

EL PROBLEMA SOBRE LA UNITAT DE LA MATÈRIA.

MEMÒRIA PRESENTADA AL CONGRÉS DE COSMOLOGIA DE ROMA, PEL P. IGNASI PUIG, S. J., PROFESSOR DE QUÍMICA EN EL COL·LEGI MÀXIM DE ST. IGNASI DE SARRIÀ

NOTA: Els primers dies d'octubre de 1924 es reuní a Roma un Congrés de Cosmologia per posar en relació treballadors de tot el món, i per estudiar la concordança de les modernes ciències físiques, amb la tradicional doctrina escolàstica d'Aristòtil i Sant Tomàs. El Congrés era de jesuïtes, i a ell concorregueren 46 professors de deu nacions d'Europa i Amèrica. Molt a l'avançada cadascú havia escrit la seva memòria sobre un punt determinat. Aquesta havia estat impresa, i donada a un relator competent que fes les seves observacions, les quals eren també impreses. Cada memòria amb les seves observacions era presentada al Congrés, llegida i discutida. Ja es veu que la tasca era seriosa, i el mètode ben allunyat d'improvisacions i parleries.

Els temes tractats foren els següents: I. Fonament de la criteriologia; tres memòries. — II. Continu matemàtic; dues memòries. — III. Continu físic; tres memòries. — IV. Teoria de la relativitat; cinc memòries. — V. Activitat dels cossos; tres memòries. — VI. Concepció general de l'univers; dues memòries. — Lleis de la naturalesa; dues memòries. — VII. Elements naturals; tres memòries. — VIII. Sistema de la matèria i forma; dues memòries. — IX. Teleologia; tres memòries. — X. Principi vital; dues memòries. — Evolució; quatre memòries.

De Catalunya hi assistiren els Pares Josep M.^a Dalmau, Ignasi Puig i Ramon de Rafael, professors del Col·legi de Sarrià. Sobre el tema tercer versava la memòria del P. Ignasi Puig, professor de química, que tenim el gust de presentar als nostres lectors.

Els congressistes tingueren dues audiències: una general de tots amb el Papa i una altra particular dels espanyols amb el Cardenal Ehrle. Totes dues foren molt afectuoses, però la segona fou més llarga i científica. Parlà el Cardenal de la necessitat que té la filosofia d'estar en contacte amb les ciències, seguint els exemples d'Aristòtil, Albert Magne i Sant Tomàs. Fins el segle XII.^e la filosofia era molt pobre. Professors, numistes i sentenciàris reduïen tota la sistematització a colleccionar textos de Sants Pares que parlaven en un o altre sentit, D'Aristòtil tot just en coneixien la lògica, i aleshores començaren d'entrar altres tractats per les comarques d'Espanya i sud d'Itàlia. Però vingué Albert Magne, i es féu deixeble de la naturalesa per l'observació, i llegia afanyosament tots els llibres que poguessin obrir-li la porta de nous coneixements. Lo mateix féu el seu deixeble Sant Tomàs. El seu biògraf Guillem de Toca fins a cinc vegades

remarca expressions com aquestes: nova invenit, doctrinas novas proposuit. Pec-kam, Arquebisbe de Cantorbery, va recollir d'ell 50 proposicions que segons el seu judici, havien d'ésser condemnades com a novetats.

Prenguem exemple, doncs, dels mestres. En Sant Tomàs cal distingir tres coses: 1.^a el mètode d'investigació; 2.^a el sistema d'ensenyament; 3.^a les seves opinions. En les dues primeres, Sant Tomàs és un mestre perfecte, que hem d'imitar; en la tercera, no hem de pensar que després d'ell res no s'hagi trobat de bo i que no es pugui anar més enllà. Aquesta és la ment de l'Església, i particularment de l'actual Papa Pius XI^e; aquest és també l'exemple que ens han deixat els nostres Pares.

Veus aquí ara la memòria del P. Puig.

Se'n parla tant avui dia de la unitat de la matèria, són tantes les publicacions, adés revistes adés llibres, on es descriu minutíssimament la constitució de la matèria, que entenem serà cosa de profit il·lustrar el públic de nostra terra sobre tan interessants qüestions. I per a orientar des d'ara els lectors, ens ha semblat bé definir de bell antuvi ço que en solem dir *l'estat de la qüestió*.

Actualment, quan els científics ens parlen de la unitat de la matèria, volen significar-nos que els àtoms de tots els cossos es componen de minúscules partícules carregades d'electricitat: unes, dites *electrons*, amb càrrega negativa; altres amb càrrega positiva i s'anomenen *protons*. I ja que hem esmentat els electrons i protons, bo serà donar tot seguit la definició d'aquestes entitats, per a conèixer els termes de què es valen els homes de ciència de nostre temps.

S'entén per *protó*, segons els físics i químics, el mínimum natural d'electricitat positiva, possible en l'estat de llibertat, de massa elèctrica igual a la càrrega de l'ion hidrogen. S'anomena *electró* el mínimum natural d'electricitat negativa lliure, la massa de la qual es creu unes 1850 vegades més lleugera que la del protó.

