación científica es que no presenta la complejidad que es requerida.

Consideremos una de las formulaciones de esta teoría, considerada como paradigmática (variante 2 de Marian, 2022, sección 3):

“X es verdadero si y solo si X corresponde a algún estado de cosas que se obtiene;

X es falso si y solo si X corresponde a algún estado de cosas que no se obtiene”

En el primer caso lo afirmado por X corresponde con un determinado estado de cosas, mientras que, en el segundo, lo afirmado no corresponde. Por ejemplo, sea X = “Costa Rica se ubica al sur de Nicaragua” corresponde un estado de cosas descrito por el sistema internacional de coordenadas geodésicas y de Azumith con base en el cual podemos concluir que X es verdad. Pero consideremos Y como “Costa Rica se ubica al norte de Nicaragua”; en este caso, lo afirmado no corresponde a un estado de cosas descrito por ese sistema internacional. Por lo tanto, podemos afirmar que es falso que Costa Rica se ubica al norte de Nicaragua. En el uso ordinario damos por supuesto el sistema de coordenadas y simplemente miramos un mapa para determinar su verdad o falsedad.

Pero en ciencia es mucho más complejo. La mera constatación no es suficiente, pues, como indicamos asume muchas presuposiciones. En cierto nivel es suficiente con referirse al sistema de coordenadas, o mirar un mapa, pero en otras tendríamos que hacer referencia a la forma de la tierra y su comportamiento dentro del sistema solar. Pero también, al sistema de convenciones que hemos utilizado para etiquetar y delimitar regiones geográficas en la esfera terráquea. Pero podemos ver mejor lo anterior, si consideramos el siguiente ejemplo: X = “Juan observa un conejo en la región n y en la hora h y día d” (ordinariamente, ni siquiera se especifica el tiempo). En su uso ordinario, preguntamos por el lugar, el tiempo y evidencia (una fotografía indicando el tiempo y el entorno, podemos indagar si quien reporta ha recurrido o no a una modificación de la fotografía y una somera estimación de la probabilidad de que haya conejos en esa región). Con base en ello, podemos afirmar que X es verdadera o falsa.

Sin embargo, en ciencia, específicamente en taxonomía, la afirmación en la que se involucra “un conejo” remite a una posición específica dentro de un Dominio, el Animalia, el Filo Chordata, la Clase Mammalia, la Orden Lagomorpha, la Familia Leporidae, Género: *Oryctolagus*, Especie: *Oryctolagus cuniculus*. Llevaba razón Leibniz al indicar, en este caso sobre las sustancias orgánicas (en los que “el alma y el cuerpo forman una unidad”), que toda sustancia orgánica refleja el universo a su manera. Leibniz hablaba más en términos más generales, de “Mónadas” o unidades vitales, pero aplica bien en este caso. Aquí “conejo” remite a una posición específica

dentro de la taxonomía biológica y de alguna manera refleja toda la taxonomía (a su manera, diría Leibniz).

Pero el taxónomo considera también las propiedades específicas del conejo para determinar si efectivamente lo indicado por Juan corresponde a un conejo o a otro tipo de organismo vivo. Sin embargo, se puede objetar que esta forma de abordar la determinación de la verdad o falsedad de una afirmación esconde supuestos que no tendríamos por qué aceptar.

En efecto, asume como aceptable la clasificación y los caracteres taxonómicos (aquellos elementos que permiten diferenciar un organismo de otro). Podríamos tener otras clasificaciones taxonómicas diferentes con lo cual las características y algunos caracteres taxonómicos de “conejo” podrían ser diferentes. Asumir que “conejo” es la intersección de los conjuntos {Animalia, Chordata, Mammalia, Lagomorpha, la Leporidae, Oryctolagus, Oryctolagus cuniculus} más otro conjunto de caracteres taxonómicos, sería afirmar una definición analítica por sinonimia, dentro de otras posibles.

Quine, como se recordará, en *Dos Dogmas del Empirismo* (1951) y en *Palabra y Objeto* (1960), sometió a crítica demoledora los supuestos que utilizamos para establecer definiciones y enunciados analíticos y que afectan de manera directa, entre otros, las sinonimias, incluyendo, la traducción de un idioma a otro, y en este caso, la determinación de la verdad o la falsedad sobre una instancia de “conejo” (como miembro de la intersección de los conjuntos arriba indicados). Sus argumentos son complejos u requieren un análisis detallado y separado. Nos conformamos con un breve esbozo del argumento de Quine en el caso de la indeterminación de la traducción (de una lengua a otra).

Quine, en *Palabra y Objeto*, adopta un supuesto mínimo y es que existe una forma de determinar conductualmente (por determinados estímulos) cuando personas de diferentes culturas e idiomas asienten o disienten respecto de ciertas preguntas o expresiones. En este caso, determinados gestos o palabras que podemos asociar consistentemente con respuestas “sí” (ante determinadas clases de estímulos) y otros gestos para indicar “no”. Hemos utilizado el ejemplo de “conejo” pues es el que Quine utiliza para ilustrar la indeterminación de la traducción. Quine supone que un lingüista, en la construcción de un diccionario para la lengua X, ha llegado a la conclusión que “Gavagai” se traduce al español como “conejo”, de manera que ingresa en la entrada correspondiente a Gavagai la traducción como conejo (Gavagai = conejo, una definición). Ha llegado a esta conclusión presentando diferentes contextos en los que el estímulo esperado está presente o ausente.

