

ÉMILIE DU CHATELET: LA SEVA CONTRIBUCIÓ A LA CIÈNCIA DEL SEGLE XVIII

Mercè Izquierdo, Rosa M. Tarín

Departament de Didàctica de les Ciències i de les Matemàtiques

Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)

1. PRESENTACIÓ DE LA COMUNICACIÓ

Aquesta comunicació s'emmarca en una de les línies docents i de recerca del programa de tercer cicle "Mestratge en Didàctica de les Ciències", de la UAB, dedicada a l'estudi de la construcció del coneixement científic al llarg de la història.

A causa de les característiques del mestratge, la Història de la química ha de contribuir a la formació dels professors de ciències. Per això ens interessa especialment analitzar la manera com el coneixement és expressat per mitjà de llibres de divulgació (tant de recerca com per a l'ensenyament, però especialment aquests darrers) i quins són els principis i regles que produeixen formacions discursives específiques; les complexitats, influències i dificultats que apareixen en l'ús del llenguatge, des de les ciències, així com les condicions que permeten l'estructuració i el naixement del "text científic". És a dir, ens interessem per la problemàtica, de gran importància per comprendre la formació del coneixement, de les influències mútues llenguatge-coneixement.

Un dels principals compromisos d'aquest enfoc és superar les distincions tòpiques entre "llenguatge literal/llenguatge figurat" que contraposa ciència-retòrica, descoberta-justificació, filosofia-literatura, contingut-expressió... En general, es considera que un text científic utilitza el llenguatge adient per facilitar l'expressió no mediatitzada d'una veritat literal, mentre que un text literari utilitza les figures lingüístiques amb uns referents indeterminats. Per això, els textos científics es llegeixen habitualment concedint una importància cabdal al contingut; però si es llegeixen des d'una perspectiva diferent, més sensible als seus aspectes discursius i retòrics i començant per la seva dimensió lingüística, veurem que no és possible admetre aquestes dicotomies. Molt sovint, l'ús de metàfores, per exemple, augmenta la claredat del text.

Tots els llibres científics s'enfronten amb el problema d'explicar fenòmens complexos i usen els recursos discursius (la retòrica) de la millor manera possible, per aclarir les idees; el fons i la forma del text es condicionen mútuament i van evolucionant al llarg de la història, també alhora, per mitjà de decisions de les

societats científiques que resulten d'un gran interès per a comprendre com ciència i llenguatge es condicionen mútuament. En llibres científics antics es poden apreciar millor les dificultats d'explicar quelcom quan no es tenen paraules per fer-ho i valorar els recursos retòrics que es posen en joc per tal d'aconseguir-ho.

Un altre dels aspectes que ens interessa, relacionat amb l'anterior, és la participació de les dones en la construcció històrica de les ciències. Els aspectes retòrics dels textos i la iconografia que aquests utilitzen fan veure fins a quin punt "el gènere" ha influït en els models de ciència.

L'alumnat de ciències disposa només de models masculins, pel que fa als científics "antics" (i potser també per als actuals). Això fa que les noies s'identifiquin menys amb les ciències que els nois, que pensin "que no és cosa d'elles"; aquesta situació ha arribat a ser problemàtica en alguns països avançats que s'han vist obligats a dissenyar programes de "captació de noies" cap a les ciències. Com que intentem que la Història de la química resulti útil al professorat de ciències, hem cregut oportú estudiar la figura d'una dona científica, per tal d'enriquir els "exemples de comunitat científica" amb una figura femenina.

És per això que en aquesta comunicació ens referim a l'obra d'una dona, Émilie du Châtelet i a l'anàlisi d'una de les seves obres, *Dissertation sur le Feu*.

2. PERFIL BIOGRÀFIC I CIENTÍFIC DE MME. DU CHATELET

Gabrielle-Émilie Le Tonnelier de Breteuil va néixer a París el 1706, i va morir a Luneville el 1749. El seu pare era cap de protocol de la cort francesa i la seva mare pertanyia a l'alta noblesa.

El seu pare va adonar-se que tenia una filla de talent excepcional; a més, com que era massa alta per la seva edat, va témer que tingués dificultats per casar-se. Per tot això, apartant-se del que era més normal a l'època, li va donar una esmerçada educació intel·lectual. A més del francès, va aprendre llatí, anglès i italià i va rebre lliçons de ciència, literatura i música.

A l'edat de 16 anys, quan va ser introduïda a la cort de Versalles, s'havia convertit en una dona atractiva, intel·ligent i gran conversadora. Als 19 anys va casar-se amb el Marquès du Châtelet, lloctinent general de l'armada reial. Émilie du Châtelet va portar a la cort una vida brillant; malgrat tot, a les nits, continuava els

estudis avançats de física i matemàtiques.

La seva posició social i econòmica li va permetre tenir com a professors alguns dels més grans científics i filòsofs del segle XVIII: el geometa Mezières, el matemàtic i explorador Maupertuis, el també matemàtic Clairaut i Samuel Kōnig, deixeble de Leibniz.

