

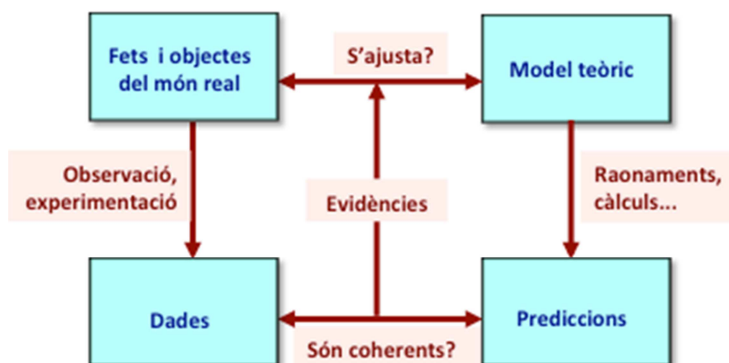
Què entenem per model teòric en el marc de la ciència escolar

La imatge que tenim del coneixement científic és que engloba molts conceptes i que cada dia el seu nombre augmenta més i més. Conseqüentment ens és difícil seleccionar què és el més important ensenyar ja que tots no es poden aprendre i, també, decidir com seqüenciar-los al llarg dels cursos.

Per respondre a aquest problema és necessari ser conscients que la ciència genera teories i models per interpretar els fenòmens, que van evolucionant al llarg del temps. Els nous coneixements que es van generant a partir de l'activitat científica s'associen a un model teòric ja formulat per ampliar el seu abast, revisar-lo i, en alguns casos, abandonar-lo. Per tant, en el marc de la ciència escolar té tot el sentit ajudar l'alumnat a construir models teòrics bàsics a partir dels quals anar connectant els nous aprenentatges.

Un **model teòric** és una representació mental abstracta expressada per mitjà d'enuncis verbals, maquetes a escala física, dibuixos, fórmules matemàtiques, analogies o d'altres modes comunicatius. La connexió amb els fets del món real és més o menys ajustada. Cada representació proporciona una perspectiva d'aquests fets i, per tant, en qualsevol cas sempre és parcial i una mica imprecisa. No obstant això, de vegades, les persones poden consensuar quins són els models que millor s'ajusten als fets, quan es miren i s'expliquen des d'una determinada perspectiva. Aquests models permeten fer prediccions i es poden revisar a mesura que s'obtenen més evidències o s'analitzen les ja conegudes des d'altres punts de vista¹.

Per tant, els models teòrics possibiliten **explicar** un conjunt de fenòmens diversos i **fer prediccions**. Per exemple, el model mecànic newtonià ens explica tant per què no cauen els planetes com per què cau una poma, i possibilita fer prediccions sobre aquests fenòmens i molts d'altres.



Una dificultat que hem d'afrontar els ensenyats és la definir quins són els models bàsics d'una ciència escolar, és a dir, aquells que són útils a l'alumnat per connectar i organitzar els coneixements que va aprenent. Per prendre aquesta decisió pot ser útil pensar en les grans idees que la ciència ha anat generant al llarg de la història. Ho ha fet en funció de diferents disciplines que conformen maneres diverses de mirar l'entorn: la física que estudia el comportament dels objectes i l'energia, a partir de les interaccions de les partícules en el temps i en l'espai; la química que s'ocupa de la composició, estructura i propietats de la matèria i dels seus canvis; la biologia que té com a objecte l'estudi dels éssers vius, la seva estructura, funcionament i evolució; i la geologia, que estudia la Terra, la seva història i els processos que li han donat forma.

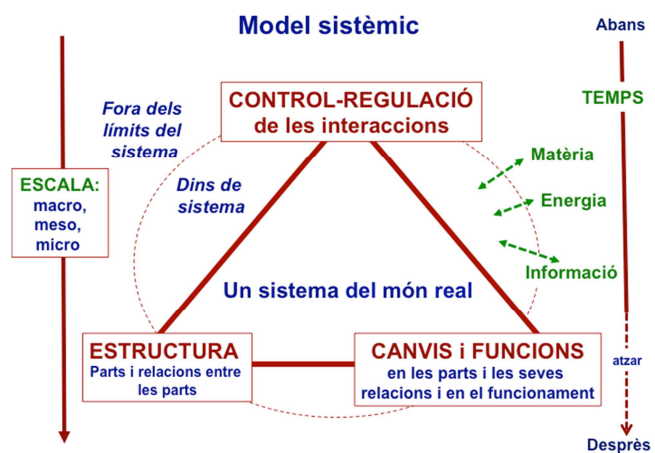
¹ Giere, R. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra juny 1999, pp. 63-69.