Sin embargo, argumenta Quine que esta forma de proceder no resuelve problemas importantes que podrían presentarse, denominados “discrepancias”, entre las cuales menciona: a) dependencia de la respuesta al estímulo actual de información anterior, por ejemplo, de haber asociado el movimiento de la hierba en el pasado con conejo y el asentimiento ante la pregunta “Gavagai” en un movimiento de la hierba actual; b) entre el registro que hace el traductor y la situación específica a la que el informante asiente ante la pregunta “Gavagai?”, en el sentido, de que el informante puede estar refiriendo a una parte del conejo, sus orejas, su cola o su forma de desplazarse; c) la presencia de moscas con alas largas (en forma de orejas de conejo) ante las cuales la respuesta a la pregunta sería “sí”, cuando en realidad el informante se está refiriendo a la mosca y d) cuando la referencia a “Gavagai” se hace para designar una propiedad de todos los conejos, la de ser conejo y no un conejo específico, es decir, su “conejidad”.

Quine concluye que hay un importante nivel de indeterminación en aquellos registros que hagamos y que son extendibles también a experimentos y otras actividades de la investigación científica, como la recolección y el filtrado de datos, con lo cual se introduce un igualmente importante nivel de relatividad (indeterminación) en el conocimiento y en la ciencia.

A pesar de las críticas de Popper al psicologismo en 1958, en el sentido de que el análisis lógico del conocimiento científico no se preocupa de cuestiones de hecho (sección 2, Panorama de algunos problemas fundamentales, *The Logic of Scientific Discovery*), los resultados científicos de la psicología resultan muy relevantes en la clarificación de problemas como los planteados por Quine y en aspectos a tomar en consideración para entender mejor la dinámica del desarrollo científico. Por ejemplo, los resultados del análisis de la percepción, en la psicología de la Gestalt, nos pone de manifiesto que la percepción se orienta primeramente hacia totalidades y sólo después a los detalles. Esto es especialmente consistente con los mecanismos biológicos de supervivencia de los organismos vivos. A menos que haya nuevos resultados, la identificación de cazadores que representan un peligro para una especie requiere este análisis de totalidad primero. En este sentido, las clases naturales (dentro de ellos nombres) es de esperar que tiendan primero a referirse a totalidades (conejo se refiere al conejo como un todo), y cuando sea necesario hacer las adiciones que sean necesarias, por ejemplo, cola de conejo, etc. En este sentido alguno de los casos discutidos por Quine puede resolverse de esta manera, y por tanto, no presentan discrepancias serias.

Por otro lado, las investigaciones sobre el desarrollo cognitivo, iniciados por Vygotsky, Piaget y continuados por Ausebel y Novak, entre otros, han puesto de manifiesto

que el desarrollo cognoscitivo no es inicialmente abstracto, sino más bien concreto. Inicia con instancias (como conejo) que luego forman categorías, dándole forma y estructura a un sistema de categorías, donde las categorías más abstractas, las superordinales se construyen después. En este sentido, no parece razonable la discrepancia que señala Quine entre las situaciones de estímulo y el supuesto de que “Gavagai” puede referirse a “la propiedad de ser conejo” ya que esta propiedad no estaría presente en toda la comunidad hablante de ese idioma. Es decir, el uso normal sería para referirse a instancia de conejo o a la especie conejo.

Sí, nos parece relevantes otras discrepancias entre el estímulo actual y la información anterior. Pero, desde hace ya muchos años se ha señalado la importancia del rigor en el registro de los datos, las observaciones y otros procesos relevantes a fin de reducir hasta donde se pueda subjetividades que puedan afectar el proceso. Como bien observa Dowling (2004):

... los estudios sobre cómo aprendemos y recordamos las cosas han demostrado convincentemente que los recuerdos son en gran parte reconstruidos y creativos. Falsos recuerdos no son inusuales. Estos hallazgos han cambiado fundamentalmente la manera en la que la Ley ve el testimonio de testigos oculares. Contrario a lo que se creyó durante mucho tiempo que un testigo ocular puede registrar y recordar fiablemente un evento, ahora nos damos cuenta que, lo que recordamos y aún percibimos de un evento, depende de muchos factores -experiencias previas, errores, atención, imaginación y así sucesivamente (Dowling, 2004, 2)

Este hecho se incluye en las buenas prácticas de la investigación científica en todas las disciplinas, por ejemplo, en las ciencias naturales y médicas. Sin embargo, puede afectar la aplicación de la teoría de la correspondencia en su uso ordinario, en el sentido de que podemos encontrar distintas situaciones en las que se produce un error “denotativo”.

Pero uno de los mayores problemas que enfrenta la teoría de la correspondencia tiene que ver con los enunciados universales. Un enunciado de la forma “todos los conejos son mamíferos” el ámbito del cuantificador aplica no solo a los conejos que vivieron en el pasado, sino también a los actuales y futuros. Tradicionalmente se asumió el carácter fijo de las especies y, por tanto, no parecía haber ningún problema con esta afirmación. Pero que las especies evolucionan, está bien establecida. Sin

embargo, en términos de la clasificación taxonómica actual, dada la alta posición de la categoría “mammalia” es altamente probable que este rasgo se mantenga también en los próximos miles de años. De manera que, relativo a este intervalo de tiempo, podríamos considerar que el enunciado es altamente probable que sea verdadero.