Gràcies també a la seva posició social i a la xarxa d'amics influents que la protegien, va poder portar al castell de Cirey, propietat del seu marit i situat a la zona de la Lorena, una vida en comú amb Voltaire que va durar 16 anys, fins que Émilie va morir als 43, de febres puerperals.

El 1733 Émilie tenia 27 anys i posseïa un ampli ventall d'interessos i coneixements. El mateix Voltaire va escriure a Thiériot: "Totes les obres filosòfiques de Ciceró li són familiars. El seu gust dominant és per a les matemàtiques i per a la metafísica". Voltaire tenia 39 anys i havia tornat del seu exili a Anglaterra, on havia entrat en contacte amb les idees de Locke i Newton i acabava de publicar les *Lettres philosophiques*, les quals constitueixen una apologia de la filosofia de la ciència i del sistema del món de Newton i eren un atac al cartesianisme que regnava aleshores a França.

El saló de Cirey

El castell de Cirey va jugar un important paper com a promotor de noves idees i va ser un port de difusió de les idees de Newton. El far d'aquest port era Émilie du Châtelet.

El cercle científic de Cirey va sorgir dins del context dels salons típics del segle XVIII a França. Aquests salons, dirigits per dones, neixen com a institucions intel·lectuals obertes a la societat culta i benestant.

Les dones actuaven com a mecenes dels joves talents, promocionant-los en les seves carreres. Tothom sabia que calia estar dins d'un saló influent si hom volia esdevenir membre de l'Acadèmia Francesa. En aquell mateix segle, el saló de Mme. de Lavoisier es va caracteritzar, entre d'altres, per la seva aportació a la discussió científica.

Un bon saló havia de tenir: enginy, distinció, cultura, bones maneres, bon

gust, erudició sense pedanteria, bona literatura, una certa llibertat de paraula sense oblidar mai la cortesia. El caràcter informal dels salons com a centres de cultura va permetre a algunes dones participar en la construcció de la ciència. En canvi, les dones estaven excloses de les universitats i acadèmies científiques.

Entre els anys 1733 i 1749, l'atmosfera intel·lectual al castell de Cirey està determinada per cinc components:

-Una forta influència anglesa (Addison, Pope, Swift, Mandeville, Torke, Newton, Shakespeare, Collins, Clarke, Woolston, Middelton...)

-Una contínua influència tradicional, clàssica (Bayle, Fontenelle, Meslier, Dumarsais i Calmet...).

-Un estímul intel·lectual constant dels centres culturals contemporanis (París, Brussel·les, Lunéville, London, Amsterdam, Anet i Sceaux...).

-La lectura de llibres contemporanis (Pemberton, Melon, Dudot, La Bletterie...).

-Relació amb personalitats influents en el món polític i intel·lectual del moment (Frederic de Prússia, Hénault, Helvetius, Maupertuis, Clairaut, Mairan...).

A més, durant aquests anys el castell de Cirey fou visitat per nombrosos intel·lectuals i científics de l'època; per exemple: Maupertuis, Clairaut, König, d'Argental, Algarotti, Kaiserlink, Henault, Thierot, Lamare, P. Jacquier...

Durant aquest temps Mme. du Châtelet va fer nombrosos viatges: Brussel·les, París, Lille, Nancy... Tots aquests viatges li van facilitar l'oportunitat d'intercanviar idees i afavoriren la seva activitat intel·lectual.

La biblioteca del castell de Cirey estava formada per centenars de llibres, entre els quals es trobaven alguns dels textos més importants de les ciències i la filosofia de l'època; per mitjà de les cartes als seus editors hem pogut conèixer el contingut de les comandes que ella els feia regularment. Per exemple:

"à Laurent François Prault:

Je suis ravie, monsieur, que vous soyez un peu exact, je compte beaucoup sur vous pour ma bibliothèque de physique, et je vous enverrai incessamment les livres dont je veux me défaire. Je compte sur votre probité, ainsi vous serez le maître des prix. Je vous prie de me mander si l'académie des sciences que vous trouvez à vendre est toute reliée et à combien cela montera, et s'il faudrait le payer tout à l'heure. Je veux encore les transactions philosophiques, la république des lettres jusqu'à la mort de Bayle, et tous les livres de physique que vous trouverez dans votre chemin. A mesure que je m'en souviendrai je les mettrai sur une carte et vous en enverrai la liste. J'ai l'optique de Neuton, Rohaut commenté par Clark, Whiston, la figure de la terre, figure des astres, Musembrok phisique, 's Gravesende phisique, recueil des lettres de Leibnits et de Clark, les entretiens phisiques du père Renaut pour ce qu'ils valent, Euclide, Pardies, Malesieux, l'application de l'algèbre à la géometrie de Guinée, les sections coniques de mr. de Lhopital, les matématiques universelles, et les oeuvres de des Cartes. Voilà à peu près tout. Je vous prie de me chercher les Principa mathematica de mr. Neuton d'une belle édition et de me les faire relier en cuir de roussi dorés sur tranche, le plus tôt que vous pourrez, je vous en serai bien obligée."

