



¿Que entendemos por modelo teórico en el marco de la ciencia escolar?

La imagen que tenemos del conocimiento científico es que engloba muchos conceptos y que cada día su número aumenta más y más. Consecuentemente nos es difícil seleccionar qué es lo más importante enseñar ya que todos no se pueden aprender y, también, decidir cómo secuenciar a lo largo de los cursos.

Para responder a este problema es necesario ser conscientes de que la ciencia genera teorías y modelos para interpretar los fenómenos, y que éstos van evolucionando a lo largo del tiempo. Los nuevos conocimientos que se van generando a partir de la actividad científica se asocian a un modelo teórico ya formulado para ampliar su alcance, revisarlo y, en algunos casos, abandonarlo. Por lo tanto, en el marco de la ciencia escolar tiene todo el sentido ayudar al alumnado a construir modelos teóricos básicos a partir de los cuales ir conectando los nuevos aprendizajes.

Un **modelo teórico** es una representación mental abstracta expresada por medio de enunciados verbales, maquetas a escala física, dibujos, fórmulas matemáticas, analogías o otros modos comunicativos. Su conexión con los hechos del mundo real es más o menos ajustada. Cada representación proporciona una perspectiva de estos hechos y, por lo tanto, en cualquier caso, siempre es parcial y algo imprecisa. No obstante, a veces, las personas pueden consensuar cuáles son los modelos que mejor se ajustan a los hechos, cuando se miran y se explican desde una determinada perspectiva. Estos modelos permiten hacer predicciones y se pueden revisar a medida que se obtienen más evidencias o analizan las ya conocidas desde otros puntos de vista.¹

Por lo tanto, los modelos teóricos posibilitan **explicar** un conjunto de fenómenos diversos y **hacer predicciones**. Por ejemplo, el modelo mecánico newtoniano nos explica tanto por qué no caen los planetas como por qué cae una manzana, y posibilita hacer predicciones sobre estos fenómenos y muchos otros.



Una dificultad que debemos afrontar los enseñantes es la definir cuáles son los modelos básicos de una ciencia escolar, es decir, aquellos que son útiles al alumnado para conectar y organizar los conocimientos que va aprendiendo. Para tomar esta decisión puede ser útil pensar en las grandes ideas que la ciencia ha ido generando a lo largo de la historia. Lo ha hecho en función de diferentes disciplinas que conforman maneras

¹ Giere, R. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra Junio 1999, pp. 63-69.

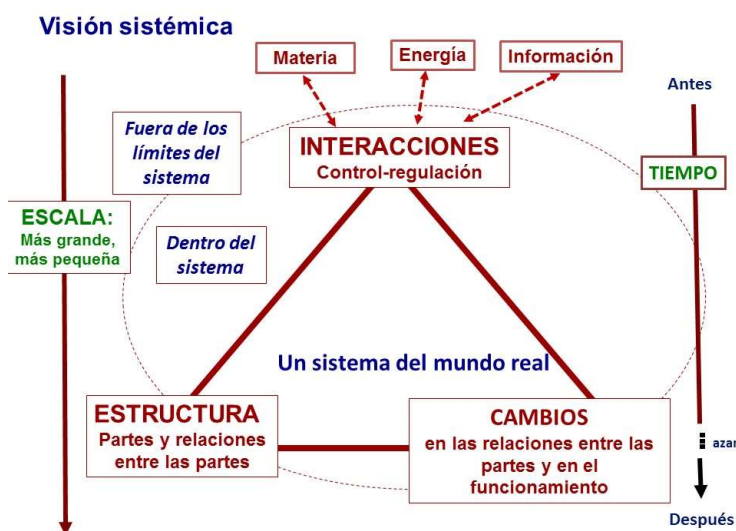
diversas de mirar el entorno: la física que estudia el comportamiento de los objetos y la energía, a partir de las interacciones de las partículas en el tiempo y en el espacio; la química que se ocupa de la composición, estructura y propiedades de la materia y de sus cambios; la biología, que tiene por objeto el estudio de los seres vivos, su estructura, funcionamiento y evolución; y la geología, que estudia la Tierra, su historia y los procesos que le han dado forma.

Por lo tanto, un mismo objeto o hecho se puede explicar desde diferentes modelos teóricos en función de la pregunta que nos hacemos. Por ejemplo, ante una roca cabe preguntarse cómo se ha originado y, para responder, es necesario disponer de un modelo de cambio geológico. También nos podemos preguntar sobre los materiales que la forman, sobre su estructura y cómo explicar sus propiedades y cambios, y para responder es necesario disponer de un modelo químico de la materia. Y también se pueden hacer predicciones sobre si es idónea para construir un edificio y, entonces, necesitaremos disponer de un modelo del campo de la física.

