

Llibres

Bragg, W. H. i W. L.: X RAYS AND CRYSTAL STRUCTURE. — Londres, 1915. 228 p. — L'objecte d'aquest llibre és posar de manifest com el famós experiment de Knipping i Friederich, portat a cap per indicació del físic teòric Laue (1), no solament ha vingut a portar precioses indicacions sobre la naturalesa dels raigs X, sinó també ha vingut a demostrar objectivament l'estructura atòmica dels cristalls, la simetria de la qual havia revelat ja en l'estudi de la seva configuració externa.

Donada l'importància extraordinària dels fets que's tracten en aquest llibre, ens estendrem lleugerament en aquesta recensió. L'elogi del llibre és fet sols citant els noms dels autors, pare i fill Bragg, uns dels qui més han treballat a Anglaterra per completar i aixamplar l'horitzó de coneixements que el descobriment de Laue ha obert a les Ciències físiques.

Recordarem breument que l'experiment de Laue consisteix en fotografiar un feix de raigs X al través d'una làmina cristal·lina. La fotografia obtinguda sobre una placa ordinària (2) motiva una taca negra al mig, voltada d'una serie de taquetes, unes més negres, altres més grises, distribuïdes

de manera que presenten certes simetries al voltant d'aquella. Aquestes taques són evidentment efectes de difracció deguts a les vibracions de les molècules de dintre del cristall a l'ésser topades pel feix de raigs X.

L'obra de què anem a ocupar-nos té dotze capítols, diverses notes suplementaries i un índex.

El primer capítol és introductori; recorda en ell les propietats més conegudes dels raigs X, sa formació a l'incidir els electrons escapats del càtode, en les ampolles Roentgen, sobre un cos qualsevol que serveixi d'anticàtode; sa propagació rectilínia, la formació de ombres netes; l'excitar la fosforescència, l'ionisació i desprendiment d'electrons, com els raigs ultraviolats en l'efecte fotoelèctric; les propietats negatives de difracció en les reixes ordinàries, reflexió, polarisació i doble refracció, etc., etc.

Alguns d'aquests efectes, els positius, sugereixen tot seguit la idea que els raigs X deuen ésser com una manera de raigs lluminosos, i així ho avençaren alguns teòrics com Schuster, Wiechert, Stokes i Thomson (3,3). Mes els efectes negatius exigien que la llargada d'ona fos curtíssima, molt més que la de les ones ultraviolades; puix aquestes es difracten perfectament en les reixes que poden construir-se i de què es disposa en els laboratoris, amb quasi 1,000 línies per mm. El no

(1) Vegi's ARXIU DE L'INSTITUT DE CIÈNCIES, n.º 1, any II.

(2) Vegi's «Cristallografia» en la *Enciclopedia Espasa*.

difractar-se en elles els raigs X, pot efectivament ésser degut a é ser tan petita la seva longitud d'ona comparada amb la micra, per exemple de l'ordre $10^{-3}\mu$, que passés el feix al través de la reixa de difracció com passa un raig de llum al través d'una reixa de barres de ferro verticals, que serveix d'encerclament a un jardí. La necessitat d'obtenir per a l'anàlisi dels raigs X una reixa prou fina, suggerí a Laue el recurs d'acudir a la mateixa constitució molecular dels cossos, fent de ses molècules, col·locades en els cristalls (hipotèticament) amb certa simetria la reixa de malles prou fines per a poder analitzar els raigs X. Laue plantejà matemàticament el problema i trobà valors per les intensitats lluminoses als diferents punts d'una placa fotogràfica, valors que responien a una certa simetria. L'experiment confirmà les previsions teòriques, servint a la vegada de prova experimental de l'existència molecular i descobrint-se l'espectroscopi que tant s'havia buscat per a les radiacions de Roentgen.