Quan Mme. du Châtelet preparava el tractat "De la naturalesa del foc i de la seva propagació" va transformar el hall del castell de Cirey en un laboratori. Les fonts consultades indiquen l'existència en aquest laboratori dels aparells següents: 4 miralls còncaus, 2 cassoles que resisteixen el foc més violent, forns, 4 gresols, 1 barra de ferro, 1 màquina pneumàtica, termòmetres, telescopis, microscopis, i altres aparells científics.

L'activitat intel.lectual duta a terme a Cirey abastà un ampli ventall de camps de treball: física, metafísica, filosofia moral, deisme crític, història i teatre.

3. L'OBRA ESCRITA DE MME. DU CHATELET

Les seves obres publicades mentre vivia són les següents:

-Un escrit de presentació als *Éléments de la philosophie de Newton* de Voltaire, publicat en el *Journal des Savants*. Setembre 1738.

-Memòria: *Dissertation sur la nature et la propagation du Feu*. Publicada per

l'Académie des Sciences el 1739.

-Una obra sobre els principis generals de la física i de la mecànica, les *Institutions de physique*. Publicada el 1740.

-*La Response de Mme. la Marquise du Châtelet a la lettre que M. de Mairan, Secrétaire perpetuel de l'Academie des Sciences, lui a écrit le 18 Febrier 1741 sur la question des forces vives*. Publicada el 1741.

-Un article sobre el mateix tema de les forces vives dirigit al físic i matemàtic anglès Jurin. Publicat el 1747.

Les obres pòstumes són les següents:

-La traducció dels *Principia* de Newton amb comentaris. Publicada el 1756 i 1759.

-*Reflexions sur le bonheur*. Publicades el 1796.

-*Response a une lettre diffamatoire de l'Abbé Desfontaines*. Publicada el 1838.

-Diferents textos inèdits fins al 1941 i 1947:

-*Examen de la Genèse*.

-*La fable des abeilles*, traducció de la *Fable of the bees* de Mandeville.

-*"Essay sur l'optique"*, capítol 4 de *De la formation des couleurs*.

-*Grammaire raisonnée*.

Correspondència

Es conserven unes 500 cartes de Mme. du Châtelet. Entre els destinataris hem trobat els personatges següents, tots ells personalitats intel·lectuals rellevants de l'època: Algarotti, Froulay, Sade, Argensol, Graffigny, S'Gravesande, Argental, Jacquier, Saint-Lambert, Berger, Jurin, Thierot, L. de Brancas, Le Cornier, Wolff, Calmet, Mairan, Cisternay du Fay, Maupertuis, Clairaut, Moussinot, Cranier, Musschenbroek, Pitot, Euler, Du Resnel, Frederic de Prússia, Richelieu.

Les seves reflexions sobre la participació de la dona en la ciència

En el prefaci de la traducció de "La fàbula de les abelles", expressa les seves idees sobre el paper de les dones en la ciència i sobre la seva pròpia activitat científica.

"...Jo sento tot el pes del prejudici que ens exclou tan universalment de les ciències, i és una de les contradiccions d'aquest món que m'ha estranyat sempre moltíssim, puix hi ha grans països dels quals la llei ens permet regular els destins, però no n'hi ha cap on nosaltres siguem educades per a pensar..."

Que hom faci una mica de reflexió, perquè després de tants segles mai una bona tragèdia, un bon poema, una història apreciada, una bona pintura, un bon llibre de física no ha sortit de la mà de les dones...

Jo reformaria un abús que retalla per dir-ho així la meitat del gènere humà. Jo faria participar les dones en tots els drets de la humanitat i sobretot en els de l'esperit..."

La seva autovaloració com a científica diu així:

"Estic convençuda que la majoria de les dones o ignoren els seus talents per defecte de la seva educació o els enterren per prejudici o falta de coratge. El que jo he experimentat en mi, em confirma aquesta opinió. L'atzar em va fer conèixer gent de lletres que es van fer amics meus. Vaig veure amb gran astorament que em feien algun cas. Vaig començar llavors a creure que era una criatura pensant. Però jo no vaig fer més que entreveure-ho i, com que el món i la dissipació per als quals jo em creia únicament nascuda ocupaven tot el meu temps i la meva ànima, jo no ho vaig creure seriosament fins a una edat on encara hi ha temps d'esdevenir raonable però on ja no n'hi ha per adquirir talents..."

Aquesta reflexió no em va descoratjar gens. Jo m'he sentit encara ben feliç per haver renunciat al mig de la meva carrera a les coses frívoles que ocupen la major part de les dones tota la seva vida, volent doncs utilitzar el que me'n queda, en cultivar la meva ànima i sentint que la natura m'havia refusat el geni creador que fa trobar veritats noves, jo m'he fet justícia i m'he limitat a exposar amb claredat aquelles que els altres han descobert i que la

diversitat de les llengües tornen inútils per a la major part dels lectors..."