Ara doncs; contra de la pluralitat de matèries, defensada correntment pels escolàstics, segons els quals hi hauria almenys tants cossos d'espècie diferent quants són els elements químics, opinen en l'actualitat els científics, que tots els cossos es redueixen a una, o, tot lo més, a dues matèries primigènies, de natura certament elèctrica, de les quals s'integrarien tots els àtoms i totes les molècules, i consegüentment d'aquestes, tanmateix, provindria la diversitat de cossos fins ara coneguts: diversitat que, segons el parer dels actuals físics i químics, consistiria en variants purament accidentals, és a dir, en la sola figura, nombre, posició, ordre i variada distribució dels electrons i protons dintre dels àtoms i dels diversos àtoms dintre de les molècules.

La doctrina dels filòsofs escolàstics referent a aquest punt és massa

coneguda perquè ens deturem ara a exposar-la: basta esmentar, que gairebé tots admeten almenys l'existència de tants cossos d'espècies diferents quants són els elements químics, i la majoria, anant més endavant, sostenen la diversitat específica de tots els cossos compostos, coneguts científicament sota el nom d'*espècies químiques*.

El programa, doncs, d'aquesta modestíssima dissertació serà talment senzill: com encapçalament de tot el que seguirà, parlarem primer dels fenòmens de la desintegració de la matèria; en segon lloc, de les hipòtesis dels capitosts d'aquest moviment actual, *Rutherford*, *Thomson* i *Einstein*, i últimament de ço que s'ha de pensar, filosòficament parlant, sobre la unitat de la matèria.

I. Fenòmens de la desintegració de la matèria

Cal recordar, abans de tot, que com a síntesi dels experiments i teories de nombrosos físics, particularment de *Bragg*, *Moseley*, *Bohr*, *Rutherford* i *Sommerfeld*, els àtoms semblen constar de dues regions: una externa anomenada *corona* — nom més propi fóra el d'*embolcall* — i una altra interna dita *núcli*. La corona es compon solament d'electrons; en canvi el núcli inclou sempre protons i generalment també alguns electrons.

La principal raó de posar-hi aquestes dues regions a l'àtom fou per a explicar la diversitat d'efectes observats en els mateixos àtoms en verificar-se l'emissió d'alguns d'aquests electrons.

Efectivament: s'ha descobert l'existència d'una emissió d'electrons, com és la realitzada sota l'influx dels raigs catòdics, de la calor i de la llum, relativament fàcil d'assolir, però que no comporta canvi químic en els àtoms on tenen lloc semblants fenòmens: més encara; aquests àtoms mancats de dits electrons en recuperen després d'altres fàcilment i espontània. Per això els físics i químics sospiten amb fonament que aqueixos electrons es troben no al núcli, sinó a la regió externa, o sigui a la corona.

L'altra emissió d'electrons, com és la dels raigs dits *beta* dels cossos radioactius, és totalment diferent de la passada: aquella podia reproduir-se artificialment sota certes condicions; aquesta, emperò, no ha pogut fins ara regular-se per cap artifici dels coneguts i va sempre acompanyada de canvis químics dels àtoms on té lloc. Els electrons d'aquesta emissió, un cop abandonen l'àtom, ja no tornen entrar-hi; per la qual cosa es creu que aquests electrons pertanyen al més íntim de l'àtom, o, usant el llenguatge dels químics, procedeixen del *núcli*.

En lo que acabem de dir s'hi troba apuntat gairebé tot ço que s'entén per desintegració de la matèria; però, com que aquesta noció és de la més

gran importància, cal desenrotllar-la un poc més, per tal de conèixer bé el significat i la valor que hom ha de donar a les teories modernes referents a la constitució de la matèria. Moltes vegades no és tot or el que llueix, car facilíssimament es passa, en aqueixes matèries, de l'ordre real a l'ideal, o siga, dels fets a l'explicació dels fets.

S'anomena, doncs, *desintegració* el fenomen pel qual els àtoms dels cossos es converteixen en altres de més senzills. Aquesta desintegració pot ésser de dues maneres, una natural i altra artificial.

La desintegració natural ha pogut fins ara observar-se en els elements de més gran pes atòmic, com són l'urani, el tori i altres derivats, precisament, d'aquests dos. En dues coses cal fixar-se en aquesta desintegració: en les partícules projectades i en els àtoms residuals.

Les partícules projectades formen els conegudíssims raigs α i raigs β : els *raigs alfa* són nuclis d'hèlium, compostos de quatre protons i dos electrons, de pes atòmic, 4; els *raigs beta* són senzillament electrons. Els raigs γ dels mateixos cossos radioactius no són partícules, sinó que semblen ésser ondulacions electromagnètiques d'èter. Malgrat això, no tots els cossos radioactius projecten les dues menes de partícules suares, dites, sinó que uns en projecten unes, i altres unes altres: però, donat que gairebé sempre s'hi troben aplegats diversos cossos radioactius, uns projectant partícules d'una mena, i altres d'una altra, d'aquí que, de primer antuvi, sembli que cada un dels cossos radioactius doni alhora partícules *alfa* i *beta* en la desintegració; però acuradíssimes experiències han demostrat no ésser així.

