

Algunes reflexions sobre la idea de matèria

Carles Furió Mas i Cristina Furió Gómez.

Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials · UV

És sabut que el protagonista essencial a l'hora d'aconseguir un ensenyament eficaç de la Ciència és el professorat al mateix temps que ho és l'alumne en l'aprenentatge. El que pensa i fa el professor a l'aula és el factor determinant per a facilitar un aprenentatge significatiu i motivant de la Ciència. En aquest sentit, convé parar atenció sobre la possibilitat que part del coneixement que ja té el docent, adquirit de forma ambiental a partir d'evidències de sentit comú, pot actuar com a entrebanc en l'adquisició de coneixement nou sobre qualsevol aspecte del procés d'ensenyament-aprenentatge de les Ciències. A aquestes idees interioritzades sobre l'acció educativa que poden actuar com a obstacles i amb què caldrà comptar per tal que el/la professor/a s'implique en qualsevol innovació didàctica és el que s'ha vingut a anomenar *pensament docent espontani*.

És cert que els docents tractem de millorar els ensenyaments que impartim i també ho és que la major part dels professors estem desitjosos d'actualitzar o d'ampliar els coneixements científics. Tanmateix, **som escèptics quan es parla de coneixements pedagògics i/o didàctics**. La qual cosa no significa que no es presenten obstacles en l'actualització del coneixement de la disciplina a ensenyar basats en les creences que ja es tenen. Precisament el debat i la **discussió sobre el pensament docent espontani sobre la idea de matèria que transmetem implícitament quan ensenyem serà motiu d'aquestes reflexions**. Pretenem reflexionar de manera crítica sobre

la idea de matèria i, en particular, de presentar visions reduccionistes possibles que, sense adonar-nos-en, podem transmetre als estudiants. Conèixer i qüestionar aquest pensament docent espontani sobre la matèria, tal i com la coneixem actualment, pot ser un bon exercici introspectiu que ens pot ajudar a superar visions simples, inconnexes i aproblemàtiques en la construcció dels coneixements científics. D'altra banda, aquestes reflexions són importants a l'hora de fonamentar les decisions que com a professors prenem a l'hora de seleccionar i organitzar els continguts del currículum. Així, a títol d'hipòtesi amb què iniciar aquestes reflexions podem plantejar-nos la pregunta següent: Quines visions incorrectes, de qualsevol índole, podem transmetre implícitament o explícitament quan ensenyem la idea de matèria a les aules de secundària o d'universitat?

El plantejament d'aquesta qüestió pot originar debats molt interessants que podrien fer inacabable aquest article. En efecte, quan es planteja la pregunta a grups de professors i se'ls dona l'opció a reflexionar desinhibidament, sorgeixen molts aspectes que posen en dubte creences acceptades com a evidències de sentit comú sobre la idea de matèria. Això és, sorgeixen idees assumides de forma acrítica que són equivocades a la llum dels coneixements actuals i que els professors no hem tingut ocasió de debatre. A títol d'exemples que hem vist que es presenten en alguns llibres de text i que corresponen a visions distorsionades es pot veure el quadre.

Algunes imatges reduccionistes que es transmeten tàcitament en l'ensenyament de la matèria

- Reducció de la idea general de matèria existent en l'univers a la de matèria ordinària present a la Terra. En particular, els estats físic de la matèria es redueixen als tres més comuns del planeta.
- Presentació de solament com a propietats generals de la matèria la massa i el volum dels cossos sòlids i líquids.
- Abús d'una representació estàtica de l'estructura de la matèria oblidant el dinamisme consubstancial a la pròpia matèria.
- Presentació compartimentada i inconnexa dels nivells diferents d'organització de la matèria que s'estudien en la secundària. És a dir, absència de relacions existents entre les disciplines diferents d'estudi o, fins i tot, dins d'una mateixa disciplina entre el macroscòpic i el microscòpic.
- Aquesta falta de relacions interdisciplinars causades a visions o representacions excessivament analítiques de les disciplines científiques poden dificultar l'adquisició d'una imatge global i unitària del comportament de la matèria, oblidant que la cerca de síntesis unificadores en l'explicació del món és el veritable objecte de la Ciència.