4. ANÀLISI DEL TEXT *DISSERTACIÓ SOBRE LA NATURESA DEL FOC: DIMENSIÓ CONCEPTUAL I FACTUAL, I DIMENSIÓ LITERÀRIA I RETÒRICA*

En l'anàlisi del text intentarem captar amb la màxima fidelitat el significat del discurs científic d'Émilie du Châtelet.

Presentació del text

La *Dissertation* va ser escrita per concursar a un premi de l'Académie des Sciences l'any 1738; Voltaire també es va presentar al premi, sense saber que competia amb Émilie. Cap de les dues obres va resultar guanyadora, però ambdues van merèixer ser publicades. L'edició amb la qual hem treballat és de 1744, i va ser realitzada per la pròpia autora; s'hi adjunta també la carta que li va escriure Mairan, el 1741 en relació amb les forces vives, i també la resposta de Mme. du Châtelet.

L'editor explica, en un "Avis du libraire", que

"l'Académie se déterminà à les faire imprimer, sur le témoignage que lui rendirent les Commissaires du Prix, que quoiqu'ils n'eussent pu approuver l'idée qu'on donne de la nature du Feu, en chacune de ces pieces, elles leur avoient paru être les meilleures de celles qui avoient été envoyées, en ce qu'elles supposent une grande lecture, et une grande connaissance de bons ouvrages de Physique et qu'elles sont remplies de beaucoup de faits, très bien exposés, et de beaucoup de vues."

Així mateix, justifica la publicació de l'obra:

"...on tire peu d'exemplaires des pieces des Prix, et que ces exemplaires sont presque tous distribués entre les Academiciens."

Respecte a les cartes sobre les forces vives fa notar

"ces sortes de disputes dans lesquelles on ne cherche réciproquement qu'à s'instruire, sont plus capables qu'aucune autre sorte d'ouvrages, de contribuer au progrès de la Philosophie."

Format del text i aspectes retòrics

Es tracta d'un text de 139 pàgines. Té dues parts, cada una d'elles amb un títol general: "*De la Nature du Feu*" i "*De la Propagation du Feu*" i subdividida en capítols (numerats en nombres romans). Cada una de les parts acaba amb un capítol de conclusions numerades, que és en realitat un resum dels capítols anteriors, perquè no aporten nova informació. La primera part té 7 capítols i un de conclusions; la segona part està formada per 15 capítols i un de conclusions. Les conclusions del final de cada una de les dues parts corresponen a la seqüència de tòpics que s'ha anat exposant en cadascun dels capítols: és a dir, a cada capítol corresponen una o més de les conclusions.

Cada capítol reproduïx aquesta mateixa estructura i té un títol general, però a mesura que es desenvolupa apareixen anotacions al marge que resumeixen el contingut d'un o més paràgrafs. Molts dels títols presenten el tema de forma interrogativa; per exemple: "*Si le mouvement produit le Feu*". Cada un d'ells finalitza amb una conclusió (que de vegades són consideracions personals de l'autora) o amb algunes frases que enllacen amb el capítol següent.

El text progressa linealment, és a dir, es va presentant cada vegada nova informació que es refereix a noves característiques referents a la Natura o a la Propagació del Foc. Algunes de les parts del text prenen la forma de reflexions en veu alta (es tracta d'una dissertació), i deixen preguntes sense resposta o bé es manifesta, raonadament, la impossibilitat d'arribar a una conclusió, apel·lant a altres savis per a donar la resposta oportuna, més endavant, o als mateixos membres del Tribunal: "*Ne doit être regardé que comme un doute que je soumetts au Corps respectable à qui j'adresse cet Essai*". Això, juntament a les seves pròpies reflexions i a alguns paràgrafs redactats en primera persona del singular, fa que l'autora sigui sempre present, com a tal, en el text.

Les reflexions de l'autora es refereixen: al valor o interès del que acaba d'exposar, a la ciència o als científics. En algun cas fa també alguna reflexió de tipus religiós, deïsta (Déu ha posat en funcionament l'Univers segons determinades lleis, i aquestes regularitats que estudien els científics els apropen a Déu). També hi ha admiració enfront de la tasca del científic:

"Le Philosophe ingénieux, qui s'est appliqué à suivre ces nouveaux miracles de la nature, peut esperer de nous en faire bientôt connoître la

cause, si le travail, l'application & la sagacité de l'esprit, peuvent la faire découvrir."

El format o superestructura del text es pot representar amb l'esquema que es troba al final d'aquest text.

Contingut conceptual

Els conceptes clau del text són els que es refereixen al Foc i al model mecanicista per a la naturalesa i els materials (més proper al newtonià que al cartesià), el qual fonamenta un gran nombre de les explicacions.