Coses verament admirables sobre aquestes partícules contenen els autors que s'han dedicat a estudiar-les, referents a llur nombre, velocitat, penetrabilitat i moltes altres minúcies que per no allargar massa aquest treball deixem d'esmentar, per a venir tot seguit als elements residuals, dotats de noves propietats, i considerats, per consegüent, com a cossos nous. Aquests nous elements tard o d'hora, per la pèrdua d'altres partícules, esdevindran nous cossos amb noves propietats, i així successivament fins arribar al plom, on fineix, segons sembla, la desintegració natural.

Aquesta *desintegració natural* no es fa pas a l'atzar, sinó que tanmateix es regeix per dues lleis per les quals s'han fet cèlebres els seus descobridors. La *primera llei*, trobada per Soddy l'any 1911, es refereix a l'emissió de partícules *alfa*, i diu així: "Tota emissió de partícules *alfa* fa minvar el pes atòmic de l'element residual en quatre unitats, i el nombre atòmic en dues". La *segona llei*, proposada primerament per Russel i per Fajans l'any 1913 tracta de l'emissió de partícules *beta* i s'enuncia amb els següents termes: "L'emissió de partícules *beta* manté invariable el pes atòmic de l'element residual, però fa augmentar en una unitat el nombre atòmic". El *nombre atòmic*, del qual es fa tant d'esment en aquestes lleis, representa, com és sabut,

el nombre d'ordre dels elements en la sèrie dels cossos simples, anomenada periòdica, i ensems indica el nombre d'electrons de la corona.

Llevat d'altres particularitats, per aquestes emissions de partícules esdevenen dues coses: 1.^a que es presentin cossos de pes atòmic idèntic, i tot; amb això tinguin propietats químiques diferents, ocupin lloc distint en la sèrie periòdica dels elements: són els anomenats *isòbars*; 2.^a pel contrari que n'hi hagi d'altres de cossos que tinguin diferent pes atòmic i ocupin el mateix lloc en la sèrie periòdica dels elements; o, dit amb altres paraules, que tinguin diversa densitat i presentin les mateixes propietats químiques: aquests últims cossos s'anomenen *isòtops* i foren descoberts per primera volta entre els elements radioactius; però, amb el temps, se n'han trobat també d'altres entre molts elements no radioactius.

Pel que fa a la desintegració natural de què estem parlant, s'és trobada aquesta tan fixa i constant, tan regular per a cada un dels elements dits radioactius, segons indicàrem ja abans, que fins ara no ha pogut ésser alterada, malgrat les nombroses provatures encaminades a deturar-la o accelerar-la: amb raó, doncs, es dedueix que la força determinant d'aquesta desintegració és d'un ordre molt superior a totes les forces fins al present conegudes.

Passant ja a parlar de la *desintegració artificial*, el primer d'assolir-la fou el físic anglès *Rutherford*, valent-se d'experiments d'una delicadesa extraordinària, que han esdevingut cèlebres en aquests últims anys.

Aquesta desintegració s'aconsegueix projectant partícules *alfa*,—que, com és sabut, atenyen la velocitat inconcebible de 15 a 20 mil quilòmetres per segon—, envers elements o cossos compostos distribuïts en superfícies sumament tènues. Molts han estat els elements subjectats al *bombardeig atòmic*,—que així s'anomena amb notòria propietat aquesta operació—, però pocs han donat resultat positiu. S'ha comprovat que els elements aptes per a experimentar la desintegració artificial són tots ells de pes atòmic baix, i les partícules eliminades són de dues classes: unes anomenades *partícules H*, per ésser nuclis d'hidrogen de pes atòmic igual a la unitat; les altres es coneixen amb el nom de *partícules 3*, car son pes atòmic és tres.

Solament sis han estat els elements que han donat *partícules H*, o sigui, el bor, el nitrogen, el fluor, el sodi, l'alumini i el fòsfor; tres elements han donat *partícules 3*, és a dir, el carboni, l'oxigen i el nitrogen; on es veu, que el nitrogen dóna les dues menes de partícules. Per molts conceptes fóra interessant conèixer la natura dels elements residuals d'aquesta desintegració; però fins ara res se sap referent a ells, ni tan solament es deixa entreveure el camí a seguir en aquesta classe d'investigacions.

Heus aquí breument apuntats els principals fets coneguts amb el nom de desintegració de la matèria, extraordinàriament admirables i quasi increï-

bles. Alguns potser no són del tot comprovats; però, en línies generals, com se sol dir, semblen veritaders, i no es poden pas refusar, més que més essent tants els experimentadors de reconeguda perícia en treballs de precisió els qui han posat tot son enginy en idear i repetir, perfeccionant-les, aquestes experiències.

II. *Hipòtesis de Rutherford, Thomson i Einstein*

Tanmateix hem arribat a bon punt per a exposar les idees de *Rutherford* i dels seus seguidors sobre l'edifici atòmic (1).

Es té com a cosa averiguada i certa que les partícules lliberades, tant en la desintegració natural, com en l'artificial, surten no de la corona sinó del nucli, car els àtoms que les perden experimenten un canvi pregon i permanent. Però els físics esmentats porten més endavant la cosa en voler concloure que el nucli consta d'electrons, de protons o partícules *H*, i ultra això de partícules *alfa* i β . Doncs bé; com les partícules *alfa* i *tres* es componen, segons creença genral, de protons i d'electrons, d'aquí que *Rutherford* i els qui el segueixen en dedueixin que els àtoms no són altra cosa que un agregat de protons i d'electrons, els quals, en coagmentar-se diferentment, constitueixen els noranta i tants elements, que amb tanta profusió de detalls descriuen els químics. En una paraula: tots els defensors d'aquesta teoria no fan més que ressuscitar i confirmar les idees sobre la unitat de la matèria de molt temps ençà suggerides a l'esperit de gran part dels homes de ciència.