El problema que estos enunciados presentan en ciencia es que no existe un procedimiento para determinar su verdad. Como sabemos, el enunciado “todos los conejos son mamíferos” es expresado en términos de la conjunción de instancias de la forma “a es un conejo y es mamífero”, las cuales forman un conjunto numerable. Una de las medidas para determinar la confirmación (C) de esta expresión es considerando el número de casos en los que se confirma (i) sobre el número total de casos más 1 ( $n+1$ ), es decir,  $C = i/(n+1)$ . Lo que es llamativo es que los primeros casos favorables aportan mucho más, es decir, la confirmación es inversamente proporcional al número de casos favorables. Supongamos que hemos encontrado 1000 casos en total y todos confirman el enunciado. En esta situación, el caso 1000 aportaría a la confirmación  $1/1001$ . Esta es la paradoja de la confirmación. Nunca llegaremos a tener certeza de que ese enunciado es verdadero. Aun en aquellos casos en los que tenemos un dominio cerrado en el que podemos afirmar verdad para todas las instancias del dominio, no tenemos ninguna garantía de que en el futuro se mantenga.

Diferente es la situación de probar que un enunciado universal es falso: basta encontrar un caso en el que no se cumpla la propiedad. El descubrimiento de cisnes negros en Australia mostró que era falsa la afirmación de todos los cisnes son blancos. Esta es la asimetría entre la conjunción y la disyunción. La contrastación de hipótesis (o teorías) es realmente muy importante en ciencia, como veremos más adelante. Pero también, el sustento fáctico de una hipótesis o teoría es un importante criterio para juzgar las teorías científicas.

#### **4. Posición sobre la ciencia**

Desde el inicio de la revolución científica del siglo XVII hubo esfuerzos por delimitar el conocimiento científico. Encontramos estos criterios en las principales tradiciones filosóficas que se ocuparon de la ciencia. Pero ha sido en el siglo XX donde se ha explorado con mucho detalle esta labor. El primero de estos esfuerzos gira en torno de las posiciones que adoptaron la inducción y el principio de inducción como los criterios para demarcar la ciencia de cualquier otra forma de saber: todo conocimiento es científico si se obtiene por inducción. A lo más que podemos

aspirar, bajo estos criterios, es a una colección de resultados de investigación todos obtenidos por inducción y sus generalizaciones, pero no teorías. No hay modo de transitar de “hechos observables” a teorías científicas. Varios problemas enfrenta esta posición. Mencionemos uno: muchos de los resultados que se puedan obtener bajo esta forma, no tienen asegurada su verdad. El problema de las variables seleccionadas (estas y no otras) no puede ser resuelta por un científico que adopte la inducción como criterio.

Hempel en su libro *Philosophy of Natural Science* (1960) discute una serie de métodos que son utilizados para el análisis de hipótesis y teorías científicas: la inducción, la deducción y la abducción, así como el papel que desempeñan las hipótesis auxiliares en el proceso de contrastación de hipótesis. De acuerdo con Hempel el proceso de investigación científica es nomológico deductivo. El ejemplo clásico es la teoría newtoniana: sus tres leyes dinámicas y la ley de gravitación universal. Admite Hempel dos tipos de leyes: las leyes universales y las leyes probabilísticas, que constituyen los dos modelos para la explicación y predicción científica. De esta manera, denominamos ciencia a todo conocimiento que se obtenga mediante la contrastación de hipótesis basada en estos dos modelos. Uno de los problemas de esta perspectiva, como se observa, es que proponer el modelo nomológico-deductivo como característica de la ciencia, deja de lado ámbitos científicos en los que no podemos encontrar leyes en el sentido de Hempel: muchas disciplinas como la psicología, las ciencias políticas, la antropología y ciertas áreas de la biología no serían incluidas como ciencias, con lo cual la lista de ciencias disminuiría de manera significativa.

Karl Popper dedicó una parte sustantiva de su trabajo académico para proponer criterios de demarcación entre la ciencia, la no ciencia y la metafísica. Dos características generales propone Popper como propias de la ciencia: a) la propuesta de ideas revolucionarias que son prácticamente contrarias e inconcebibles desde el punto de vista ordinario. Pensemos, como Popper mismo menciona, la idea de que la materia se compone de átomos, o la idea de que la tierra gira alrededor del Sol, o el comportamiento de las partículas subatómicas como partículas y como ondas, la superposición de estados y el entrelazamiento cuántico. B) aunque se trata de ideas revolucionarias, se establecen las condiciones que harían posible su falsificación. Es una característica de la ciencia el establecer potenciales falsadores de sus teorías. Una vez falsada la teoría, se revisan la teoría, las condiciones iniciales y las hipótesis auxiliares con el fin de determinar sobre qué componente(s) recae la falsificación y si se pueden hacer modificaciones para mantener la teoría. La ciencia avanza mediante conjeturas y refutaciones, sin dar nada por garantizado. Podemos diferenciar entre ciencia y no ciencia determinando si introduce la falsación como criterio de decisión

de sus resultados. El análisis popperiano es realmente muy complejo. Lo indicado aquí es solo una orientación general.

Esta teoría no está exenta de problemas. Primero como señalada Kuhn (1962), la falsación de una teoría es poco frecuente en la historia de la ciencia, lo encontramos en el estadio que Kuhn denomina “ciencia revolucionaria” en la que hay varias teorías en disputa, pero en los periodos de “ciencia normal” los científicos se ocupan más bien de consolidar el paradigma y ordenadamente ir resolviendo los rompecabezas (contraejemplos o anomalías) que se presentan a la teoría. Segundo, los científicos tienden a ser más bien conservadores con los resultados experimentales que son adversos (falsaciones) y siguen desarrollando la teoría con la expectativa de resolverlos en el futuro. Esto sugiere que hay otros aspectos relevantes en la ciencia que motivan este carácter conservador.