Per tant, un mateix objecte o fet es pot explicar des de diferents models teòrics en funció de la pregunta que ens fem. Per exemple, davant d'una roca ens podem preguntar com s'ha originat i, per respondre, cal disposar d'un model de canvi geològic. També ens podem preguntar sobre els materials que la formen, sobre la seva estructura i com explicar les seves propietats i canvis, i per respondre és necessari disposar d'un model químic de la matèria. I també es poden fer prediccions sobre si és idònia per construir un edifici i, aleshores, necessitem disposar d'un model del camp de la física.

Des d'aquesta perspectiva, té sentit planificar el currículum de la ciència escolar en funció d'aquestes quatre mirades, cadascuna de les quals possibilita afrontar l'anàlisi de sistemes del món natural, entenent per **sistema**, un conjunt d'elements que es relacionen entre si per dur a terme una o diverses funcions. Tradicionalment els currículums de ciències s'organitzen des d'una visió atomística, en la que s'estudien les diferents parts d'un sistema de manera aïllada, mentre que **la visió sistèmica** comporta estudiar una realitat des de la seva complexitat a partir d'analitzar-ne les interaccions entre les parts. Per exemple, no és el mateix plantejar un currículum per saber sobre els diferents òrgans del cos humà, que dissenyar-lo per respondre a preguntes del tipus "Per què li serveix el cor a la mà".

En la figura següent es mostra una manera de concretar la visió sistèmica en la ciència escolar, a partir de la qual afrontar l'estudi dels **quatre models teòrics bàsics** -per interpretar els sistemes físics, per interpretar els sistemes materials, per interpretar els sistemes vius i per interpretar els sistemes geològics-. En ella es recullen idees-clau i comunes que estan en la base de la construcció d'aquests models teòrics. Aquestes idees són:

- En tot sistema s'identifiquen uns **límits arbitraris**, i es pot especificar què hi ha **fora** del sistema (a l'entorn) i què hi ha i què hi passa a **dins**.
- Cada sistema té una **estructura** determinada pels elements que el formen i les seves interrelacions. Per parlar de l'estructura utilitzem la *descripció*.
- En un sistema es produeixen **canvis** i aquests poden ser diferents segons les variables que intervenen. Per parlar dels canvis utilitzem el gènere lingüístic *explicatiu*.
- Tot sistema **intercanvia energia, matèria i informació amb el seu entorn**. Aquests intercanvis tenen lloc a partir de processos que **controlen i regulen** les diferents interaccions entre els elements que formen el sistema i que fan emergir nous constructes (per exemple les interaccions entre les diferents parts del sistema nerviós central possibiliten l'emergència dels llenguatges, pensaments, emocions...). Per això es diu que "en un sistema, el tot és més que la suma de les parts". Per parlar-ne utilitzem la *justificació o l'argumentació*.
- En un sistema, els seus elements i les interaccions entre ells canvien dinàmicament al llarg del **temps**, però no necessàriament de manera determinista –com seria pensar que sempre una causa dóna lloc a una mateixa conseqüència-, ja que un sistema pot tenir un comportament no previsible (però sí que se'n poden identificar regularitats). Per tant, el seu coneixement passa per parlar d'ell no com si en féssim una fotografia i sí com una pel·lícula de la que no sempre sabem el final.



- Un sistema del món real es pot analitzar a diferents **escales** i, en cadascuna d'elles, es poden definir nous **subsistemes i suprasistemes**. En termes generals, tots ells tenen les mateixes característiques que el sistema de referència i la seva delimitació respon a convenis sobre cap on s'orienta la mirada. Per exemple, l'estudi del model ésser viu el podem fer a escala d'organisme, o a escala dels subsistemes que el formen, d'òrgues o del cel·lular, o també a escala supra com serien les d'ecosistema o paisatge. Així el cor, una cèl·lula o una pineda són sistemes que també es caracteritzen perquè per viure s'han de nodrir, relacionar i reproduir.

En general, **les justificacions es generen a partir de relacionar tres escales**: quan es connecta l'escala d'observació directa d'un sistema amb alguna de nivell inferior podem interpretar com funciona aquest sistema, i quan es connecta amb escales de nivell superior, podem identificar els factors (limitants o d'altres) que expliquen com es controla i regula el seu funcionament. Així, per interpretar com funciona un organisme (un elefant, per exemple) al nodrir-se hem de pensar en com arriben els nutrients i l'oxigen a les cèl·lules, i al mateix temps, hem de pensar en factors de l'ambient en el que viu (la sabana o d'altres) que expliquen l'aportació d'aquests nutrients i de l'oxigen.

Aquestes idees són útils per afrontar l'aprenentatge de qualsevol model teòric de la ciència escolar a l'ensenyament bàsic i permet al professorat planificar què ensenyar, en quin ordre i plantejar preguntes i observacions que afavoreixin el procés de modelització. A partir d'un context o problema que s'escull com a eix de l'aprenentatge, es selecciona el model teòric que guiarà l'estudi de la situació, tot i que cal tenir present que la realitat és complexa i que sovint, per resoldre el problema, serà necessari activar models diversos.