El primer en desenrotllar de faisó científica aquesta idea de la unitat fou *Prout*, l'any 1805, defensant que tots els elements provindrien de la gradual condensació del més lleuger de tots, o sia de l'hidrogen. Poc temps després, l'eminent químic *Dumas* sostingué la mateixa opinió. Tot i amb això en avançar el segle dinou i en arribar a un coneixement més exacte dels pesos atòmics, començà a perdre adeptes aquesta teoria; car, segons les idees de *Prout*, tots els àtoms haurien d'ésser múltiples exactes del pes atòmic de l'hidrogen, la qual cosa no la confirmà l'experiència.

Però, heus aquí, que la radioactivitat ha donat el mitjà per a desfer una dificultat de primer antuvi insoluble: per això la teoria de la unitat de la matèria s'ha desvetllat de nou i en l'actualitat té envaït completament el camp de l'anomenada *ciència positiva*. La solució de la dificultat insinuada requereix una més àmplia explicació, i en donar-la ara nosaltres, es veurà a l'ensem amb més claredat ço que actualment es pensa de la constitució de la matèria.

(1) E. RUTHERFORD: *The Structure of Atom*. (Phil. Mag., 27, pàg. 488, 1914).

A la veritat, de la hipòtesi que tots els elements constin d'electrons i de protons, mirada superficialment, sembla talment que els pesos atòmics haurien d'ésser múltiples del pes de l'àtom d'hidrogen, ja es prengui com unitat el propi àtom d'hidrogen, ja s'utilitzi com a terme de comparança, segons es fa en l'actualitat, l'àtom d'oxigen donant-li de pes atòmic exactament 16; perquè és axioma indiscutible que el pes dels àtoms prové quasi exclusivament dels protons indivisibles. És així que l'àtom d'hidrogen consta d'un sol protó. Per tant els restants àtoms, constant com consten d'un nombre exacte de protons, haurien de tenir un pes atòmic múltiple del pes de l'hidrogen.

L'argumentació és clara i sembla no admetre rèplica, no ja a favor de Prout i de Dumas, però ni tampoc a favor dels científics del nostre temps. Tot i amb això amb gran subtileza se solventa aquesta dificultat fent recurs als cossos dits isòtops.

Efectivament: segons el parer dels químics, tots els elements no són altra cosa que barreges, en diferents proporcions, de cossos isòtops; és a dir, de cossos que tenen diferent pes atòmic amb les mateixes propietats químiques; d'on s'esdevé, que solament superant grans dificultats puguin separar-se. Com que aquesta proporció és variable, segons els elements de què es tracti, i en determinar el pes atòmic dels diversos cossos no es fa si no és utilitzant masses relativament grans de substància on es troben aplegats àtoms de diferents pesos atòmics, resulta de tot això que quasi mai el pes atòmic sigui un nombre enter o exacte, respecte de l'àtom hidrogen pres com unitat, sinó gairebé sempre un nombre fraccionari.

Aquesta solució que, a primera vista, podria semblar un efugi dels químics, per a eludir l'esmentada dificultat, es troba de dia en dia corroborada pels descobriments de nous i nous isòtops, no tan sols entre els elements radioactius, sinó àdhuc entre molts altres dels restants elements.

Passant ja ara a declarar ço que creuen els científics sobre la veritable natura dels electrons i protons, amb poques paraules es pot dir que són molt diversos els parers. Tots els autors, quasi sense excepció, convenen en atribuir-los natura, en certa manera, elèctrica; però, en voler explicar aquesta mateixa natura elèctrica, es multipliquen les hipòtesis.

Alguns els neguen tot caràcter de substància, quan asseguruen que la matèria és pura energia o, usant la terminologia dels escolàstics, podríem en certa manera dir que són accidents separats de la substància: tal és el parer d'*Ostwald* i sobre tot de *H. A. Lorentz*. Segons aquest autor, la matèria no existiria, sinó solament els electrons positius, o sigui els protons, i els veritables electrons, és a dir els negatius, submergits tots ells en la immensitat de l'èter uniforme, essent aquestes entitats de natura electromagnètica o al-

menys com a tals es manifestarien. Posteriorment el mateix *Lorentz*, repen-sant-se de lo que amb tant d'atreviment havia escrit, canvià un poc la seva opinió, com tindrem ocasió de remarcar-ho més avall.

Altres físics, portant com a capítol al cèlebre *J. Thomson*, defensen que els electrons no serien altra cosa sinó buits de l'èter: buits que esdevindrien el centre de les línies elèctriques productores del camp electrostàtic dels electrons. Un cop conegudes la massa i les dimensions de l'electró, facilíssimament, segons els defensors d'aquesta teoria, s'arribaria a determinar la densitat de l'èter, que en xifres aproximades s'ha trobat ésser uns dos mil milions de vegades més dens que no pas el plom. En una paraula: d'aquesta fortament admirable i del tot increïble teoria, se seguiria que en el món corpori no existirien més que dues coses, l'èter i el buit.