La clave, en este artículo está en el enfoque propuesto por Lakatos y denominado “Metodología de los Programas de Investigación Científica” (MPIC). Estos programas tienen gran flexibilidad para abordar distintas situaciones que encontramos tanto en la historia de la ciencia como en las prácticas actuales. Kandel (2006, 95-97) señala un episodio que sucedió en 1946 cuando Eccles conversó con Popper en relación con la controversia sobre la electroquímica de la transmisión sináptica. Había dos teorías sobre el proceso. Eccles defendía la teoría de que el potencial sináptico tiene dos componentes: uno inicial y rápido de naturaleza eléctrica y uno más prolongado de naturaleza química mediado por neurotransmisores tales como la acetilcolina. Eccles observaba como la evidencia estaba en su contra y en favor de la teoría alternativa que afirmaba que la acetilcolina, por ejemplo, estaba presente desde el inicio y era responsable de la transmisión sináptica. Eccles se sentía deprimido, Popper por el contrario le proporcionó un buen argumento desde su teoría de la falsación. Finalmente, triunfó la teoría alternativa. Popper analiza esta controversia como la rivalidad entre dos teorías, lo cual es solo parcialmente cierto. La otra parte que no puede ser adecuadamente captada desde Popper es que ambas teorías son parte de una misma línea de investigación. Constituyen dos rutas diferentes de exploración, una de las cuales llevó a resultados más satisfactorios. Este y otros hechos son mejor capturados y explicados racionalmente desde la MPIC.

En efecto, lo que vemos aquí es una serie de teorías que surgen alrededor de un mismo tema (programa) de investigación en el que algunas son sustituidas por otras que describen y explican mejor lo observado. Este tema común expresa compromisos importantes del grupo de científicos (comunidad) que trabaja en ella de manera que guía la selección de los problemas y áreas a analizar, el ritmo de su desarrollo y la valoración del progreso alcanzado hasta el momento. Varios aspectos influyen en las

decisiones. Por ejemplo, la tecnología y técnicas disponibles, y lo que se desconoce sobre el tema (incertidumbres). Por ejemplo, contra lo que se creía de que el clima es un sistema caótico (durante la segunda mitad del siglo XX), la investigación científica en cambio climático bajo el tema básico de que son las emisiones humanas las que están forzando un cambio climático hacia el calentamiento global, supone que la relación fundamental entre emisiones de gases con efecto de invernadero y el calentamiento global, aunque compleja (como múltiples impulsores “drivers”) pero que se expresa, en último término, de una forma lineal. Un programa se adopta y se desarrolla valorando el potencial explicativo y en este caso de intervención (adaptación, mitigación y reducción) para evitar consecuencias con alta probabilidad de que sean irreversibles. Lakatos denomina heurística negativa a la prohibición de que expliquen el cambio climático por otros medios, por ejemplo, bajo la teoría de la formación de las nubes, o como la coincidencia entre los periodos glaciares y el desplazamiento del sistema solar en la Vía Láctea en determinadas posiciones (los brazos de la Vía Láctea). Denomina heurística positiva a las orientaciones teóricas que guían al programa hacia desarrollos y predicciones nuevas. Por ejemplo, el uso, reportado en informe del 2007, de espectrometría de rayos X para diferenciar entre isótopos de Carbono y su relación con las emisiones humanas. Se mira atrás para evaluar lo alcanzado y hacia adelante para identificar las nuevas perspectivas de evolución del programa. Solo cuando el programa pierde poder heurístico y acumula cada vez más anomalías que busca desplazarlo por uno nuevo. La historia de un programa de investigación es muy importante para valorar su estado actual y su potencial futuro.

A medida que un programa despegar comienza a acumular evidencias y también anomalías (usualmente más anomalías), a mejorar los criterios para el análisis de los datos, para la realización de experimentos, la propuesta de estándares, en el caso de cambio climático, para la calibración de los equipos que registran las temperaturas y cambio en el clima, para la codificación y corrección de los datos (entre ellos estadísticos), y los criterios para la aceptación (acreditación) de resultados de investigación. Organiza las prioridades en las que debe centrarse la investigación, por ejemplo, obtener una mayor familiaridad con el papel de las nubes y la radiación cósmica en el clima, validar el uso de modelos de simulación computacional para un mejor análisis de los datos y para la predicción de la evolución del clima. A medida que progresa el programa se consolidan una serie de criterios que serán consideradas hipótesis auxiliares (por ejemplo, los impulsores o “drivers”) y se mejora la definición de las condiciones iniciales que deben ser incluidas en la recolección de los datos, en sus análisis y en la conclusión de sus resultados.

La teoría se somete a un severo proceso de contrastación respecto de los nuevos

resultados, si todo resulta bien, entonces, el programa se fortalece y le agrega mayor robustez a la teoría, en caso de que los nuevos resultados no sean favorables (falsaciones) a la teoría, se procede de la siguiente manera: se revisan primero las condiciones iniciales y determinar si se justifica introducir correcciones o modificaciones. Si todo está bien, se revisan las hipótesis auxiliares con el mismo objetivo. Si todo está bien, usualmente, no se considera refutada la teoría, sino que se considera como una anomalía que puede ser explicada por la teoría más adelante. En ocasiones se requiere nuevas investigaciones y obtener mejores datos que permitan abordar la anomalía. Esto se mantendrá, como indica Lakatos, hasta que el programa pierda su capacidad heurística positiva y comience a ser cada vez más regresivo.

