Curso de Introducción al conocimiento científico experimental*

por **Celia**
E.Coto**

Capítulo 1. Introducción

El conocimiento científico es el resultado de una actividad humana de carácter social, que se realiza colectivamente, y de cuyos resultados se desprenden muchas aplicaciones prácticas, las cuales contribuyen a la satisfacción de nuestras necesidades y al mejoramiento de las condiciones en que vivimos.

La ciencia es la explicación objetiva y racional del universo

Es una explicación porque describe las diversas formas en que se manifiestan los procesos existentes. Distingue entre las fases sucesivas y coexistentes observadas en su desarrollo y desentraña sus enlaces internos y sus conexiones con otros procesos poniendo al descubierto las interacciones que son necesarias para que ocurra cada proceso.

La explicación científica es objetiva

Representa las formas en que los procesos manifiestan su existencia. Esa existencia no depende de las sensaciones, ni de las conciencias, el pensamiento, las pasiones, la voluntad, la imaginación o la ignorancia de los sujetos que las conocen. Se trata de una existencia propia. La explicación científica se refiere a procesos que existen objetivamente y, a la vez, ella misma es objetiva, en tanto que refleja con fidelidad cada vez más aproximada a los procesos existentes y su comportamiento. Por eso es que todo conocimiento puede ser verificado y confirmado en cualquier momento y por parte de cualquier persona y en cualquier laboratorio del mundo.

La explicación científica es racional

Porque establece una imagen racional de cada uno de los procesos que llega a ser conocido, lo mismo que cada una de sus propiedades y de sus interrelaciones con los otros procesos. La explicación científica encuentra las conexiones racionales que son posibles entre todos y cada uno de sus conocimientos adquiridos, construyendo así una red de vínculos, implicaciones y otros tipos de relaciones. Después, dichas conexiones racionales serán sometidas a la prueba decisiva de la experiencia, ajustándolas, modificándolas o afinándolas cuantas veces sea necesario y hasta que representen los enlaces que existen efectivamente entre los procesos reales. Cuando eso se consigue y, sólo entonces, las conexiones reales se convierten en conocimientos objetivos.

El universo, objeto único que la ciencia descubre y explica, es el conjunto total de los procesos que existen de manera independiente a cualquier sujeto y al modo de como éste los conozca, los ignore o se los imagine. En ese conjunto total de lo que existe objetivamente, está incluido el hombre como una de las partes integrantes. También están comprendidos los diversos nexos existentes entre el hombre y los procesos naturales, al igual que las relaciones sociales establecidas

entre los hombres. Por consiguiente, el universo es una fuente inagotable de conocimiento científico y, a la vez, la base ineludible para su comprobación. El universo en su conjunto tiene también una existencia objetiva, al igual que todos y cada uno de los procesos que lo integran. Las otras propiedades generales del universo, además de su existencia objetiva, se han puesto al descubierto y se siguen determinando con el avance del conocimiento científico.

Reflexiones a modo de conclusión

Desde que el hombre comenzó a pensar científicamente se han establecido numerosas leyes que explican muchos de los fenómenos naturales y que a su vez también han servido para desarrollar herramientas que pueden aplicarse al conocimiento de las causas o funcionamiento de esos mismos fenómenos o de otros para los que no existía explicación. Este conocimiento es aceptado por todos porque no es posible que cada uno de nosotros compruebe experimentalmente la veracidad de una ley. Sin embargo, recordemos que toda gran hipótesis que se convierte en paradigma por un tiempo es falible y puede ser desplazada por otra cuando se acumulen nuevos conocimientos que muestren sus falencias. Esta situación no es desalentadora. Así se ha movido la ciencia. Porque aunque una hipótesis no sea perfecta promueve el avance científico brindando explicaciones y así sucesivamente hasta que otra hipótesis mejor aparece y hasta que por fin se alcance a la verdad.

Hay un aspecto del conocimiento científico que no podemos dejar de mencionar a nuestros jóvenes lectores. Es cierto que los avances logrados principalmente durante el siglo XX han contribuido al mejoramiento de la calidad de vida pero no olvidemos que paralelamente han sido usados para su destrucción. El sofisticado material bélico ha sido utilizado en guerras de etnias contra etnias, países colonizadores sobre colonizados, ricos contra pobres, fundamentalistas contra todos y todos, en mayor o menor grado, contra la vida vegetal y animal.

Es por el poder intrínseco de destrucción que conllevan algunos conocimientos científicos que todo individuo que se apasione por la investigación, por esa sensación inigualable de estar descubriendo un misterio como el detective más sagaz, debe prometerse como ser humano que no participará en investigaciones destinadas al aniquilamiento de los seres vivos. Esta ética del comportamiento es esencial para ser un buen científico porque es imposible volver atrás pero es posible cambiar.