Aquests últims anys, eixint del principi de la relativitat descobert per *Einstein*, les idees dels físics han evolucionat quelcom, devers un sentit talment insospitable, devers el que se'n diu la materialització de l'energia. Això prové de la nova noció de massa assenyalada per Einstein i de la qual direm ara alguns mots.

Es ben sabut, per la mecànica dita clàssica, que la *massa* es defineix, adés com a coeficient de la inèrcia, adés com a coeficient de l'atracció. Dintre del sistema d'unitats usuals aqueixes dues masses, la inerta i la ponderosa, vénen expressades correntment pels mateixos nombres introduint-hi el coeficient anomenat de l'atracció universal, encara que llur noció sigui diversa, i demés, per a cada determinada quantitat de substància, la massa persevera sempre constant.

Això és el que tothom creia, així savis com ignorants; però, segons les descobertes d'*Einstein*, la cosa no s'esdevé pas així, quan estableix que la massa dels cossos és funció de llur moviment, ço és, que creix en augmentar de velocitat. Aquest increment de massa, provinent de la velocitat, resulta tan insignificant que, per a poder-se mesurar, foren necessàries velocitats increïbles: així, una velocitat de 3.000 quilòmetres per segon faria augmentar la massa una vint mil·lèsima respecte de la seva valor durant el repòs. D'aquí que mai s'arribi a assolir pràcticament un increment de massa mesurable, llevades potser les partícules beta dels cossos radioactius, la velocitat de les quals assoleix 190.000 quilòmetres per segon. En aqueixes partícules l'augment de massa s'esdevé vint vegades superior a llur massa normal en temps de repòs. Una gran dificultat, però, presenta en tractar de voler fer aqueixes determinacions, i és la massa tan migrada que comporten; puix, com havem dit, és unes 1.850 vegades inferior a la dels àtoms d'hidrogen.

Einstein ha formulat dues lleis respecte de l'augment de massa dels cossos en moviment. La *primera llei* diu així: "Tota forma d'energia posseeix alguna inèrcia i la massa de qualsevol quantitat d'energia és igual a la rela-

ció de si mateixa respecte de la velocitat de la llum". Aqueixa segona part de la llei s'expressa, en termes matemàtics, amb la següent fórmula:

$$M = \frac{E}{V^2}$$

D'aquest principi general en dedueix l'autor de la relativitat una interessant conseqüència, que pot anomenar-se la *segona llei*: "L'augment de massa que resulta del moviment de qualsevol cos és igual a la relació de la seva energia cinètica respecte del quadrat de la velocitat de la llum". La fórmula representativa d'aquesta segona llei vindria expressada de la següent manera:

$$M - M_0 = \frac{E \text{ cin}}{V^2}$$

en la qual M representa la massa del cos en moviment i M_0 la massa del mateix cos en repòs.

A moltes altres conclusions és arribat *Einstein* portat en ales de sos càlculs matemàtics; i que per no ésser pròpies d'aquest lloc deixem de constatar: una cosa només cal remarcar, de les moltes que el cèlebre físic alemany dedueix de la seva teoria, i és que pel sol fet de moure's un cos amb la velocitat de la llum, la seva massa esdevindria infinita. D'on justament en dedueix *Einstein* que cap cos pot arribar a moure's amb la velocitat de la llum.

Doncs bé: si, com ens assegura *Einstein*, qualsevol energia va acompanyada d'inèrcia, aquesta inèrcia haurà de manifestar-se en tota mena de fenòmens, puix que no hi ha fenomen on no es trobin mutacions d'energia. Efectivament, ja *Lebendeef* i *Poynting*, seguint les orientacions de *Maxwell* i *Bartoli* deduïdes de consideracions molt diferents de les d'*Einstein*, empengueren la tasca fortament difícil de mesurar certs fenòmens d'ordre mecànic. La realització d'aquestes mesures tingué lloc amb la llum, buscant la pressió que aquesta exerceix en topar amb algun obstacle, i ensems la pressió de retrocés efectuada per la llum en el mateix focus lluminós, semblant al que succeeix amb les armes de foc en ésser disparades i que se'n diu força de reculada. L'èxit demostrarà l'encert de les previsions teòriques.

D'aquest fet de la pressió de radiació, admesa ja per la generalitat dels físics, en intentar composar-la amb la igualtat entre l'acció i la reacció, condueix a conclusions de la més alta transcendència, o siga, que *l'energia es troba dotada de massa*. Si això fos veritat, s'albira ja de bell principi, palesament, com els conceptes d'energia i de matèria resten completament transformats. Per on se veu que la teoria d'*Einstein* va molt més enllà que no pas la teoria electrònica. De l'admissió d'aquesta última teoria, quant molt, es

deduiria la unitat o la dualitat de la matèria; emperò, de la hipòtesi einsteiniana s'arriba a la pleníssima unitat de l'univers, ço és, de la matèria i de l'energia. Eixint d'aquestes bases, la matèria no seria quelcom genèricament o específica divers de l'energia: la matèria no fóra més que energia condensada; o, mirat per l'altre indret, l'energia fóra la mateixa matèria extraordinàriament dilatada. Així, doncs, el principi de la condensació de la massa no és més que un aspecte diferent del principi de la condensació de l'energia.