El segon capítol del llibre és dedicat a l'exposició del mètode de càlcul de la difracció degut a Bragg junior i anomenat de les reflexions. Aquest mètode consisteix en *considerar els diversos plans de cares possibles en el cristall com a pla de reflexió, la qual serà tant més intensa com més probable o senzilla sigui aquella cara*. Les cares possibles es defineixen com a plans que continguin centres d'agrupacions moleculars que formin diverses malles. Bragg ajunta al principi anterior la condició d'interferència, agregant *que sols la reflexió donarà lloc a intensitat mesurable en el raig reflectat quan la serie d'ones reflectades per diferents plans paral·lels, tinguin per aquella direcció la mateixa fase, i vinguin, per tant, ajuntades aritmèticament ses amplituts*. Les condicions d'incidència a què porta aquesta condició es troben

fàcilment: $\lambda = \frac{2d}{n} \sin \theta$, essent λ la llar-

gada d'ona de la distancia entre dos plans paral·lels, és un nombre sencer qualsevol i $90 - \theta$ l'angle d'incidència que's busca. Les diverses cares possibles responen a diversos valors de d . L'observació de θ , empleant una mateixa λ per a diversos plans o cares possibles, donarà les relacions entre les diverses d . D'aquesta manera s'arriba a conèixer l'estructura dels cristalls. Si l'anticatode és de pal ladi, per exemple, i la placa analisadora és cristall de roca, se troba que la llargada d'ona dels raigs és $0,576 \cdot 10^{-8}$ cm., partint de la base què en les cares d'un cub, els plans de malles disten $2,81 \cdot 10^{-8}$ cm.

El capítol tercer de la obra és dedicat a descripció de l'aparell anomenat espectroscopi dels raigs X. De l'anticatode, un raig s'aprofita rasant a la superfície del mateix, es limita per una serie de diafragmes es plom; cau sobre la placa cristal·lina sobre una cara posada verticalment a la taula ordinaria d'un goniòmetre, la platina del qual gira amb l'aparell receptor, que és un tub de llautó portat a un potencial elevat, amb una petita esclatxa tapada per una làmina primíssima d'alumini, per on entren els raigs X, que són absorbits per SO_2 , que ompla el tub i queda així ionisat, permetent el pas d'una corrent entre les parets del tub i un fil de coure interior que va a un electroscopi. S'estudia el moviment de la fulla d'aquest per diverses inclinacions del raig incident sobre la placa cristal·lina, movent aquesta el tub amb la platina, per estudiar l'espectre d'un feix determinat, segons la fórmula $\lambda = 2d \sin \theta$.

El capítol quart s'ocupa en una relació de les propietats més importants dels raigs X, especialment de les descobertes darrerament. Recorda la seva producció pel xoc dels electrons arrancats del càtode sobre plaques que usualment són de platí o tungstèn, i en l'interior d'un gas enrarit. Exposa després el resultat de Barcla, segons

el qual tota substància propiament estimulada emet una radiació X homogènia i característica de la dita substància. A voltes hi ha dues radiacions diferents característiques per una mateixa substància. En la major part de vegades, l'estímul que determina la producció de la radiació X característica sol ésser un feix de raigs X de major poder penetrant que el que llançarà el còs que s'estudia. També en tubs de fort grau d'enrament, en que els electrons cauen amb molta velocitat sobre l'anticatode, se produeix aquella radiació característica. En l'anterior s'anomena homogènia una radiació que satisfaci en la seva absorció la llei exponencial

$$I = I_0 e^{-\lambda x}, \text{ o millor } I = I_0 e^{-\frac{\lambda}{\rho} \rho x}, \text{ essent}$$

ρ la densitat. Del coeficient $\frac{\lambda}{\rho}$ ne diu

coeficient d'absorció. La qualitat d'un feix homogeni de raigs X és ben definida pel seu coeficient d'absorció en l'alumini. L'experimentació ha portat al reconeixement de dues series de radiacions. Dintre de cada serie, el poder de penetració d'una radiació característica creix amb el pes atòmic que la produeix. Hi ha substàncies que donen radiacions de cada serie. L'absorció és més grossa com més gros és el pes atòmic i, per tant, es més grossa en els cossos, que a l'actuar de radiants donen més fàcilment lloc a la producció de raigs secundaris característics dels altres cossos.