El Foc és un "concepte únic" que "explica" tots els fenòmens que es presenten en el text, a mesura que es van presentant els seus diferents trets semàntics, referents a: què és (les característiques del Foc: ésser simple, agent únic, principi de vida, que és de dos modes diferents: calor i llum; és material, però té algunes propietats úniques, com, per exemple, no pesar) ; com actua i es propaga (Foc ocult-Foc manifest, forces vives-forces mortes, equilibri en la distribució del Foc-tendència a aquest equilibri, unió-separació de les parts dels cossos, força del Foc-conservació de la força del Foc, excitació del Foc, aliment del Foc-extinció del Foc, combat Foc-matèria).

El model per als materials es vertebrava amb els conceptes de cos, creatura animada, partícula (dels cossos, del Foc), pores, compost, substància dels cossos, atracció entre les partícules, "massa dels cossos", elasticitat, pes, combat Foc-matèria (per mitjà d'exemples concrets).

A partir de l'anàlisi dels components semàntics de "Foc" (tal com apareixen en les definicions, al llarg del text) es pot elaborar un resum que sintetitza el contingut del text. Seria el següent:

"El Foc és un ésser que es presenta als sentits com calor o com llum. La seva essència pot ser captada per la raó: és la rarefacció específica que produeix en els cossos i que consisteix en la separació de les seves parts.

El Foc es troba pertot arreu, repartit per igual en tot l'espai amb independència de com siguin els cossos que ocupen aquest espai; en aquestes condicions el Foc no es manifesta. Una causa externa pot trencar aquest equilibri i llavors el Foc es manifesta en els fenòmens, però l'equilibri es

recupera espontàniament. Les creatures animades contenen més Foc en la seva substància que les altres.

El Foc actua sobre els cossos i els cossos actuen sobre ell, segons determinades lleis. El Foc rarifica tots els cossos, destrueix la seva elasticitat, podria ser la causa de l'electricitat. El seu poder s'excita pel fregament i la seva acció (la força del Foc) es manifesta pel moviment que depèn de la resistència que li oposen els cossos. El moviment intern de les partícules dels cossos és degut al Foc. Les partícules més lleugeres d'un cos són l'aliment del Foc.

El Sol és un cos sòlid que està destinat a il·luminar-nos i a posar en activitat el Foc intern de tots els cossos. Hi ha un Foc central a la Terra.

El Foc és un agent universal, l'esperit de vida que anima la matèria. És l'agent més poderós per moure els cossos i per dissoldre'ls i és l'antagonista de la seva pesantor, tot i que ell mateix no pesa. Sense el Foc tot seria compacte i tot estaria en repòs absolut. És l'ànima del món, l'alè de vida repartit pel Creador sobre la seva obra."

Contingut factual

Els "fets" que constitueixen la base experimental de l'argumentació són molt diversos. Per exemple, en relació amb el primer capítol de la primera part: "*Que le Feu n'est pas toujours chaud et lumineux*" (7 pp.), les experiències que cita són les següents:

-Diferents efectes dels raigs de lluna i dels raigs de sol: els de lluna, reunits per la lupa són freds.

-Hi ha objectes que són lluminosos i no donen calor; l'aigua no els apaga. Hi ha cossos que escalfen la mà i no donen llum.

-La llum i la calor es propaguen de manera diferent: la llum ho fa sempre en línia recta, la calor s'insinua en el cos en totes direccions; la velocitat de propagació de la llum és molt superior a la de la calor; un cos pot perdre la llum en un instant, però triga a perdre la calor.

-La sensació de calor és relativa i depèn també de la salut.

Al llarg dels altres capítols es va referint a fets molt diversos, sempre en relació amb el tema exposat en el títol: ebullició de l'aigua a "calor" constant, rarefaccions produïdes per l'aigua, aire i Foc, combustions, fermentacions fredes i calentes, flames, relació entre color i escalfament, canvis de pes, o no, en escalfar metalls, velocitat de la llum, els eclipsis, consideracions respecte a la propagació de la llum d'una espelma, calor per fregament o per xoc, "calor" de congelació, escalfament i refredament en el buit, dependència entre el pes de l'atmosfera i la "calor" d'ebullició, diversos exemples de rarefacció, refredament i efervescències en mesclar líquids diferents, fenòmens meteorològics, eclipsis (les observacions de Huyguens i Roemer sobre els eclipsis dels satèl.lits de Júpiter permet calcular la velocitat dels raigs de Sol). Es refereix, també, a la naturalesa del Sol (no és Foc, sinó un cos sòlid) i al "Foc central" de la Terra..

Les argumentacions

En general, el text es proposa exposar raonadament un coneixement (què és el Foc?), més que resoldre problemes. Les argumentacions es fonamenten en l'experimentació: s'explica quina és la causa de molts fenòmens, (el Foc) partint de determinades regularitats o d'analogies entre ells i, sobretot, deductivament, a partir del model per la matèria que va exposant al llarg de les explicacions. A mesura que s'argumenta es presenten noves característiques del Foc.