En conseqüència; aquesta nova teoria s'intitula, amb tota propietat, *materialització de l'energia*.

D'acord perfecte en aquest punt, amb totes les derivacions provinents dels principis establerts, els partidaris de la materialització de l'energia ja no reclamen la necessitat de l'èter per a entendre la propagació de l'energia fora dels cossos, essent com és, segons aquesta teoria, una entitat subsistent per si mateixa, que en presentar-se en estat de suma condensació, constitueix els electrons, i en propagar-se sota la forma d'ones a través de l'espai, dóna lloc a l'energia radiant. No obstant, solament una part infinitesimal de l'energia (el perquè no ho diuen els relativistes) pot aprofitar-se, és a dir, la que es manifesta durant els fenòmens físics i químics.

Resultat: pel sol fet de les reaccions químiques, s'altera la quantitat de matèria; puix que, o bé es perd disseminada a través dels espais com energia calorífica en les combinacions dites exotèrmiques, o altrament s'augmenta per la condensació de l'energia calorífica en les combinacions endotèrmiques. Aquest augment o disminució, però, de matèria la creuen els mateixos relativistes tan petita que pràcticament pot considerar-se com nul·la. Com exemple, farem aquí constatar la síntesi de l'aigua partint dels seus elements hidrogen i oxigen, precisament una de les reaccions més exotèrmiques de les conegudes fins ara: doncs bé; la pèrdua de massa per efecte d'aquesta reacció, gairebé no arriba a tres milionèsimes de mil·ligram per cada molècula-gram d'aigua sintetitzada que, com és sabut, pesa 18 grams.

Hom no s'ha d'estranyar, doncs, si fins ara no s'ha caigut en el compte d'aquesta pèrdua de massa. És tan petita! Solament en el cas dels electrons sembla que s'ha pogut constatar l'augment de massa per efecte del moviment, car se'ls ha pogut comunicar una quantitat d'energia comparable a la valor de la massa del cos durant el repòs.

Malgrat aquesta nova teoria, segons el parer dels relativistes, en tots els fenòmens físics i químics subsisteix intacte el principi de la conservació de l'energia i el de la conservació de la matèria; puix l'energia produïda en aquests fenòmens equival a la matèria desapareguda, i pel contrari, l'energia desapareguda equival a la matèria sintetitzada.

Tot això, però, fóra veritat si la matèria i l'energia es consideren en

tota la seva amplíssima accepció: contràriament, si sota el nom de matèria es comprèn solament l'energia condensada, i sota el nom d'energia s'entén exclusivament la matèria rarificada, llavors el principi de la conservació de l'energia deixa talment de complir-se; puix, en aquest sentit, tant en les reaccions químiques, com en les accions mecàniques i fins en el mateix moviment local, s'ha de dir que la quantitat de matèria i d'energia varia.

Recentment sembla haver-se decantat *Lorentz* de la banda dels relativistes, quan en una de les discussions del "*Consell de Física*" de Brussel·les de l'any 1921 (2), pronuncià aquestes paraules: "Durant algun temps sostinguí l'opinió que tota la massa dels electrons era electromagnètica; puix experimentava canvis, segons llur velocitat, tal com preveia la teoria. Però després la teoria de la relativitat m'assabentà de la inutilitat d'aquella teoria, car un sistema qualsevol podia, segons la relativitat, experimentar canvis semblants".

S'han tocadés aquí aquestes qüestions, no precisament per a refusar cada una de les asseveracions dels relativistes, ni tan sols per a sospesar el que hi hagi en elles de veritat: sinó per a fer veure fins a on porta el desig de reduir-ho tot a la unitat. No es pot negar que la discrepància entre moltes coses dels relativistes i de la mecànica dita clàssica no sempre és tan pregona com a primera vista podria semblar. Així concretant-nos en el punt de la *materialització de l'energia*, no volen dir res més els relativistes sinó que la massa, tal com la defineixen els físics, tindria les mateixes dimensions que l'energia, tal com ells la defineixen.

I, entrant ja a parlar de la composició dels cossos, es dona com a cert entre els científics: 1.^{er} que, en les combinacions químiques, els elements resten formalment en el compost; 2.^{on} que els elements es componen d'electrons, quedant també tots ells formalment en els àtoms. Però no hi ha uniformitat de parers entre els mateixos científics sobre si els electrons, tant positius com negatius, són de la mateixa espècie o si són irreductibles, fins el punt que els electrons pròpiament dits, o siga els negatius, mai no es converteixin en positius o protons. Malgrat això, aquests últims anys un hom nota certa tendència envers la irreductibilitat.

D'en mig de tanta munió d'experiències i teories, tan vàries i tan estranyes, una cosa sembla sobresortir-ne, i és l'existència en els àtoms de certa força elèctrica, o valent-nos de les paraules del *P. Geny, S. J.*, les coses passen com si tal força realment hi intervingués (3).

(2) H. A. LORENTZ: *Atomes et Electrons*, pàg. 20, Gauthier-Villars, 1923.

(3) P. GENY, S. J.: *Metafisica ed esperienza nella Cosmologia*. ("*Gregorianum*", vol. I, pàgs. 91-116, 1920).