Els raigs X a l'incidir sobre una substància hi engendren electrons lliures animats de velocitats comparables a les dels raigs catòdics. Aquests electrons ionisen l'aire, i aquest efecte és el que serveix de mesura. Els raigs X no determinen directament l'ionisació, ni ells ni els raigs X secundaris que produeixen en els diferents cossos, sinó els electrons que acompanyen aquests. L'absorció en qualsevol cas és independent de la temperatura i associació química, és a dir,

l'absorció del ClNa resulta de la del Cl i la del Na. «Segons la naturalesa del feix de raigs X, l'acció ionisat varia molt i depèn a més de la naturalesa del gas on té lloc. I una cosa anàloga pot dir-se de l'efecte en la placa fotogràfica»

El capítol V tracta l'estructura cristal·lina, i és una ràpida exposició de la part més elemental de la cristal·lografia.

El capítol següent tracta dels espectres de raigs X.

El capítol VI comença examinant l'espectre de la radiació enviada per diferents metalls, com a anticatodes, provant com l'espectre és independent del cristall que fa d'analizador, puix diferents cristalls o diverses cares donen espectres semblants; provant com els espectres de diferents ordres corresponen a la fórmula teòrica, i, finalment, fent veure que les ratlles observades responen als coeficients d'absorció de Barkle. Però allò que aquest no pogué analitzar, la descomposició espectral de les radiacions X característiques, resulten netament dels experiments de Bragg. Les curves que donen la ionisació en funció de l'angle no deixen lloc al més petit dubte sobre la descomposició espectral ja dita.

Calcula després l'autor, suposant coneguda la distància entre les molècules del cristall, la llargada d'ona dels raigs X, i, fent ús de la llei de Planck, qui diu que l'emissió es fa segons quants $h\nu$, essent ν la freqüència i $h = 6,55 \times 10^{-27}$, calcula el quantum. Recordant ara els experiments de Widington sobre la velocitat crítica o mínima perquè un electró a l'incidir sobre l'anticatode dongui lloc a raigs X, i calculant-ne la força viva, troba valors quasi iguals; de manera que pot ben dir-se que l'energia de l'electró s'ha convertit en l'acte del xoc, en raigs X. Aquesta així mateix pot convertir-se en energia de lliurament d'electrons, i resulta, efectivament, un cop calculada experimentalment, aquesta quasi igual a aquelles.

Widington va descobrir, més, que la velocitat crítica era proporcional al pes atòmic, d'on se deduiria, aplicant l'anterior, que la freqüència de la radiació característica és proporcional al quadrat del pes atòmic. L'experimentació ho confirma plenament.

Fa després referència als experiments més precisos de Moseley, i amb una gràfica fa veure com se compleix la dita llei del quadrat del pes atòmic, o millor del quadrat del nombre atòmic, entenent per tal el nombre que expressa l'ordre en l'escala periòdica, i que pot considerar-se com quasi la meitat del pes atòmic.

Se sab, per experiments de Rutherford i Gerger, que'l nucli positiu d'un àtom té com a càrrega Ne , essent e la càrrega de l'electró i N el nombre atòmic. Es molt natural suposar que els àtoms creixen o es rebaixen per l'adició o supressió d'electrons amb càrregues e . Ara bé; essent l'absorció dels raigs X independent de l'estat físic o de l'estat de combinació de la substància, res més senzill que suposar que la llargada d'ona d'una radiació característica depèn sols de la càrrega del nucli positiu i que la freqüència creix amb ell.

Hi ha una teoria de Bohr, que porta a una fórmula per les freqüències de les ratlles espectrals. Aquesta fórmula predeia l'existència de ratlles en l'ultraviolat, que han estat descobertes amb el nou espectroscopi.