En diferents parts del text, l'autora exposa els "convenis metodològics" als quals ajusta el seu redactat. Per exemple:

"On ne doit jamais conclure du particulier au général.

Or je suppose qu'il ait plu à Dieu de créer dans Sirius, par exemple, un globe dont les êtres n'ayent aucun de nos sens...; il paroît donc qu'il faut chercher dans le Feu quelque effet plus universel, & dont l'existence ne dépende point de nos sens.

Quel est donc l'effet le plus universel du Feu? ... je dis le reconnoître en Philosophes, car il y a deux façons de connoître les corps & ceux qui étudient la Nature la voient d'un autre oeil que le vulgaire."

Podem trobar diferents tipus d'explicacions/argumentacions, però totes elles són genuïnes: causals, deductives (a partir d'un model per a la matèria que va presentant a mesura que li és necessari) o analògiques. Algunes vegades prenen la forma de "regles". Vegem-ne alguns exemples, resumits: "Tots els metalls fosos perden pes". "Els cossos calcinats a través del vidre augmenten menys de pes que si se'ls calcina a l'aire lliure". "Els cossos tenen tendència cap al centre de la terra, però el foc no". "L'esperit de vi trenca la llum més que els líquids més densos i per això no es gela mai".

Per exemple, una regularitat factual queda explicada com a conseqüència d'un model de propagació per a la llum i per a la calor:

"Une autre différence remarquable entre la chaleur et la lumière, c'est qu'un corps peut perdre sa lumière en un instant mais il ne perd jamais sa chaleur que successivement; cette différence est une suite de la façon dont la chaleur et la lumière agissent; car pour faire périr la lumière il suffit d'interrompre la direction du Feu en ligne droite; mais puisqu'il faut, pour exciter la chaleur, qu'il pénètre les corps en tout sens, cette action est plus difficile à arrêter.

Les rayons échauffent d'autant moins que l'on monte plus au dessus de l'Atmosphère, quoiqu'ils donnent la même lumière que près de la surface de la Terre; cependant ils sont plus purs en haut où l'Atmosphère est plus léger: donc la chaleur n'est pas essentielle au Feu élémentaire."

I una explicació racional:

"La chaleur et la lumière paroissent être au Feu ce que le mode est à la substance; la lumière n'étant autre chose que le Feu transmise en ligne droite ... et la chaleur, l'agitation en tous sens."

En general es comença per crear camps semàntics (s'atribueixen propietats al Foc en relació amb regularitats experimentals), a partir de cadenes de definicions en les quals els termes abstractes que s'utilitzaran queden vinculats d'una manera ingènua a l'experimentació. Per exemple:

"Le Feu étant le principe du mouvement interne des corps, moins un corps contient de Feu, plus ses parties doivent être en repos; ainsi si la glace n'étoit causée que par l'absence du Feu, elle devoit être privée de tout

mouvement sensible, mais cependant il fait une fermentation très violente dans sa substance, cette fermentation va même jusqu'à lui faire rompre les vases qui la contiennent.

L'effort que les parties du Feu font sans cesse pour s'éviter, & pour se réoandre également de tous côtés, se voit à l'oeil lorsqu'on approche deux bougies l'une à l'autre; car on les voit visiblement s'écarter & se fuir avec d'autant plus de force qu'on les approche davantage."

Això fa que el model teòric es vagi modificant a mesura que s'introdueixen nous camps semàntics i d'aplicació.

Algunes explicacions es formulen com hipòtesis abductives senzilles, que prenen la forma següent:

-S'ha d'explicar l'evidència experimental (Les flames de dues espelmes s'allunyen quan se les acosta).

-La hipòtesi H pot explicar aquesta evidència (Les parts del Foc s'eviten).

-Així, pot ser H (El Foc consta de parts que fan un esforç per evitar-se).

O bé com hipòtesis que accepten una relació causa-efecte:

"Si la glace n'étoit que la privation du Feu, il devrait toujours dégeler dès que le Thermometre monte à 33 degrés au-dessus de la congélation; mais le Thermometre monte souvent jusqu'à 36 & même jusqu'à 41, sans qu'il dégele...: donc l'absence de Feu n'est pas la seule cause de la congélation."

Com que es tracta d'un text argumentatiu, un cop rebutjada la hipòtesi: "L'absència de Foc és l'única causa que l'aigua es geli", cal buscar una altra explicació al fenomen: "Si la congélation ne peut être attribuée à la seule absence du Feu, il faut donc en chercher quelque autre cause dans la Nature".

Alguna vegada s'utilitza l'heurístic de "Principi inferit" i pren la forma següent:

-Es produeix en A un fet característic C (L'aigua es gela)

-Llavors molt probablement A ha adquirit el principi responsable de C (L'aigua ha adquirit partícules frigorífiques que fan que es geli).