Para continuar con nuestro ejemplo de la ciencia del cambio climático, cuando la Convención Marco del Cambio Climático (1992) fue adoptada en la Cumbre Río convocada por las Naciones Unidas (junio 1992) se señaló la urgencia de realizar investigaciones científicas en este campo con el objetivo de “estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero a un nivel que impida interferencias antropógenas (inducidas por el hombre) peligrosas en el sistema climático” (Naciones Unidas, 2024, 1) y, además, reducir las incertidumbres sobre la dinámica de la atmósfera y sus potenciadores. Tal y como se señala en Informe cuarto del 2007 AR4, GW1, capítulo 1 (p. 99), la comunidad de investigadores del cambio climático comenzó como un esquema muy simple: se introdujo el concepto de forzamiento radiativo, como una estimación de la variación en el índice de radiación solar que era finalmente devuelta al espacio en un periodo de tiempo determinado. Se consideró que intervenían los factores: superficie terrestre, nubes, emisiones de CO<sub>2</sub> y las masas de hielo. Ya en el 2007 la teoría había incorporado el papel de los océanos, de los aerosoles, las interacciones de la vegetación (los ciclos del carbono) y los volcanes, entre otros. En el sexto reporte del 2023 el progreso en la comprensión del clima ha seguido avanzando con rapidez, se conoce bien: el forzamiento solar y orbital, el forzamiento de los aerosoles volcánicos, los gases con efecto de invernadero bien mezclados (WMGHGs), los gases con efecto de invernadero halogenados, el efecto de otros gases de corta vida, los aerosoles, el uso del suelo y la cobertura boscosa, y el forzamiento radiativo efectivo (los diferentes tipos de albedo). Otros resultados relevantes han sido la caracterización del isótopo del carbono presente en las emisiones humanas, como ya indicamos, y la validación y mejoramiento de los sistemas de simulación computación y las técnicas para la captura, análisis de acreditación de los resultados. En este sentido, su heurística positiva sigue guiando la investigación. Uno de los aspectos llamativos de la forma en la que se presentan los nuevos resultados en los informes sobre el clima del IPCC, es que se hace una referencia a lo que se conocía en los informes anteriores sobre los

impulsores y lo que se ha logrado establecer con las nuevas investigaciones.

Así pues, en nuestra aproximación de qué es ciencia, diríamos que es todos aquellos ámbitos en los que podemos identificar un programa de investigación con una idea clara, podemos evaluar su heurística (aquí podemos utilizar una escala de progresividad en la que excluimos el caso en el que hay cero-progresividad), podemos identificar un conjunto de condiciones iniciales y también hipótesis auxiliares que dirigen la investigación. Finalmente, el método que utiliza para contrastar sus hipótesis, y valorar los resultados obtenidos.

## 5. Esbozo de algunos elementos de la verdad en ciencia

La teoría de la verdad en ciencia es un sistema complejo en el que podemos identificar varios componentes; hablaremos de tres. El primero es de verdad como convención o consenso y reconoce varios niveles. Primero, lleva razón Popper (1958) al negar que exista una base empírica, un fundamento último, respecto del cual podamos establecer pruebas conclusivas mediante experimentos cruciales o como se dice, mediante la aplicación del modus tollens (MT). Por ejemplo, ¿cuál nivel de descripción es suficiente para identificar una enfermedad mental X?: la descripción clínica (nosológica) o agregando una descripción neuronal, o agregando una descripción celular y molecular, o agregando una descripción a nivel atómico, y así sucesivamente. Se establecen consensos basados en la acumulación de eventos pasados, expresados, por ejemplo, en estudios epidemiológicos. Hay consenso en la comunidad médica de que para muchas de las consultas en salud, considerar la información epidemiológica y la caracterización nosológica (síntomas) es suficiente para resolver muchos de problemas de salud; otras consultas requieren un análisis mucho más complejo. Hay consideraciones económicas y de eficiencia en esta decisión. De igual manera, en otras áreas de la ciencia, encontramos consensos en relación con el uso de términos, aunque no siempre sean estos consensos compartidos por otras disciplinas que también los utilizan. Uno de ellos es “gen” que se utiliza en genética de poblaciones, en la investigación microbiológica, en la investigación molecular, entre otras, pero no comparte la misma definición operacional. Para decirlo con Quine (1949), hay diferentes convenciones en el uso y definición de “gen” que permiten expresar los resultados de esa disciplina de investigación de manera más definida. La verdad tiene una importante dependencia del uso de conceptos que se obtienen por convención.

Un segundo nivel de consenso tiene que ver con la suficiencia de las especificaciones técnicas a utilizar en la realización de determinadas pruebas, o para el análisis y

presentación de los datos. Un ejemplo de esto tiene que con normas técnicas para las buenas prácticas en ingeniería (ASME o normas ISO, por ejemplo). Se considera que el cumplimiento de lo establecido en las normas es suficiente para garantizar que las prácticas se realizan cumpliendo con estándares de calidad. Pero también sobre la forma en la que se deben realizar experimentos para obtener resultados que sean confiables y verificables de manera intersubjetiva. Ejemplos similares encontramos para laboratorios e investigaciones en microbiología y otras áreas.