Tres eren tres els estats de la matèria.

Segur?

En la introducció a l'estudi físic de la matèria en nivells introductoris de Secundària (12-14 anys) és freqüent llegir als texts: "Els estats de la matèria són tres: sòlid, líquid i gas". Reflexionem sobre quina pot ser la validesa de tal afirmació.

Es més, sovint s'afirma rotundament i no ens adonem que això implica que la idea general de matèria, si per això entenem tot allò existent en l'Univers, es dedueix a la idea particular de matèria ordinària que més abunda al planeta Terra. És com tornar a una espècie de materialisme geocèntric on l'estudi de la matèria es limita implícitament a l'estudi de les substàncies o als sistemes fisicoquímics més presents a la Terra. Per descomptat que, com que l'escola primària pretén integrar i socialitzar els xiquets i xiquetes amb l'entorn, serà adequat didàcticament pretendre que aprenguen el coneixement del medi natural més pròxim i seria impropï, d'entrada, estudiar com es presenta habitualment la matèria en l'Univers extraterrestre sense haver-ho fet primer al nostre planeta. Però també seria inadequat no plantejar-se la pregunta general que ja es plantejaren, primer, els presocràtics i, després, Aristòtil, sobre la matèria en el món. La resposta a aquest interrogant depèn de la nostra visió ontològica d'aquest món.

En el cas aristotèlic convé recordar que la seua visió cosmològica el porta a establir una separació neta entre matèria terrestre i celest. En aquest sentit, es comprén que el regne de la matèria terrestre, el regne de l'imperfecte, l'impur, del barrejat, etc., tinguéssin lleis diferents a les de la matèria celest on tot és perfecte, on els astres tornen a passar periòdicament pels mateixos llocs del cel, on no hi ha res barrejat, etc. El món material terrestre s'explicava en base a la barreja de quatre elements metafísics (terra, aigua, aire i foc) mentre que la matèria celest per excel·lència era l'èter que impregnava el cel. Seguint aquesta lògica basada en observacions qualitatives de sentit comú no estarà de més recordar que Aristòtil subdivideix la matèria terrestre en matèria corpòria i matèria rara, segons la composició elemental dels objectes. En efecte, els cossos observables estaven formats majoritàriament per terra i aigua i d'aquí que els sòlids i líquids siguen els prototips reals de la matèria corpòria. Contràriament, en la matèria rara abundaven els altres dos elements, aire i foc. Així, els aires, els vapors, eren exemples reals de matèria rara on es presumia que abundava una mena de matèria quasi espiritual (el *pneuma*) oposada a la corporeïtat o materialitat observable en els sòlids i líquids. Encara hui conservem reminiscències d'aquesta manera de veure el món en el nostre llenguatge i cultura quotidians com, per exemple, quan anomenem "begudes espirituoses" a aquelles que contenen alcohol etílic. Recordem que l'etanol rebia antigament el nom de "esperit de vi" per la facilitat en convertir-se en va-