"Il y a une grande apparence que les congelations naturelles s'operent de la meme manière que nos congelations artificielles et que les particules de Sel & de Nitre , que le Soleil éleve dans l'air & qui retombent ensuite sur la terre, s'insinuent dans l'eau, bouchent ses pores & se ficahant comme autant de cloux entre ses intersices, en chassent les particules de Feu & font enfin que cette eau passe de l'état de fluide à celui de solide."

Comentari global del text

El marc explicatiu de l'autora és donat per la teoria química de Boerhaave i per la teoria de la matèria de Newton, amb un bon coneixement d'ambdues, i també de les experimentacions referents al tema. No hi ha referències a Sthal (al flogist), probablement perquè l'autora prefereix un tipus d'explicació "física" (i la doctrina de Sthal era molt química). El Foc apareix substantivat (entra i surt dels cossos), però es tracta encara d'un concepte molt general; la calor, per exemple, no s'ha diversificat en "temperatura" i "calor latent". Així mateix, determinades propietats apareixen també substantivades (per exemple, la capacitat de congelar-se), tal com és característic en una època de "Química dels Principis".

L'autora explica raonadament un bon nombre de fenòmens, defensant el seu punt de vista enfront d'altres argumentacions alternatives pròpies també de l'època. L'elegància del text i la valentia dels seus arguments són molt notables; en conjunt l'obra és un magnífic exponent de literatura científica de la II.lustració, i un bon compendi de les doctrines del moment sobre el Foc.

Es tracta d'un text científic característic de la II.lustració, molt ben documentat i ben escrit, en el qual l'autora "raona" i presenta conjuntament els "models" i l'experimentació. Es pot considerar "cartesià" en la forma; per més que l'autora no accepta el model de Descartes per al món físic, sí que accepta (com tots els "il.lustrats") el seu "mètode general per conduir la raó i buscar la veritat en les ciències": els homes poden adquirir coneixement amb la seva raó, i la "filosofia" és la fonamentació unificadora de tot coneixement. En la II.lustració es considera que el llenguatge és vehicle del pensament i que pensar correctament requereix escriure correctament, raonadament; i s'acaba elaborant (amb Condillac) un model de ciència que es fonamenta en l'estructura del llenguatge, un "llenguatge natural" en tant que

reflecteix l'ordre en la natura.

En l'obra de Mme. du Châtelet els experiments s'inclouen, doncs, en un sistema natural de pensament filosòfic, perquè es considera que l'estructura del coneixement és l'única que pot reproduir l'ordre de la natura. La forma del text és, en conseqüència, igualment ordenada. Tot el discurs és "filosòfic", en contraposició als textos "científics", en el sentit que s'arribarà a donar, amb Lavoisier, a aquest terme.

Segons Lavoisier (1743-1795), cal buscar la causa particular de cada fenomen i no tant una mateixa causa per diversos fenòmens. Un dels aspectes més interessants de la seva obra és el canvi de significat de "Llenguatge natural": Lavoisier diu que la manera natural d'observar els fets és fer hipòtesis i per això el llenguatge "científic" passarà a ser una "teoria científica" codificada, en lloc de ser la representació (la revelació) de l'estructura natural del pensament.

Després de Lavoisier, el pensador (el científic) ja no pot "innovar" al marge del llenguatge. Lavoisier inaugura el discurs científic, en el qual ja no cal començar per definir tots els termes; la teoria guia el pensament, i el textos s'han de llegir en "clau teòrica", són ja textos per a especialistes. El científic deixa de ser autor del que escriu. El discurs científic parla amb una veu col·lectiva: la pràctica científica és l'únic pedagog, i tant el professor com l'alumne en són deixebles.

5. CONCLUSIONS

Generalment hom reconeix, com fa Gillispie, l'aportació de Mme. du Châtelet a la ciència pel seu esforç perseverant en la difusió del newtonianisme i particularment per la realització de la primera i única traducció francesa dels "Principia", un dels principals clàssics de la ciència.

Però considerem que la seva aportació va ser més rica. L'estudi que hem dut a terme ens porta a subratllar-ne els aspectes següents, que destaquen els seus trets més creatius:

-Va participar activament i amb independència d'opinió en la controvèrsia Newton-Leibniz.

-Va contribuir a situar els conceptes de massa i força al mateix nivell ontològic, a França (les forces eren rebutjades pels cartesians).

-La controvèrsia sobre les forces vives, en la qual va participar activament, va portar a revisar aquests conceptes i va ajudar a avançar cap a la llei de la conservació de l'energia.

-Va ser la responsable i animadora del focus cultural de Cirey, que es fonamentà en l'entusiasme dels dos protagonistes, Mme. du Châtelet i Voltaire. És difícil de mesurar la contribució de cadascun. Sis són els camps de treball que es van crear a Cirey: metafísica, física, filosofia moral, deisme crític, història i drama: podríem pensar que Voltaire prenia la iniciativa en el drama, història i filosofia moral i Mme du Châtelet en metafísica, física i criticisme bíblic.