III. *Què deu pensar-se, filosòficament parlant, sobre la unitat de la matèria*

Acostant-nos ja a la fi de nostra tasca, hem de dir quelcom d'aquesta unitat o dualitat de la matèria.

En primer lloc cal confessar palesament que la qüestió de tant temps controvertida sobre la permanència dels elements en el compost, s'estén ara, després dels coneixement dels fenòmens de la radioactivitat, a la constitució dels mateixos elements: no es pot dir, emperò, que sigui un problema nou, sinó com una ampliació o extensió de l'antic problema. La qual cosa és evident ja per si mateixa, ja també per confessió dels propis científics i filòsofs. En conseqüència; la manera de procedir per a arribar a la solució del problema haurà d'ésser la mateixa que fins ara tractant-se de la permanència dels elements en el mixte, és dir, l'aparició de noves propietats o la continuació de les mateixes. Naturalment que aquestes expressions, referides als àtoms, no tenen sentit sinó en el cas d'existir realment la transmutació d'uns elements en altres, o, parlant amb el llenguatge dels científics, que es dongui la desintegració real dels elements: cosa que avui s'ha de donar com del tot probable, encara que no es pugui dir completament certa, en l'estat actual de la ciència.

I arribats aquí, cal ja explicar el nostre parer. Creiem, doncs, que en tot cas, és a dir, tant si s'admet la permanència formal com la virtual solament, s'hauria de sostenir que les molècules i els àtoms tenen certa organització, o sigui, que en si mateixos s'hi troben parts heterogènies amb llurs propis accidents, semblantment a lo que s'observa en tots els éssers vivents, tant animals com vegetals.

Respecte a aquest particular, no sabríem pas insistir-hi prou; no sembli que admetem en les molècules i en els àtoms solament aquelles dues parts substancials, dites matèria prima i forma substancial tan esmentades en les escoles de filosofia escolàstica, dotades d'omnímoda uniformitat, fins al punt de trobar-s'hi sols virtualment els elements en què es resolen per les accions químiques o radioactives.

No ens és ignorat que *Sant Tomàs* i al *P. Francesc Suàrez* parlen ja d'accidents que sensiblement diversifiquen les parts diferents dels compostos. Les paraules de l'*Angèlic Doctor*, referint-se a l'ànima, són aquestes: "Nec dicendum est quod totaliter corrumpantur (elementorum formae), sed quod maneant virtute, ut *Aristoteles* dicit, hoc est in *quantum manent* accidentia propria elementorum secundum aliquem modum, in quibus manent virtutes elementorum" (4). Però, si hem de confessar el que sentim, creiem

(4) D. THOMAS: *De Anima*, art. 9, ad 10.

que aquestes idees aristotèliques amb tanta brevetat repetides per Sant Tomàs, segons la senzilla concepció antiga de la composició dels cossos, no han estat prou aprofitades pels escolàstics, mentre que els químics han anat trobant i ampliant les fórmules anomenades d'estructura, fins a no atribuir a aquestes gairebé cap significació real, essent així que a les fórmules de constitució o d'estructura, especialment en química orgànica, han d'atribuir-se una bona part dels progressos realitzats modernament en la ciència química.

No esmentem pas ara aquestes fórmules per a defensar-les totes, com si sempre i totalment responguessin a la realitat objectiva: tal volta moltes vegades s'hi enganyen els químics. Però tot i amb això entenem, i com a molt probable ho sostenim, que en realitat es troba en els cossos quelcom representable d'alguna manera per fórmules; i així com, amb tota naturalitat i sense estranyesa dels filòsofs, els anatomistes i els fisiòlegs dibuixen les diferents parts del cos humà i dels animals, atribuint a cada una determinades funcions, tant si aquestes parts, és dir, els ossos, carns, nervis, etc., se les suposa existents en els animals formalment o sols virtualment; de la mateixa manera sense admiració de ningú poden també els químics, segons pensem, representar les molècules dels éssers no vivents amb llurs admirables fórmules de constitució, adés s'admeti la permanència formal dels elements, adés es vulgui defensar solament la virtual. Una cosa consemblant creiem que es pot sostenir respecte els protons i electrons en tractar-se dels àtoms.

Però encara hi ha més: així com es pot dibuixar l'empelt d'una rama en la soca d'un arbre de diferent espècie i l'empelt d'un tros de pell d'un animal en un altre, essent així que llavors participa el vivent per aquella part de certes propietats peculiars de l'altra planta o de l'altre animal d'on provenen la rama o la pell empeltades; d'una manera semblant en les molècules creiem que s'hi han d'admetre empelts de parts de molècules (radicals les anomenen els químics) que comuniquen a les molècules que les posseeixen certes propietats comuns: així s'explicarien les *funcions* dites *químiques*, com són la funció àcid, la funció base, la funció alcohol, etc.; d'aquesta manera també s'explicaria per què els compostos de certs metalls es presenten normalment amb colors propis, i per què la presència de certs radicals en molècules totalment diverses els comunica, en química orgànica, determinats olors i colors.