Pequeño diccionario de la jerga científica

Los científicos se comunican entre sí, en forma oral o escrita, con una mezcla de palabras de uso común y vocablos específicos utilizados para describir un proceso, un elemento o una cualidad especial. Muchos de estos vocablos específicos tienen raíces griegas o latinas adoptadas por el idioma inglés porque los países líderes en investigación son de habla inglesa. Al presente, el inglés es el idioma de la comunicación científica universal, sin desconocer la importancia de poder hablar y entender una lengua que permita comunicarnos con el resto del mundo, la enseñanza en nuestro país se realiza mediante el leguaje español, en

su versión rioplatense.

Este diccionario está organizado de la siguiente forma:

- 1) al vocablo seleccionado le sigue la definición que provee la Real Academia Española de la Lengua, como, en general, un término tiene varias acepciones, se seleccionaron las más apropiadas al uso del término en un contexto científico o, dicho de otro modo, en un ambiente científico.
- 2) en algunos casos se muestra una familia de vocablos, es decir, varios vocablos provenientes de una misma raíz, con significados parecidos.
- 3) se proveen ejemplos de su uso en informes o trabajos científicos.

Dado que este primer capítulo trata de temas generales, los términos que se analizarán también lo son. Nota: cuando en el ejemplo se mencionan términos del listado no definidos aún se encuentran subrayados.

Glosario de palabras de carácter general

actualización: ver review más abajo.

análisis: **1.** Distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos. **2.** Examen que se hace de una obra, de un escrito o de cualquier realidad susceptible de estudio intelectual. Ejemplo: *El análisis de los resultados obtenidos permite concluir que la reacción no depende de los componentes iónicos presentes.*

conclusión: Fin y terminación de algo. Ejemplo: ver el ejemplo de análisis. Conclusión, o conclusiones, es la parte final de un informe, un trabajo de tesis, un trabajo de investigación, etc., que expresa muy brevemente el hallazgo principal o el corolario de las experiencias realizadas.

consecuencia: Hecho o acontecimiento que se sigue o resulta de otro. Ejemplo: *En **consecuencia**, los resultados obtenidos prueban inequívocamente la hipótesis de trabajo propuesta.*

control: en todo experimento siempre se agrega un control ver el significado en el capítulo 2 de este curso.

corolario: Proposición que no necesita prueba particular, sino que se deduce fácilmente de lo demostrado antes. Ejemplo: *Como **corolario** de los resultados obtenidos podemos afirmar que una cucaracha tiene siempre apetito.*

deductivo: Que obra o procede por **deducción** (*Fil.* Método por el cual se procede lógicamente de lo universal a lo particular). Ejemplo: *En este trabajo de investigación hemos utilizado el método deductivo.*

depende: Producirse o ser causado o condicionado por alguien o algo. Ejemplo: *Los resultados obtenidos con la droga **dependen** de la cantidad de virus presente*

al inicio de la infección.

dependiente: Que depende. Ejemplo: *La velocidad de la reacción es **dependiente** de la temperatura en el rango de 37°C a 39°C.*

empírico: Pertenciente o relativo a la experiencia. En este caso la definición que da la RAE no se ajusta al significado que se le da en la Ciencia a este término. Un resultado **empírico** es el que se obtiene por experimentación, en contraposición con resultados obtenidos por predicciones teóricas.

específico: Que es propio de algo y lo caracteriza y distingue de otras cosas. Ejemplo: *El método usado no es **específico** ya que no permite distinguir entre las proteínas A y B.*

especular: **1.** Meditar, reflexionar con hondura, teorizar. **2.** Perderse en sutilezas o hipótesis sin base real. Ejemplo: *Esta teoría es puramente especulativa.*

especulativo/a: **1.** Pertenciente o relativo a la especulación.
2. Que procede de la mera especulación o discurso, sin haberse reducido a práctica.
Ejemplo: ver **especular**.

experiencia: Práctica prolongada que proporciona conocimiento o habilidad para hacer algo.

experimental: Fundado en la experiencia, o que se sabe y alcanza por ella. Ejemplo: *Los resultados **experimentales** muestran que la droga X es antiviral en concentraciones no tóxicas para las células.*

experimento: Acción y efecto de experimentar. Ejemplo: *Realizamos los experimentos por duplicado.* **Comentario:** Es una costumbre generalizada referirse a los experimentos mediante el término experiencias, pero, si comparamos las definiciones, surge claramente que no quiere decir lo mismo lo mismo que experimento y que su uso es incorrecto.

factor: Elemento, concausa. Ejemplo: *El **factor** determinante del resultado obtenido fue realizar la incubación a 33°C en lugar de 37°C.*

falible: Que puede faltar o fallar. Ejemplo: *Ninguna teoría es **infalible**.*

fenómeno: **1.** Toda manifestación que se hace presente a la consciencia de un sujeto y aparece como objeto de su percepción. **2.** Cosa extraordinaria y sorprendente.