-El text que ha estat analitzat ens la presenta com una autora ben documentada, que defensa els seus arguments amb un bon coneixement dels convenis metodològics i retòrics de la "ciència normal" (en termes de Kuhn) de la seva època, racionalista i il·lustrada. L'anàlisi d'aquest text ens permet disposar d'un nou material de gran interès, a utilitzar en els cursos d'història de la química

-Amb els seus escrits i la seva pròpia vida, va permetre de reflexionar sobre la situació de la dona i de la ciència.

Molts historiadors han donat només l'aspecte pintoresc, anecdòtic i superficial, d'Émilie du Châtelet en detriment de l'intel·lectual. Però escoltem ara les seves pròpies paraules:

"Jutgeu-me pel meus propis mèrits o per l'absència d'ells, però no hem jutgeu com un apèndix d'aquest gran general o d'aquell intel·lectual de renom, aquesta estrella que brilla a la cort de França o aquella autora famosa. Sóc, per propi dret, una persona completa, responsable només amb mi mateixa de tot el que sóc, de tot el que dic o de tot el que faig."

(Carta a Frederic de Prússia)

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Treballs originals de la Marquise du Châtelet

(1740) *Institutions de physique*. Prault fils, París

(1741) *Réponse de Mme. la M^{se}. du Châtelet la lettre que M. de Mairan, secrétaire*

perpétuel de l'Académie Royale des sciences, lui a crûe, le 18 février 1741 sur la question des forces vives. Foppens. Brussel.les.

(1744) *Dissertation sur la nature et la propagation du Feu.* Prault fils, Paris.

(1806) *Reflexions sur le bonheur.* Xhrouet, Paris.

(1947) "Prefaci" de *La fable des abeilles.* Princeton.

Correspondència

ASSE, E. (1878) *Lettres de la Mise. du Châtelet.* Charpentier, Paris.

BESTERMAN, T. (1958) *Les lettres de la marquise du Châtelet.* Ginebra.

Bibliografia secundària sobre la Marquise du Châtelet

ALIC, M. (1986) *Hypatia's Heritage.* The Women's Press.

BAILEY, M. (1986) *Women in Science.* The Massachusetts Institute of Technology.

COHEN, I.B. (1968) "The French Translation of Isaac Newton's *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1756, 1759, 1966)", *Archives internationales d'histoire des sciences*

GILLISPIE, Ch.C. (1970-1980) *Dictionary of Scientific.* CH. Scriber's Sons, Nova York.

GONCOURT, E. i J. (1877) *La femme au XVIII siècle.* Paris.

HAMEL, F. (1921) *An Eighteenth-Century Marquise: A study of Émilie du Châtelet and Her Times.* James Pott, Nova York.

ILTIS, C. (1970) "D'Alembert and the VIS VIVA Controversy", *Studies in the History and Philosophy of Science*, vol. 2, pp. 135-144.

---- (1977) "Madame du Châtelet's Metaphysics and Mecanics", *Studies in the History*

and Philosophy of Science, vol. 8, pp. 29-48.

REBIERE, A. (1897) *Les Femmes dans la Science*. París.

SAIGEY, E. (1873) *Les Sciences au XVIII siècle*. París.

TATON, R. (1969) "Madame du Châtelet, traductrice de Newton". *Archives internationales d'histoire des sciences*, vol. 88-89, pp. 185-210.

VAILLOT, R. (1978) *Madame du Châtelet*. París.

VOLTAIRE (1752) *Éloge historique de Mme la marquise du Châtelet*, dins la traducció francesa de l'obra de Newton realitzada per Mme du Châtelet.

WADE, I.O. (1941) *Voltaire and Madame du Châtelet: An Essay on the Intellectual Activity at Cirey*. Princenton Univerity Press, Princeton.

---- (1967) *Studies on Voltaire. With some Unpublished papers of Mme du Châtelet*. Nova York.

Altres referències

ANDERSON, W. (1984) *Between the Library and the Laboratory*. J. Hopkins U.P., Baltimore-Londres.

BENJAMIN, A.E.; CANTOR, G.N.; CHRISTIE, J.R. (1987) *The Figural and the Literal*. Manchester University Press, Manchester.

CHRISTIE, J.R.R.; GOLINSKI, J.V. (1982) *The spreading of the Word, History of Science*, vol. 20, pp. 235-266.

CONDILLAC, E., l'abbé de (1775) "De l'analyse du discours" extret del *Cours d'étude pour l'instruction du prince de Parme*.

---- (1785) *La Logique*. Ginebra.

DIJK, T.A. Van (1989) *La ciencia del texto*. Paidós, Barcelona.

KUHN, T.S. (1979) *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de cultura económica, México.

THAGARD, P. (1990) "The conceptual structure of the chemical revolution" *Philosophy of Science*, vol. 57, pp. 183-209.