Rutherford ha trobat que l'espectre dels raigs γ del radi B és idèntic al del Pb quan és bombardejat per raigs β .

Soddy ha descobert que el radi B, actini B, torsi B i radi D, que són químicament idèntics al Pb, però amb pesos atòmics diferents, tenen el mateix nucli positiu. Segons la teoria anterior, els seus raigs X característics han d'ésser iguals. I, efectivament, així ho revela l'experimentació.

Els capítols VII i VIII s'ocupen de l'anàlisi de l'estructura cristal·lina. En el VII estudia sols cristalls del sistema cúbic, il·luminats per raigs d'anticatode

de pal·ladi. Comença per la Silvina, i examinant els espectres de primer ordre corresponents a tres cares: 100, 110 i 111, troba que els sinus dels angles de desviament són entre si com els nombres 1, $\sqrt{2}$ i $\sqrt{3}$. En canvi, en la sal les relacions són: $1 : \frac{\sqrt{2}}{2} : \frac{\sqrt{3}}{2}$.

Aquesta circumstància i les particularitats de l'espectre en la reflexió sobre la cara 111, el porten a la conclusió que l'estructura del cristall pot considerar-se com la superposició de dues estructures amb cares cúbiques centrades, corresponents la una al Cl, l'altra al Na, de manera que totes juntes formen una estructura cúbica senzilla. Estudia després la blenda de zinc de la mateixa manera i el diamant.

Per calcular la llargada d'ona de la radiació X del pal·ladi, calcula directament l'element linial de la malla d'estructura, partint del pes molecular, pes específic, pes d'un àtom d'hidrogen ($1,64 \times 10^{-24}$ gr.) i distribució dels àtoms, segons indica l'estructura. Efectivament, amb aquestes dades pot calcular el volum molecular i l'espai que correspon a les molècules que formen una malla. Es així com arriba a trobar que la llargada d'ona de la radiació X del pal·ladi és $0,576 \times 10^{-8}$ centímetres.

Coneguda aquesta donada, s'en serveix en el capítol VIII per a analitzar les estructures més complicades de cristalls d'altres sistemes. Aquestes observacions porten al detall de la malla i a la conclusió que el poder reflector de diferents plans és igual si tenen masses iguals per unitat d'àrea. L'amplitud dels raigs difractats o reflectats és proporcional al pes atòmic.

El capítol IX fa veure com els espectres revelen l'holvedria, meriedria, etcètera, acusant-les en l'estructura en tots els casos indubitables, i fa veure com poden ésser una ajuda poderosa pels casos dubtosos sobre'ls quals no estiguin d'acord els cristal·lografs.

En el capítol X s'ocupa dels espectres de cristalls l'estructura dels quals no és encara coneguda, i mostra com l'estudi dels espectres pot portar son coneixement. Són tractats el quars, el sofre, el rubí i el grup de l'espínela.

En el capítol XI s'ocupen els autors en l'estudi quantitatiu de la «reflexió», posant de manifest la dependència de la radiació X amb el coeficient d'absorció en el cristall, disposició i naturalesa dels plans reflectaris, moviments tèrmics dels àtoms, etc. Amb l'espectògraf nou separa les diverses radiacions, i n'estudia per cada una el coeficient d'absorció al través de diverses substàncies. Així, per exemple, Barkle havia trobat 2,5 per les radiacions de la plata a l'atravessar alumini. Descompostes aquelles en dues, resulta per a la primera un coeficient d'absorció de 1,94 i per la segona 2,70. El coeficient d'absorció resulta molt aproximadament proporcional a la potència $5/2$ de la llargada d'ona. En la interposició de diferents làmines per l'absorció dels raigs X, s'ha manifestat que són molt més absorbits aquells raigs procedents d'àtoms més pesats, o sigui d'ona més curta. No hi ha bandes d'absorció com en l'espectre ordinari. Resulta d'aquestes propietats l'existència de radiacions crítiques, les d'ona més curta són absorbides i les altres passen. Aquestes radiacions crítiques tenen la valor de les propietats de la substància absorbent. En la «reflexió» en els cristalls, si hi ha àtoms de pes més elevat, introdueix una disminució en la «reflexió» dels raigs de més curta llargada d'ona.