Un tercer nivel de consenso lo encontramos en el establecimiento y definición de los parámetros para acreditación de resultados de la investigación científica. Actualmente estos son de naturaleza probabilística y encontramos algunas escalas bastante complejas. Por ejemplo, el IPCC, del que hemos estado hablando, utiliza 10 parámetros de confianza. Estos son: “virtualmente cierto” cuando el resultado de la ocurrencia de un evento es mayor al 99 %, le sigue “extremadamente probable”, “muy probable”, “probable”, “más probable que no”, “tan probable como no”, “improbable”, “muy improbable”, “extremadamente improbable” y “excepcionalmente improbable”, todos con su respectivo rango de probabilidad. Estos parámetros clasifican los resultados de acuerdo a si contribuyen a lograr el objetivo del programa, en este caso, el grado de confirmación de que las emisiones de gases con efecto de invernadero generados por humanos son los responsables del proceso de calentamiento global. Clasificar, por ejemplo, determinado corpus de información como “improbable” significa, o bien, que deben realizarse investigaciones adicionales para contar con nuevos datos para una evaluación posterior, o que la información disponible, que se considera suficiente, es realmente muy baja la probabilidad de un determinado “curso de eventos” tenga lugar. En la estrategia de presentación de los resultados de las investigaciones del IPCC observamos que el nuevo informe hace referencia al estado de conocimiento (según estos parámetros) sobre un tema en los reportes anteriores y cómo los nuevos resultados contribuyen a modificar a confianza del estado actual del conocimiento en ese tema.

Mencionemos un cuarto nivel de consenso: aquel que se establece en relación con la manera de tratar las anomalías (es decir, las falsaciones de la teoría). Tal y como indicamos anteriormente, es una práctica común revisar primero las condiciones iniciales. Esto incluye la forma de registrar los datos o los resultados o de llevar a cabo el experimento. Si no se detecta ningún problema a ese nivel, entonces, se pasa al análisis de las hipótesis auxiliares. En el caso del IPCC, estas hipótesis auxiliares están etiquetadas con el nivel de confianza según los parámetros indicados. De esta manera, es de esperar que si se consideran relevantes, se analizan primero las que tienen un menor nivel de confianza (probabilidad), lo cual puede conllevar, como

hemos ya indicado, realizar nuevas investigaciones para tener una mayor precisión de los resultados. Si, finalmente, no hay razón para dudar de las éstas, entonces, se pasa a analizar la anomalía como una falsación de la teoría y se toman las decisiones que correspondan: realizar nuevas investigaciones o evaluar si el programa está perdiendo capacidad para guiar al descubrimiento de nuevos resultados.

Como se observa, estos consensos sobre convenciones (que se aceptan como verdades provisionales) son realmente relevantes para la toma de decisiones en distintos niveles de la investigación científica, para la comunicación y para la valoración intersubjetiva de los resultados. Cuando no hay consensos, como es normal en ciencia, puede deberse a varias razones: criterios diferentes entre los participantes y se da una lucha para que prevalezcan unos sobre los otros o bien, diferencias en el enfoque teórico y quizá la rivalidad entre programas de investigación. En el caso de Eccles, al que hicimos referencia, tanto él como los de la teoría alternativa, mantenían el mismo consenso en relación el tipo de pruebas que decidiría una teoría sobre la otra. Así pues, la verdad como convención en ciencia juega un papel importante, pero claramente está supeditado a otros aspectos de la teoría de la verdad que es importante explorar. Es decir, no podemos tomarla como la teoría de la verdad en ciencia.

El segundo tipo de teoría que consideramos relevante es la verdad como consistencia o coherencia. Esta teoría afirma que un hecho o dato aislado no tiene mucho significado, sino que lo tiene en relación con los otros. Desde el punto de vista lógico, decimos que un conjunto de proposiciones  $P$  es consistente si y solo si, no es auto contradictorio. Es decir, si la conjunción de estas proposiciones no nos arroja el valor falso. Para las conjunciones, como se recordará, decimos que una conjunción es verdadera si cada una de sus proposiciones de la conjunción es verdadera, pero es falsa en el resto de los casos. Sin embargo, en ciencia no es necesario la conjunción en sentido lógico (todas sus posibles combinaciones), sino que tomamos el valor actual de una proposición y sobre esa base determinamos el valor de la conjunción. Si hay una proposición falsa, claramente el conjunto como un todo no es consistente. Pero, no siempre se requiere consistencia en sentido lógico, sino que se puede tolerar determinado nivel de inconsistencia. Sobre esto ya hemos hablado anteriormente. Las falsaciones no conducen por sí mismas al abandono del programa, sino que activa del proceso para hacerlos consistentes, y cuando no se puede y el programa es muy progresivo, simplemente se consideran como anomalías. Tal y como Popper lo mencionara, desde el punto de vista lógico, toda teoría está falsada desde el inicio. Solo poco a poco comienza a ganar evidencia.

Lo dicho anteriormente, también se observa en los gráficos de dispersión en

aquellos casos en los que podemos encontrar una tendencia claramente definida. Se descartan, como valores no representativos, aquellos puntos que se alejan de esa tendencia. En este caso, decimos un conjunto de puntos es consistente si muestra, con una distribución estadísticamente significativa, una tendencia específica. Podemos expresar todos los puntos de este gráfico de dispersión, de la forma siguiente: todos los  $x$  que están en la tendencia (por ejemplo, una relación lineal), es decir, la conjunción de los “ $x$  está dentro de la relación lineal” las consideramos como formando un conjunto consistente. Pero los otros puntos que no lo están bien pueden ser considerados como falsadores de la tendencia. Pero es suficiente con la significatividad estadística, entre más alta, mejor. Quizá un mejor tratamiento de los datos permita incluir nuevos puntos como parte de la tendencia.