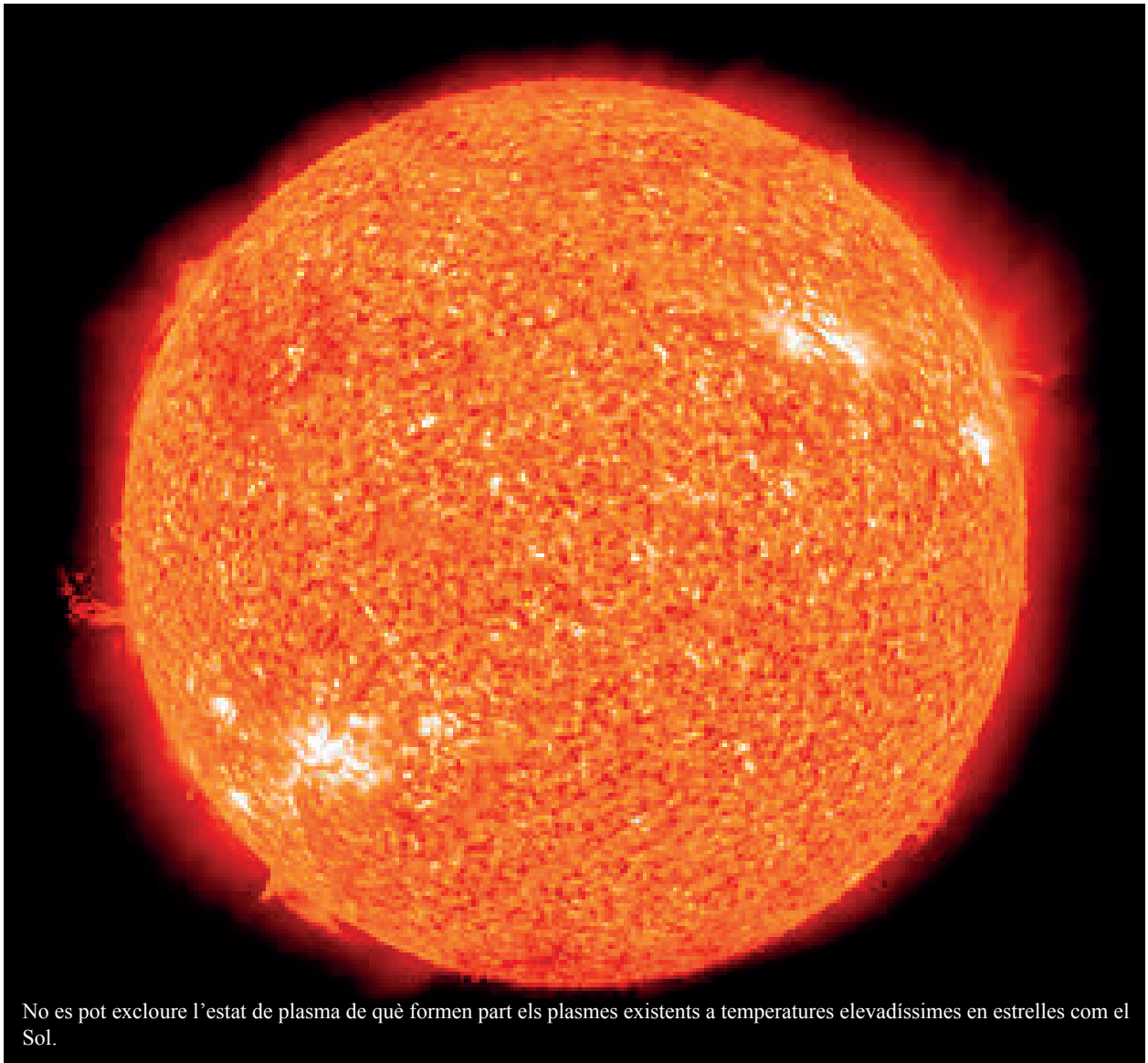
“Conéixer i qüestionar el pensament docent espontani sobre la matèria pot ajudar a superar visions simples, inconnexes i aproblemàtiques en la construcció dels coneixements científics.”

por, i el metanol l'anomenaven "esperit de fusta" ja que s'obtenia de la destil·lació seca de la fusta.