Estudia després l'autor les intensitats dels espectres de diferents ordres, les quals decreixen com els inversos dels quadrats dels números d'ordre. Aquesta llei empírica no ha pogut explicar-se encara, a pesar dels estudis de Darwin sobre la difracció.

L'últim capítol ve dedicat a l'examen de les fotografies de Laue, obtingudes a l'atravessar una radiació X composta, és a dir, «blanca», deguda al

platí o a l'iridi, un cristall de blenda de zinc i rebut en una placa.

Fan ressaltar els autors les complicacions de la placa de Laue com a conseqüència de l'heterogeneïtat de la radiació incident i del gran nombre de plans de «reflexió», admetent en cada feix paral·lel de plans les lleis abans donades, així com la superposició dels espectres de diferents ordres.

Després d'exposar el contingut del llibre, sols ens resta elogiar la manera de presentar-lo. L'exposició és claríssima i molt ordenada. No és de dubtar que aquest llibre sigui indispensable al físic i al cristal·lògraf, als quals ha vingut a prestar un gran servei recollint les dades i fets experimentals i lleis descobertes després i partint del famós experiment de Laue, a la qual cosa han contribuït tant els autors del llibre, i que es trobava fins ara dispers al *Philosophical Magazine* i altres diaris. És segur que aquest llibre vindrà a augmentar poderosament l'interès per tan interessants recerques que han obert ample portell en la muralla de misteri de què s'envolta l'àtom.

THE THEORY OF RELATIVITY, per L. Silberstein. — Londres, 1914. — 295 planes. — Per a estudiar la teoria anomenada de Relativitat se disposa principalment: 1.^{er}, de la memòria original d'Einstein en els *Annalen der Physik*, any 1905; 2.^{on}, de l'exposició general del mateix en el *Jahrbuch der Radioaktivitat und Elektronik*, volum IV, any 1907, degut també a Einstein, de les obres completes de Minkowsky (Leipzig, 1913), del llibre de Laue recensat ja en sa primera edició en aquests ARXIVS i del qual s'ha fet una segona edició en 1913, i, finalment, del llibre de què anem a ocupar-nos. L'objecte d'aquest llibre és paral·lel al de Laue; fins el nombre de planes és quasi el mateix. No obstant, és de gran interès el llibre de Silberstein, no sols per a aquelles persones que

desconeixen el de Laue, sinó fins per als que l'han estudiat. En efecte; així com en l'exposició de Laue, després de lleugeres indicacions sobre la relativitat clàssica de Galileu i una ràpida revisió dels fets fonamentals de les teories electrodinàmiques, així com una sumaria exposició de les de Hertz i Lorentz, entra tot seguit (pàg. 34) a l'enunciació del principi de la invariabilitat de la velocitat de propagació del camp electromagnètic per \propto^3 triades d'eixos que relativament estiguin animats de moviments rectilinis i uniformes, i sentant la invariancia del d'Alembertià en qualsevol sistema, arriba a les transformacions de Lorentz, de les quals dedueix després tota la cinemàtica i la dinàmica d'Einstein, l'autor del llibre que recensem resta fidel al desenrotllament històric, se deté més en l'establir i en l'arribar al principi. En canvi, les aplicacions del principi, singularment a la termodinàmica, són molt més desenrotllades en el llibre de Laue. Altra característica és l'ús del càlcul de quaternis adaptat a les quatre dimensions del relativisme, que presta certa elegància i fa més breus els càlculs. Certes idees fonamentals són molt ben desenrotllades, i la lectura és relativament més fàcil que en el llibre de Laue. Pot dir-se que el llibre de Silberstein és com un complement del llibre de Laue, perquè ja en forma de notes, ja en el text, s'hi troben intercalades qüestions i desenrotllament que tenen molta importància en la relativitat, ja per ésser els raonaments que figuren en les memòries d'Einstein i Minkowsky, ja per haver constituït els camins per on s'ha arribat a la idea final. L'autor ha enriquit l'exposició amb contribucions originals que si bé no afecten a la naturalesa del Relativisme, tenen, en canvi, cert interès, ja expositiu, com per exemple l'ús dels quaternis, ja per les oportunes aclaracions i crítiques de què acompanya la discussió dels més dificultosos raonaments relativistes.