Desde esta perspectiva, tiene sentido planificar el currículo de la ciencia escolar en función de estas cuatro miradas, cada una de las cuales posibilita afrontar el análisis de sistemas del mundo natural, entendiendo por **sistema**, un conjunto de elementos que se relacionan entre sí para llevar a cabo una o varias funciones. Tradicionalmente los currículos de ciencias se organizan desde una visión atomística, en la que se estudian las diferentes partes de un sistema de manera aislada, mientras que la **visión sistémica** conlleva estudiar una realidad desde su complejidad a partir de analizar las interacciones entre las partes. Por ejemplo, no es lo mismo plantear un currículo para saber sobre los diferentes órganos del cuerpo humano, que diseñarlo para responder a preguntas del tipo "¿Para qué le sirve el corazón a la mano?".

En la siguiente figura se muestra un modo de concretar la visión sistémica en la ciencia escolar, a partir de la cual se puede afrontar el estudio de los cuatro modelos teóricos básicos -para interpretar los sistemas físicos, para interpretar los sistemas materiales, para interpretar los sistemas vivos y para interpretar los sistemas geológicos-. En ella se recogen ideas-clave y comunes que están en la base de la construcción de estos modelos teóricos. Estas ideas son:

- En todo sistema se identifican los **límites arbitrarios**, y se puede especificar qué hay fuera del sistema (alrededor) y qué hay y qué pasa **dentro**.
- Cada sistema tiene una **estructura** determinada por los elementos que lo forman y sus interrelaciones. Para hablar de la estructura utilizamos la *descripción*.
- En un sistema se producen **cambios** y estos pueden ser diferentes según las variables que intervienen. Para hablar de los cambios utilizamos el género lingüístico *explicativo*.
- Todo sistema **intercambia energía, materia e información con su entorno**. Estos intercambios tienen lugar a partir de procesos que **controlan y regulan** las diferentes interacciones entre los elementos que forman el sistema y que hacen emerger nuevos



constructos (por ejemplo, las interacciones entre las diferentes partes del sistema nervioso central posibilitan la emergencia de los lenguajes, pensamientos, emociones...). Por eso se dice que "en un sistema, el todo es más que la suma de las partes". Para hablar de ello utilizamos la *justificación* o la *argumentación*.

- En un sistema, sus elementos y las interacciones entre ellos cambian dinámicamente a lo largo del **tiempo**, pero no necesariamente de manera determinista -como sería pensar que siempre una causa da lugar a una misma consecuencia-, ya que un sistema puede tener un comportamiento no previsible (pero sí se pueden identificar regularidades). Por lo tanto, su conocimiento pasa por hablar de él no como si hiciéramos una fotografía y sí como una película de la que no siempre sabemos el final.
- Un sistema del mundo real se puede analizar a diferentes **escalas** y, en cada una de ellas, se pueden definir nuevos subsistemas y suprasistemas. En términos generales, todos ellos tienen las mismas características que el sistema de referencia y su delimitación responde a convenios sobre hacia dónde se orienta la mirada. Por ejemplo, el estudio del modelo ser vivo lo podemos hacer a nivel de organismo, o en escala de los subsistemas que lo forman, a escala de los órganos o celular, o también a escala supra como serían las escalas de ecosistema o paisaje. Así el corazón, una célula o un pinar son sistemas que también se caracterizan porque para vivir tienen que nutrirse, relacionarse y reproducirse.

En general, **las justificaciones se generan a partir de relacionar tres escalas:** cuando se conecta la escala de observación directa de un sistema con alguna de nivel inferior podemos interpretar como funciona este sistema, y cuando se conecta con escalas de nivel superior, podemos identificar los factores (limitantes u otros) que explican cómo se controla y regula su funcionamiento. Así, para interpretar cómo funciona un organismo (un elefante, por ejemplo) al nutrirse debemos pensar en cómo llegan los nutrientes y el oxígeno a las células, y al mismo tiempo, debemos pensar en factores del ambiente en el que vive (la sabana u otros) que explican el aporte de estos nutrientes y del oxígeno.

Estas ideas son útiles para afrontar el aprendizaje de cualquier modelo teórico de la ciencia escolar en la enseñanza básica y permiten al profesorado planificar qué enseñar, en qué orden y plantear preguntas y observaciones que favorezcan el proceso de modelización. A partir de un contexto o problema que se escoge como eje del aprendizaje, se selecciona el modelo teórico que guiará el estudio de la situación, aunque hay que tener presente que la realidad es compleja y que a menudo, para resolver el problema, será necesario activar modelos diversos.