3. Fil. En la filosofía de Immanuel Kant, lo que es objeto de la experiencia sensible.

Comentario: Ninguna de las definiciones por separado completa el significado de **fenómeno**. En términos científicos se suele expresar: es un **fenómeno** de naturaleza química o un **fenómeno** de naturaleza física. Según mi criterio

personal, **fenómeno** en el lenguaje científico es una palabra comodín, casi equivalente a cosa en el lenguaje coloquial, que evita la descripción detallada y repetida de algo fuera de lo común o no explicado aún.

hipótesis: Suposición de algo posible o imposible para sacar de ello una consecuencia.

hipótesis de trabajo: La que se establece provisionalmente como base de una investigación que puede confirmar o negar la validez de aquella. Ejemplo: *Este trabajo de investigación está basado en la hipótesis de que los cuerpos de las galaxias lejanas se mueven con mayor aceleración que los de las galaxias cercanas.*

hipotético: Pertenciente o relativo a la hipótesis o que se funda en ella.

implícito: Incluido en otra cosa sin que ésta lo exprese. Ejemplo: *Queda implícito que los resultados obtenidos son sólo aplicables en condiciones experimentales.*

inducción: Acción y efecto de inducir. Ejemplo: *Mediante un procedimiento inductivo hemos llegado a la conclusión...*

inducir: *Fil.* Extraer, a partir de determinadas observaciones o experiencias particulares, el principio general que en ellas está implícito.

inequívoco: Que no admite duda o equivocación. Ejemplo: *Los resultados obtenidos se consideran inequívocos ya que fueron realizados con un número significativo de muestras.*

irreversible: Que no es reversible. Ejemplo: *A mayor temperatura la reacción es irre-versible.*

mecanismo: proceso (ver proceso). Ejemplo: *El mecanismo de acción de la droga en ensayo no se conoce.*

modelo: Esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.

objetivo: 1. *Ópt.* Lente o sistema de lentes de los instrumentos ópticos, colocado en la parte que se dirige hacia el objeto. 2. Desinteresado, desapasionado. Ejemplo: Los resultados de la ciencia experimental son **objetivos** y en su interpretación no debe intervenir la subjetividad del investigador. 3. sinónimo de **objeto**

objeto: Hay varias acepciones, pero elijiremos dos: 1. Fin o intento a que se dirige o encamina una acción u operación. 2. Materia o asunto de que se ocupa una ciencia o estudio.

paper o trabajo de investigación: es un trabajo escrito que describe resultados experimentales originales que consta de las siguientes partes: de Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión.

parámetro: Dato o factor que se toma como necesario para analizar o valorar una situación. *Mat.* Variable que, en una familia de elementos, sirve para identificar cada uno de ellos mediante su valor numérico. **Comentarios:** En general, el uso de la palabra parámetro o parámetros se aplica a mediciones como la temperatura, el pH, etc., equivaldría a las condiciones usadas en una reacción de modo que sirvan para compararla con otra.

postular: **1.** Pedir, pretender. **2.** Pedir por la calle en una colecta.

postulado: (participio de postular) **1.** Proposición cuya verdad se admite sin pruebas y que es necesaria para servir de base en ulteriores razonamientos. **Comentario:** No hay explicación porque el participio tiene un significado diferente de postular. En realidad, ambos términos son de uso habitual en ciencia y con el significado de **postulado**.

proceso: Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial. Ejemplo: *En el **proceso** se ganan dos moléculas de H y se gana una de O.*

proponer: Hacer una propuesta. Ejemplo: *Los resultados permiten proponer la hipótesis siguiente ...*

propuesta: Proposición o idea que se manifiesta y ofrece a alguien para un fin.

reacción: *Biol.* Acción del organismo que trata de contrarrestar la influencia de un agente patógeno. *Quím.* Transformación de unos compuestos químicos en otros. **Ejemplos:** La **reacción** cutánea se debió a la intoxicación. La **reacción** de algunos elementos con el oxígeno del aire es explosiva.