En el capítol primer tracta la Relativitat clàssica de Newton i fa veure per exemples senzills com té gran importància per a les lleis de la mecànica el sistema de referència i el temps lligat a ell; així, per exemple, el sistema d'eixos amb centre el Sol i el temps dia solar mitjà, per exemple, permeten una condensació senzilla de les lleis del moviment dels planetes. Enuncia aleshores una llei, que anomena de causalitat, a què ha d'obeir tota elecció de la variable temps en el sistema espai-temps de referència, i que és que les equacions diferencials siguin de la forma:

$$\frac{dq_i}{dt} = f(q_1 \dots q_i \dots q_n) \quad i = 1 \dots n$$

és a dir, que t no entra explícitament en el segon membre; altrament dit: que les velocitats depenguin sols dels valors actuals de les coordenades. Sistemes que compleixin aquesta propietat els anomena complets; els incomplets se refereixen a complets amb introducció de nous paràmetres o coordenades, com per exemple al calcular certes perturbacions d'Uranus atribuïdes a un element desconegut que resultà ésser Neptú. El capítol, que és molt interessant, acaba amb l'exposició de les composicions d'espai i velocitat, que són les vectorials ordinàries de la regla del paral·lelogram, valables per a la mecànica de Newton.

El capítol segon presenta el problema d'establir les equacions de l'Electrodinàmica per a medis en moviment, i la manera com Maxwell i Hertz el resolgueren. Calcula el coeficient d'arrastament que la llum sembla experimentar en medis mòbils, i com resulta ésser $1 \text{ o } 1/2$, se troba amb una dificultat inexplicable per aquestes teories. Segueix amb la descripció de l'aberració amb ullera d'aigua, el resultat experimental de la qual no està tampoc d'acord amb aquelles teories.

L'explicació senzilla de Fresnel, suposant que part de l'èter és fixe i part és arrastrat pels cossos mòbils, con-

dueix certament a resultats d'acord amb la realitat, mes cap teoria s'ha bastit sobre tal hipòtesi. La única que ha donat compte d'aquests fenòmens ha estat la teoria dels electrons de Lorentz, que suposa l'existència de l'èter fixe, les equacions elementals o microscòpiques de la qual exposa l'autor condensant-les en una fórmula única de quaternis. Analisa l'autor certes conseqüències de les equacions de Lorentz, especialment la contradicció de les mateixes amb el principi de ésser l'acció igual a la reacció. Passa després a les equacions entre elements subjectes a observació, o macroscòpiques, obtingudes a base de les elementals, introduint valors mitjans, i dedueix amb elles les explicacions dels experiments de Fizeau i aberració amb ullera d'aigua. Exposa després en el capítol tercer el teorema dels estats corresponents enunciat per Lorentz i que consisteix en la obtenció pel medi en moviment, d'equacions iguals a les de Maxwell per medis en repòs, prenent com a nous valors de les polaritzacions elèctriques i magnètiques pel cos en moviment i pel temps certs valors que's calculen fàcilment en funció dels mateixos per un sistema d'eixos fixe. Per tant, en el nou temps, anomenat ja temps local, els nous valors de les polaritzacions esdevenen les equacions pel medi en moviment, iguals a les equacions pel medi en repòs. Lorentz, no obstant la importància del resultat, atribueix a la proposició sols el caràcter d'un artifici de càlcul. Les noves equacions, no obstant, no són prou avinents per explicar el resultat negatiu de l'experiment de Michelson, i aleshores Lorentz introduceix la hipòtesi de l'escurçament longitudinal. Resten unes equacions que, amb aquests retocs, poden explicar els fenòmens d'electrodinàmica dels cossos mòbils inexplicats amb les altres teories; equacions que poden transformar-se, introduint el temps local i l'escurçament longitudinal, en equacions que tenen la ma-