En el caso del cambio climático, interesa la consistencia que se da entre los datos actuales, los datos del pasado (disponibles o reconstruidos) y con las tendencias futuras que la teoría busca predecir. Aquí se trata de un sistema bastante complejo que incorpora información climática histórica, modelos de simulación computacional, análisis isotópicos, datos actuales, identificación de los dinamizadores (drivers) y su participación en la explicación del clima actual, entre otros factores. Desde luego que la predicción del futuro se base en ciertos supuestos no tenemos garantía absoluta, pero sí un alto grado de plausibilidad de que puedan ocurrir. Se ha generado una importante experiencia en el uso de modelos predictivos, por ejemplo, en temas de seguridad (transporte aéreo, centrales nucleares), que muestran una gran promisoriedad en el uso de estos modelos. Su aplicación se ha extendido a muchos campos de la ciencia. Un ejemplo de esto es el estudio realizado por Martínez y otros (2024) sobre los cambios en la distribución geográfica de las serpientes venenosas debidos al proceso de cambio climático que estamos observando.

La consistencia interna también aplica cuando se realiza un experimento. En este caso, los resultados experimentales en conjunción con el diseño experimental, con las condiciones iniciales, con las hipótesis auxiliares relevantes y con la teoría. Es una conjunción que se espera que arroje como valor verdadero (confirmatorio). Si son inconsistentes, se inicia el proceso de revisión, según el procedimiento indicado, comenzando por la revisión de los resultados, el diseño experimental, las condiciones iniciales y así sucesivamente.

Ahora bien, una teoría no puede considerarse científica si no se refiere, por decirlo así, “al mundo”. Esta es la razón de ser y el sentido de una teoría científica: comprender un fenómeno de forma rigurosa, explicarlo y, a partir de aquí, derivar formas de intervención o de utilización de este conocimiento para la construcción de tecnologías o sistemas tecnológicos que sean de utilidad en uno o más ámbitos de la

vida social, incluyendo lamentablemente, los usos destructivos de la tecnología.

Pero una de las particulares que tiene la ciencia es que se hace a partir de ciertos elementos metafísicos, no observables, como la relatividad del espacio-tiempo, la equivalencia de la energía (E) y masa (m), la constancia de la luz, la sincronización, y su ecuación de campo para transformar campos gravitaciones en inerciales y viceversa, en el caso de la teoría de campos de Einstein. Esto no lo observamos. Estas teorías tienen un gran poder para explicar distintos tipos de hechos científicos y para predecir nuevos. Esta teoría es muy diferente a la teoría newtoniana que, como indica Berkson (1974), en el siglo XVIII adopta como entidades no observables: la existencia espacio vacío, la existencia de corpúsculos, fuerzas asociadas con los corpúsculos tanto de atracción como de repulsión, y la acción a distancia. Sus tres leyes de la dinámica y la ley de gravitación son altamente consistentes con esta imagen metafísica del mundo, y le permitió a Newton explicar fenómenos que antes se trataban de manera separada y no se comprendían bien o del todo no se comprendían: la atracción entre los planetas y el sol, la caída de los cuerpos en la tierra, la influencia gravitacional de la luna sobre la tierra (las mareas), así como las leyes que rigen las interacciones entre los cuerpos en la tierra.

Este poder explicativo de una teoría, o mejor los hechos que explica, se denomina su “contenido empírico” (Lakatos, 1999, 27 nota 6 y otros lugares). En el caso de Newton había ciertas anomalías con las que los físicos lidiaron por años en comprender y explicar, por ejemplo, la órbita de mercurio que no se ajusta al modelo orbital propuesto (conocido como “precesión del perihelio de Mercurio”), los descubrimientos en electromagnetismo que por años los físicos trataron de explicarlos en términos de acción a distancia, sin mucho éxito, hasta que Hertz establece, de manera concluyente para la comunidad científica, que el efecto eléctrico y magnético toma tiempo y, por tanto, no es una acción instantánea.

Einstein no sólo logra explicar la precesión del perihelio de Mercurio y deducir los resultados de la física clásica, sino que permite el descubrimiento de nuevos resultados inesperados, como el efecto fotoeléctrico (1905), el efecto Compton (1923) y la producción de pares (1934), y numerosos desarrollos nuevos en cosmología y otras áreas. De hecho, una de las formas de evaluar las teorías científicas (cuando hay varias teorías sobre un mismo ámbito) es por su contenido empírico. La teoría de la relatividad excede en mucho el contenido empírico de la física newtoniana.

El contenido empírico constituye esta importante porción de la realidad que soporta

una teoría científica. Y es respecto de este contenido empírico que podemos decir que es en el cual podemos correlacionar la teoría como correspondencia de la verdad. Pero el enfoque científico es diferente, en el caso de Mercurio, no se trata de “existe un X con masa tal y con una distancia tal del sol”, sino más bien, de proporcionar una explicación de por qué Mercurio describe tal órbita.