Es cert que hem progressat bastant i que la Ciència ha anat superant tanques que s'oposaven a una explicació unitària del comportament de la matèria. Així, la ruptura de la barrera aristotèlica cel-terra pel que fa a acceptar la diferent naturalesa de les matèries terrestre i celest, es realitzà durant els segles XVI i XVII i culminà amb la síntesi newtoniana. Aquest estat qualitatiu està lligat a la introducció de les interaccions gravitatòries de matèria i suposa admetre que les lleis físiques són iguals per a tot l'Univers, com bé s'explica en, per exemple, la llei de gravitació universal de Newton. Anàlogament, la superació de les diferències existents entre la matèria corpòria i la rara s'aconseguí després de tres segles i mig de ciència pneumàtica (Pascal, Torricelli, etc.) i que amb els filòsofs mecanicistes del XVII (Boyle, etc.) van arribar a mostrar que els gasos eren tan materials com els sòlids i els líquids. La superació d'aquest obstacle conduí a la generalització de l'existència dels tres estats físics de la matèria incorporant al nostre bagatge cultural el gasos com a tercer estat material. Però reduir els estats de la matèria als tres coneguts seria com retrotraure el nostre coneixement a fa tres segles i no parar atenció als avanços conceptuals aconseguits sobre la idea de matèria durant tant de temps.

En efecte, limitar hui els estats de la matèria als tres més evidents a la Terra seria com si limitàssem ara la matèria ordiària solament als sòlids i líquids sense considerar que els gasos també tenen massa i volum. Com excloure del terme matèria aquells estats nous que la ciència ha mostrat que abunden molt més a l'Univers que no en la matèria ordinària? No es pot excloure, per exemple, l'estat de plasma de què formen part els plasmes existents a temperatures elevadíssimes en estrelles com el Sol, als nuclis magnètics de planetes com el nostre o, senzillament, a la flama d'un ciri. Seria com oblidar l'element foc en el paradigma aristotèlic. I no estarà de més recordar que la idea de la materialitat del foc (o dels plasmes) ja té més de dos segles. A aquests





No es pot excloure l'estat de plasma de què formen part els plasmes existents a temperatures elevadíssimes en estrelles com el Sol.

efectes, recordem que el jove Kant, allà per l'any 1755, oposità a una càtedra de Filosofia de la Universitat de Königsberg a la Prússia Oriental (actualment Kaliningrad, pertanyent a Rússia) presentant un opuscle denominat *Breu esbós d'unes meditacions sobre el foc* on definia el foc de la manera següent: “La matèria del foc no és sinó el mateix èter (la matèria de llum) comprimit dins dels intersticis dels cossos en virtut de la força intensa d'atracció o adhesió” (Kant, 1992, *Opúscles de filosofia natural*, Alianza Editorial).

És a dir, s'acceptava l'existència de grans forces atractives entre les partícules del foc i les de la matèria ordinària i que, per tant, el foc, la llum o l'èter eren materials. Materialitat que actualment acceptem, si bé salvant les distàncies ontològiques i conceptuals que ens separen d'aquell segle. En efecte, hui incloem en un quart estat plasmàtic tant el Sol com el magma de l'interior de la Terra. La superfície solar sabem que és una espècie de “sopa de lletres” amb partícules molt petites (electrons, protons, neutrons helions, etc.) la massa de la qual no supera les 4 uam a causa de les fortíssimes interaccions nuclears (fissions) que eleven la temperatura a

milions de graus. Però, alhora, hi ha emissions de grans quantitats de llum en forma de camps electromagnètics que es transmeten pels espais intersticials. És possible, per tant, parlar d'un cinquè estat de la matèria, el dels camps electromagnètics, que ho envaeixen tot i la materialitat del qual no es pot dubtar encara que siga matèria extraordinàriament subtil i difuminada. No debades s'ha comprovat que el Sol perd massa a raó de milers de tones per segon. És més, es pot parlar d'altres estats de la matèria encara poc coneguts però l'existència dels quals ha estat proposada pels astrofísics, com ara, la “matèria fosca” o els “forats negres” amb què s'explica el 90% de la massa de l'Univers que falta caracteritzar. Hipòtesis recents incideixen en la possibilitat que aquesta matèria fosca, observada gràcies a efectes gravitatoris elevats, estiga formada majoritàriament per hidrògen molecular i atòmic en menor proporció en un estat de densitat elevadíssima.

Podríem seguir debatent d'altres aspectes sobre la idea de matèria que s'han remarcat al quadre anterior, però ho deixarem obert a la nostra imaginació per preparar el debat en ocasions futures...