teixa forma per medis fixes o mòbils. La transformació de Lorentz és adquirida com a conseqüència de la teoria.

Comença en el capítol quart l'anàlisi meravellós d'Einstein, que, després d'una crítica profunda i atrevida de la noció de temps i simultaneïtat en dos punts no coincidents, i postulen: 1.^{er}, que existeixen per tot fenomen físic unes ∞^3 triades d'eixos igualment apropiats per a la descripció dels fenòmens físics, que's diferencien sols en les velocitats relatives en què es mouen, que són rectilínies i constants, així com 2.^{on}, que la llum en qualsevol sistema d'aquells a què es refereixi, té una velocitat constant de propagació en el buit. Dedueix l'autor d'aquests principis i del concepte de simultaneïtat per un anàlisi que segueix d'aprop l'experiment de Michelson, la transformació de Lorentz. Com a notes, segueixen la deducció d'Einstein i la de Laue.

El capítol quint s'ocupa en l'expressió vectorial de la transformació de Lorentz, i introduint-hi les notacions de Minkowsky, arriba a les fórmules que expressen la transformació com a un canvi de coordenades. Segueix la representació geomètrica de Minkowsky i una idea del càlcul de matrius emprat per aquest gran matemàtic i origen del qual remunta a Cayley. Introdueix després l'autor el càlcul de quaternis, del qual dona breus idees com a preliminar i que ja no abandona en la resta del llibre.

El capítol sisè és dedicat a la composició de velocitat. Comença per deduir la fórmula vectorial de la composició de velocitats de les fórmules i vectorials que expressen la transformació de Lorentz; examina especialment el cas en què són perpendiculars les components, i, introduint les línies trigonomètriques hiperbòliques, arriba a la representació de la regla de composició de velocitats mitjançant el triangle de gèodesiques a la pseudo-esfera o pla de Lobatchewsky.

En el capítol setè se defineix la

velocitat quaterni, que és la Bewegungsvector de Minkowsky o la Vievorgeschwindigkeit de Sommefeld i Laue, les components de la qual se transformen com les d'un punt de l'Univers de Minkowsky. El numerador és la variació en la posició del punt, i el denominador és la variació de l'anomenat temps propi (Eigenzeit). De la tetra-velocitat passa a la tetra-acceleració, normal a aquella, la qual, si és referida a eixos que tinguin la mateixa velocitat constant de translació que la instantània i variable de l'element mòbil, s'anomena acceleració de repòs a' (Ruhbeschleunigung, vectaacceleration) i el valor absolut de la qual és el tensor de la tetra-acceleració. Suposant aquella a constant i el moviment rectilini, segons l'axe de les x , el moviment per l'observador que contempla allunyar-se el mòbil amb velocitat $a't$, en lloc d'una

lleï de moviment parabòlica $x = \frac{a't^2}{2} +$
constant, se troba amb la lleï hiperbòlica
 $x^2 - c^2t^2 = \left(\frac{c^2}{a'}\right)^2$ si $t=0$ per a $x = \frac{c^2}{a'}$.

Del concepte de tetra-acceleració, i introduint un invariant anomenat mas-

sa, passa a la noció de la tetraforça o força de Minkowsky, les tres components vectorials espaials de la qual són les components de la força en el sentit de Newton. D'aquestes nocions deriven fàcilment les de força viva, quantitat de moviments, massa longitudinal i transversal, etc. Acaba el capítol introduint els bivectors, que són els hexavectors de Sommerfeld.