Per tant, ens agrada no poc la manera de parlar de *W. Jacobs* en la revista de Lovaina titulada *Revue néoscholastique de Philosophie*, on, en tractar del sistema dels elements, s'expressa així: "Imperfectes com són nostres coneixements sobre aquest punt, es deixa albirar amb la suficient claretat, després dels últims descobriments, que tant les molècules com llurs parts constituents els àtoms, tenen certa estructura. La diferència específica dels elements, segons les noves troballes, no fóra diferència solament quan-

titativa, com pensen els autors de la teoria mecanicista; segons les modernes teories, aquella diferència encara que realment quantitativa, fóra principalment diferència d'estructura. En la matèria inerta els electrons, nucli, àtoms i totes les parts heterogènies no constitueixen solament un agregat d'unitats individuals, sense llur mútua dependència, sinó un tot morfològic on les diverses parts resten travades entre si mateixes. L'existència d'aquestes parts, com a parts, evidentment que depèn de l'existència llur, com a parts integrants del tot a què pertanyen. Les diferents parts de l'àtom i de la molècula fan el paper, com si diguéssim, d'òrgans cada un dels quals exercita determinades funcions. Entre les funcions de cadascuna d'aquestes parts hi roman una mútua dependència, mitjançant la qual i per mitjà de certa harmònica unió, s'estableix determinat equilibri, propi de cada espècie de substància. Les partícules formades d'àtoms elementals constitueixen un veritable sistema, és a dir, sota l'influx del principi unificant formen l'ésser individual, de propietats ben definides, que el distingeixen dels altres sistemes, de consemblant substrat, però d'organització diversa".

Poc després hi afegeix l'esmentat Jacobs: "Quan s'estableix comparança entre la disposició i l'estructura de la matèria inerta i l'organització dels éssers vivents, s'hi sorprèn una manifesta analogia. En l'un i l'altre cas, s'hi troben parts heterogènies, informades d'un principi d'unitat, del qual depèn l'essència de l'ésser. La nutrició, el creixement i la reproducció, amb llur evident finalitat immanent de forces vitals, hi manquen, és cert, en el regne mineral: no obstant, trobem en aquest regne quelcom semblant a l'instint de conservació, en la tendència a l'estat d'equilibri, quan la molècula o l'àtom són sotmesos a influències que podrien pertorbar llur unitat" (5).

No es pot negar l'existència d'una gran dificultat en senyalar les fites de separació entre la combinació i la barreja, entre els canvis químics i els físics: però això no ha de servir d'entrebanc per a defensar l'aparició d'una nova forma substancial en determinades circumstàncies. Cosa semblant passa entre les plantes i els animals, en arribar a les fites dels dos regnes, on freqüentment es dubta si un vivent inferior és planta o bé animal.

Amb raó, doncs, creiem poder finir el present treball amb les paraules amb què Jacobs fineix el seu article, ço és que "en el mateix concepte de matèria dels físics moderns s'hi troben aquells dos principis incomplets de la teoria escolàstica: ambdós imperfets, ambdós d'ordre substancial. Per una part el substrat, la càrrega elèctrica de nuclis i electrons, sense existència sola que sigui d'alguna durada, i per altra el principi que fa d'aquelles partícules cossos individus amb propietats ben definides".

Ultimament, perquè la semblança del cos inanimat respecte de l'animat

(5) W. JACOBS: *Le Système des Elements*. ("Revue néoscholastique de Philosophie", XXIV, 1922, pàgs. 371-372).

sigui més gran, per molts indicis creiem poder-se defensar que en els àtoms i en les molècules s'hi troben certes parts integrants, informades indubtablement d'una forma principal, però que hi poden ésser i deixar-hi d'ésser sense corrupció de dita forma. Tractant-se dels àtoms, aqueixes parts serien els electrons de la corona, el nombre dels quals i llur disposició poden variar accidentalment, induint en els àtoms aquelles mutacions temporals i poc profundes, de què al principi hem fet esment. Pel contrari, les alteracions entre els electrons i protons del nucli portarien sempre producció d'un nou cos, així com en els animals les pertorbacions dels òrgans anomenats vitals menen sempre a la mort del vivent. I això que s'acaba de dir dels àtoms es pot aplicar a les molècules, la forma de les quals, quedant-se dintre de la mateixa espècie física, admet l'entrada o la pèrdua d'alguns àtoms i, fins i tot, de molècules de la mateixa o diferent espècie química, sense que per això desaparegui aquella forma.

Així s'explicarien còmodament els estats dels cossos dits al·lotròpics, l'existència dels cossos isòmers, els diversos estats físics de la matèria, segons els diferents graus de condensació molecular i molts altres fenòmens físics i químics, que sense aquesta hipòtesi hom no veu com poden explicar-se satisfactòriament.

Epíleg

Condensant en poques paraules aquest treball direm:

1.^{er} Referent a la unitat de matèria sembla no del tot desproveïda de probabilitat la sentència que ensenya que els àtoms es componen d'electrons i de protons amb inclusió formal; però, sempre subordinats a una forma substancial superior que els donaria la unitat i les propietats característiques: el mateix sembla poder-se dir de les molècules respecte dels àtoms.

2.^{on} Entenem que s'ha d'insistir molt en l'estructura dels àtoms i de les molècules, semblantment a l'estructura dels animals i de les plantes, que permeten certes addicions i subtraccions d'àtoms sense que per aquest so' fet s'alteri la forma substancial, i demés seria la clau per a desfer moltes dificultats proposades pels físics i químics, encara que no s'admetés la permanència formal dels elements en el mixte i dels protons i electrons en els àtoms.