

Modelos científicos: ¿ajuste o validación?

Manuel ALFONSECA

Una de las formas en que avanza la ciencia es **construyendo modelos**, que a menudo están formados por conjuntos más o menos complejos de **ecuaciones matemáticas**, y tratando de comprobar si dichos modelos se adaptan o no al funcionamiento del mundo real, tal como nos lo describen nuestros sentidos y nuestros instrumentos.

Al construir y utilizar un modelo tenemos que distinguir dos fases:

Ajuste del modelo: consiste en asignar valores a los parámetros del modelo para conseguir que este se ajuste a los datos que ya tenemos sobre el mundo real. Un modelo que no esté ajustado a dicho conocimiento previo sería totalmente inútil.

Validación del modelo: consiste en utilizar el modelo para realizar **predicciones sorprendentes** que nadie habría podido prever sin ayuda del modelo. Si dichas predicciones se confirman, se transforman en **predicciones acertadas sorprendentes**, que validan el modelo. Sin embargo, la validación nunca es definitiva, porque una nueva **predicción sorprendente desacertada** podría invalidarlo en el futuro.

Veamos algunos ejemplos:

La teoría de la gravitación universal de Newton se ajustó para explicar las tres leyes experimentales de Kepler, que se conocían desde principios del siglo XVII. El valor de G, por ejemplo, fue ajustado para que dichas leyes fueran predichas correctamente por el modelo. Pero la teoría de Newton no se consideró válida hasta que realizó varias **predicciones acertadas sorprendentes**, la más espectacular de las cuales fue la predicción de la existencia del planeta Neptuno por Adams y Le Verrier. Lo malo es que, poco después de su gran éxito, vino su gran fracaso: la **predicción sorprendente desacertada** por Le Verrier de la existencia de un planeta desconocido (Vulcano) entre Mercurio y el sol, que hoy sabemos que sólo existe en la serie Star Trek, pues el señor Spock pretende proceder de dicho planeta inexistente. Esta predicción hizo necesario sustituir la teoría de Newton por un modelo más aproximado.

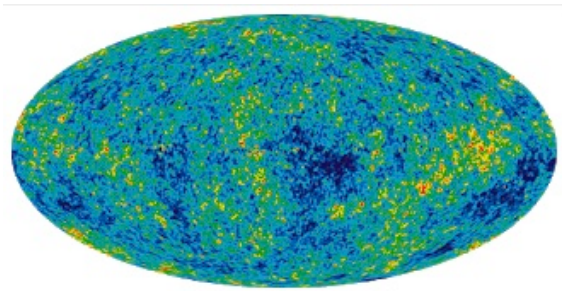


Leonard Nimoy
como el Sr. Spock

La teoría de la relatividad general de Einstein se ajustó para explicar todo lo que la teoría de Newton había predicho correctamente, y también para corregir lo que había predicho incorrectamente. Se consideró validada cuando hizo dos **predicciones acertadas sorprendentes**: la desviación de la luz al pasar cerca de una gran masa (como el sol), confirmada por Eddington en 1919, y el corrimiento al rojo gravitacional de la luz del sol, comprobado en 1959. Después ha habido otras, como la existencia de las ondas gravitacionales. Hasta ahora, esta teoría no ha dado lugar a ninguna **predicción sorprendente desacertada**, por lo que sigue siendo válida.

La teoría del Big Bang, ideada por Georges Lemaître en 1931, fue ajustada para explicar la [ley de Hubble-Lemaître](#) (1), descubierta por Lemaître cuatro años antes, y por Hubble dos años después de Lemaître. En 1948, George Gamow, Ralph Alpher y Robert Herman realizaron dos **predicciones sorprendentes** consecuencia de esta teoría: la composición media de la materia bariónica del cosmos, y la existencia de una radiación cósmica de fondo. Ambas fueron confirmadas (y por tanto se convirtieron en **predicciones acertadas sorprendentes**) durante los años 60, lo que convirtió a la teoría del **Big Bang** en la única teoría cosmológica válida en ese momento.

El modelo cosmológico estándar, formulado a principios del siglo XXI. Sus seis parámetros independientes se han ajustado para que la teoría explique correctamente las ondas acústicas que se detectan en la radiación cósmica de fondo, que se conocían antes de la formulación del modelo. De hecho, cinco de los parámetros se han ajustado para conseguir que el sexto (la curvatura del universo) sea lo más próximo posible a cero (**universo plano**). Sin embargo, esta teoría no ha sido validada, y en la actualidad se encuentra en la situación en que estaba la relatividad general entre 1915 y 1919 (o sea, es una teoría bien ajustada, pero no validada).



Radiación cósmica de fondo de microondas

¿Cómo podría validarse la teoría cosmológica estándar? ¿Ha hecho alguna **predicción sorprendente** que podamos confirmar? Pues sí, la ha hecho. Predice que el universo contiene algo que no sabemos lo que es (por eso se llama **materia oscura**) con una masa cinco veces mayor que la de la materia bariónica que conocemos. Si en el futuro se descubriese que efectivamente existe la materia oscura, y que su masa es precisamente la prevista, la teoría cosmológica estándar quedaría validada... por el

momento, hasta que otra de sus predicciones sorprendentes (quizá la existencia y el valor de la **energía oscura**) resultara ser falsa. Entonces habría que buscar otro modelo que la sustituyera. De hecho, ya hay alguno por ahí, llamado MOND (**Modified Newtonian Dynamics**) que afirma [no necesitar la hipótesis de la materia oscura](#) (2) para explicar los movimientos de las galaxias (véase también [aquí](#) (3)).

Así es como avanza la ciencia.

Referencias:

(1):

<https://divulciencia.blogspot.com/2018/11/la-ley-de-hubble-lemaitre.html>

(2):

<https://www.madrimasd.org/notiweb/noticias/simulan-por-primera-vez-universo-sin-materia-oscura-los-resultados-sorprenden-los-astronomos>

(3):

<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/ab6d73>

Manuel ALFONSECA