La palabra clave aquí es “explicación”. Esta es de carácter deductivo. Con los recursos teóricos disponibles por la teoría relatividad, podemos deducir, de manera consistente y certeza (virtualmente cierto), la órbita de Mercurio. La deducción es el recurso principal que la teoría tiene para referirse a la “realidad”. En este sentido, podemos ver el contenido empírico de una teoría como aquel conjunto de deducciones, sobre la realidad, que forman un conjunto altamente consistente (aunque admite excepciones). Es verdad que hay teorías que pueden predecir más cosas que las que realmente existen, hecho conocido como sub-determinación empírica de las teorías. Tenemos ejemplos como la teoría de las ondas Hertz que predice mucha más realidad que la que actualmente podemos observar y descubrir en la naturaleza. La amplitud y frecuencia nos permite construir series progresivas y continuas en las que amplitud de onda corre inversamente proporcional a la frecuencia y a la inversa. Cuando Hertz hizo su descubrimiento, podían encontrarse muchos huecos en el espectro, pero muchos de ellos han sido llenados con los nuevos descubrimientos (por ejemplo, el espectro de las radiaciones nucleares), pero también por el desarrollo de tecnologías como la tecnología móvil 5G y 6G. Pero esto claramente no es una desventaja teórica.

Pero hay teorías en las que esto no se da. Una de estas es la ciencia del cambio climático en la que su objetivo es reflejar el proceso de cambio climático tan fiel como sea posible, indicando los dinamizadores que están involucrados y haciendo mediciones cada vez más precisas, al tiempo que se determina con mayor claridad la participación de cada uno de los dinamizadores en ese proceso. La articulación teórica de todos estos elementos es realmente compleja, y se han dado pasos significativos durante estos últimos 21 años desde que entró en vigor este programa de investigación científica en 1994.

Como se observa, nuestra propuesta de teoría de la verdad se ubica mejor dentro de la teoría epistémica de la verdad y reconoce el desarrollo del conocimiento científico como un proceso racional en el que se tienen que tomar una serie de decisiones regladas a diferentes niveles, dentro los cuales ubicamos la verdad como consenso, la verdad como coherencia o consistencia y por último la verdad como correspondencia, pero entiendo ésta última, como el contenido empírico que soporta la teoría. Pero, como hemos indicado, el contenido empírico no la agota,

pues, una teoría tiene otras motivaciones para continuar desarrollándose, entre ellas, la heurística positiva, como la denomina Lakatos. En nuestra aproximación, dos teorías de la verdad adquieren gran relevancia, la del contenido empírico y el de la consistencia lógica de sus resultados y procesos, y entendemos como subordinada, pero importante, la teoría de la verdad como consenso.

## Agradecimientos

*Agradezco al Dr. José María Gutiérrez por la lectura de un borrador anterior y por sus valiosas sugerencias para mejorar el documento. También al profesor Luis Guillermo Coronado por recibir con entusiasmo este trabajo.*

## Referencias bibliográficas

Atkin, A. (2024) Charles Sanders Peirce. *Internet Encyclopedia of Philosophy*. <https://iep.utm.edu/peirce-charles-sanders/>

Berkson, William (1974) *Fields of force: The development of a world view from Faraday to Einstein*. Routledge Kegan Paul, London, 1974.

Marian, David “The Correspondence Theory of Truth”, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2022 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2022/entries/truth-correspondence/>>.

Dowden, Bradley and Swartz, Norman (2024) *Truth*. Internet Encyclopedia of Philosophy. <https://iep.utm.edu/truth/>

Dowling, John E. (2004) *The Brain Great Debate, Nature of Nurture?* Princeton University Press. New Jersey, USA

Nickles, T. (2021), “Historicist Theories of Scientific Rationality”, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2021/entries/rationality-historicist/>>.

Glanzberg, M. (2023) “Truth”, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall

2023 Edition), <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2023/entries/truth/>>.

Hempel, Carl (1960) *Philosophy of Natural Science*. Prentice Hall, Princeton University, New York, USA.

IPCC (2007) *AR4 Climate Change 2007. The Physical Science Basis*. Working Group 1 (WG1). <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>

IPCC (2023) *AR6 Climate Change 2023, WG1, Chapter 2: "Changing State of the Climate System"* <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-2/>

Kandel, E. R. (2007) *In Search of Memory. The Emergence of a New Science of Mind*. W.W., New York- London: Norton and Company

Kuhn, T. (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University of Chicago Press.

Lakatos, I, & Musgrave M. (eds.), (1970), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge: Cambridge University Press.

Lakatos (1978), *The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers, vol. 1*, John Worrall & Gregory Currie (eds.), Cambridge: Cambridge University Press

Naciones Unidas (2024) "Qué es la convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático". <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/que-es-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico>

Martinez, Pablo Ariel y otros (2024) *Climate change-related distributional range shifts of venomous snakes: a predictive modelling study of effects on public health and biodiversity*. Lancet, Elsevier Ltd. [www.thelancet.com/planetary-health](http://www.thelancet.com/planetary-health) Vol 8 March 2024 4

Pelayo y Cabrera, (2001) *Lenguaje y Comunicación: conceptos básicos, aspectos teóricos generales, características, estructura, naturaleza y funciones del lenguaje y la comunicación*. Caracas: Los libros de El Nacional (2)

Popper, K. (1958) *The Logic of Scientific Discovery*. London and New York: Routledge Classics.

Quine, Willard V. O. (1960) *Word and Object*. New York and London: The Technology Press MIT and John Wiley and sons.

Quine, Willard V. O. (1961) "Two dogmas of Empiricism". *From a Logical Point of View. 9 Logico Philosophical Essays*. New York: Harper Torchbooks, Harper and Row Publishers.