reactivos: **1.** Que produce reacción. **2.** *Quím.* Sustancia empleada para descubrir y valorar la presencia de otra, con la que reacciona de forma peculiar. Ejemplo: *Los **reactivos** usados estaban vencidos.*

referencia. En un escrito, indicación del lugar de él mismo o de otro al que se remite al lector. **Comentario:** al final de cada trabajo de investigación figura una sección con el título de Referencias, allí se consignan todos los trabajos citados y teóricamente leídos que permitieron con su información la realización del trabajo reportado.

relación: Conexión, correspondencia de algo con otra cosa específica. Ejemplo: *En **relación** con los datos reportados en este trabajo podemos afirmar que es la primera vez que se aplican a los mamíferos.*

resumen: **1.** Acción y efecto de resumir o resumirse. **2.** Exposición resumida en

un asunto o materia. Ejemplo: *En resumen: de los datos obtenidos podemos concluir que las ratas permanecen en actividad 16 horas por día.*

resumir: Reducir a términos breves y precisos, o considerar tan solo y repetir abreviadamente lo esencial de un asunto o materia.

reversible: Que puede volver a un estado o condición anterior. *Fís. y Quím.* Se dice del proceso ideal que cambia de sentido al alterarse en muy pequeña proporción las causas que lo originan. Ejemplo: *La entrada de los virus a las células es reversible si tiene lugar a una temperatura menor de 37°C.*

review o revisión: trabajo de investigación escrito que consiste en actualizar el conocimiento sobre un tema en particular. Puede abarcar el conocimiento completo o tomar los últimos años. Su longitus y división es variable.

significativo: Que da a entender o conocer con precisión algo. **Comentario:** generalmente el término **significativo** se utiliza cuando a los resultados obtenidos se le aplican métodos estadísticos que le dan validez.

similar: Que tiene semejanza o analogía con algo. Ejemplo: *El tratamiento de los cultivos control fue similar a los tratados excepto que no contenían la droga. Se puede poner otra palabra en lugar de tratados?*

síntesis: Suma y compendio de una materia u otra cosa. *Quím.* Proceso de obtención de un compuesto a partir de sustancias más sencillas. En la jerga científica, resumen y **síntesis** se usan indistintamente.

sistemático 1. Que sigue o se ajusta a un sistema. 2. Dicho de una persona: Que procede por principios, y con rigidez en su tenor de vida o en sus escritos, opiniones, etc. 3. *Biol.* Estudio de la clasificación de las especies con arreglo a su historia evolutiva o filogenia. Ejemplo: *La búsqueda sistemática de los parámetros involucrados en la reacción dio resultados negativos.*

subjetivo: 1. Perteneiente o relativo al sujeto, considerado en oposición al mundo externo. 2. Perteneiente o relativo a nuestro modo de pensar o de sentir, y no al objeto en sí mismo.

variable: *Mat.* Magnitud que puede tener un valor cualquiera de los comprendidos en un conjunto. Comentario: las variables de una reacción se refieren a los cambios de temperatura, presión, concentración iónica y otros.

~ **estadística:** *Mat.* Magnitud cuyos valores están determinados por las leyes de probabilidad, como los puntos resultantes de la tirada de un dado.

* Este curso es una contribución de Química Viva educativa (e-Lab) a la propagación del conocimiento científico entre los estudiantes de la escuela secundaria. Departamento de Química Biológica. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

****Profesora titular consulta de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
UBA.
Investigadora Superior de CONICET (retirada).
e-mail: virocoto@qb.fcen.uba.ar**

[Capítulo 1. Introducción](#)

[Capítulo 2. El blanco y el control](#)

[Capítulo 3. Las curvas patrón](#)

[Capítulo 4. Soluciones molares](#)

[Capítulo 5. Unidades de uso común en las ciencias experimentales](#)

[Capítulo 6. Quiero investigar](#)

[Capítulo 7. Números y ratones](#)

[Capítulo 8. El sistema inmune](#)

[Capítulo 9. Los anticuerpos](#)

[Capítulo 10. Los anticuerpos monoclonales](#)

[Capítulo 11. Visualización de los resultados experimentales](#)

[Capítulo 12. La comunicación científica escrita](#)

[Capítulo 13. Herramientas moleculares. Parte 1](#)

[Capítulo 14. Herramientas moleculares. Parte 2](#)

[Capítulo 15. Herramientas moleculares. Parte 3](#)

QuímicaViva

ISSN 1666-7948

www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Revista QuímicaViva

*Revista Electrónica del Depto. de Química Biológica,
Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de
Argentina.*

quimicaviva@qb.fcen.uba.ar