El capítol vuitè tracta ja del camp electromagnètic, les equacions del qual escriu en la forma vectorial que convé al càlcul de quatre dimensions de Minkowsky, on amb l'ús del bivector adopten les sis equacions de Maxwell forma tan elegant com senzilla. Teoremes generals i formes generals de càlcul venen desenrotllades en aquest capítol, com per exemple el principi d'Hamilton aplicat a l'electromagnetisme.

En el capítol novè se tracten les pressions, energia, moment, etc., i prenent peu de les mateixes se passa a un estudi de la mecànica general del cos sòlid, així com de la termodinàmica.

El capítol desè exposa les equacions de Minkowsky per l'electrodinàmica dels cossos ponderables. — T.

Revistes

SCIENTIA. 1-VI-VII, 1915. G. Bohn: *Idées nouvelles sur l'adaptation et l'évolution*. — 1^{ère} partie: *Les disharmonies des êtres vivants*. 1-VIII, 1915. 2^{ème} partie: *Conception physico-chimique de l'évolution*.

Georges Bohn, el distingit biòleg del qual tots coneixem el preciós llibre de psicologia animal *La naissance de l'In-*

telligence ha publicat a «Scientia» dos importants articles, establint la insuficiència de les teories d'adaptació i selecció natural i l'eficàcia de les modernes teories físico-químiques per a explicar els fenòmens de la vida.

G. Bohn precisa el significat del mot adaptació usat sovint amb vaguetat i entén que «un ésser s'adapta a un medi quan hi adquireix caràcters

particulars qui constitueixen aventatges per a ell dintre aquell medi, mes qui poden ésser-li desaventatjosos en altres medis». Es a dir, que, com més perfecta sia l'adaptació a un medi, més perill hi haurà per a l'ésser en sortir-ne.

L'autor aporta gran quantitat d'observacions qui contradiuen aquesta hipòtesi: les plantes dites alpines, per exemple, lluny d'ésser exclusives de les montanyes, poden viure en altres medis, al fons de les valls. Igualment, les plantes qui semblen propies de terrenys qui contenen determinades sals, poden viure en terrenys qui no les continguin. Segons el darwinista doctor Massart, qualsevol planta pot viure en qualsevol terreny.

Quant a les adaptacions dels animals, qui semblen més marcades: la transparència dels animals planctònics, no és un medi de defensa, puix són devorats en massa i, sovint, tenen els òrguens acolorits vivament. Es deguda a un efecte químic de la llum. La longitud dels apèndix de certs animals pelàgics els és sovint nociva. Els animals de les grans profunditats presenten contradiccions i estranyeses qui, lluny de ser-los útils, són veritables modificacions teratològiques. L'atrofia de les ales en els insectes qui habiten les illes no és un fet d'adaptació com creia Lamarck, ni de selecció com suposava Darwin, sinó efecte de la influencia del fret, qui produeix una inhibició de les oxidacions. El Prof. Bohn, en col·laboració amb la senyoreta Drzewina, ha obtingut en son laboratori insectes àpters sometent les larves a la privació d'oxigen o a l'acció inhibidora d'oxidacions de l'àcid cianhídric. També aporten excel·lents clariques a la concepció físico-química de la vida, els assaigs de transformació experimental per canvi de règim o de medi efectuats pel Dr. Houssay amb la gallina i les observacions del professor Siedlecki sobre els insectes de Java.

En tots aquests fenòmens, el desenrotllament dels òrguens és una manifestació local del quimisme general de l'organisme, de les condicions de nutri-

ció, les quals poden donar sovint variacions útils, mes també sovint, inútils o nocives. A l'objecció que tals fenòmens i experiments s'han desenrotllat en temps massa curts i que les adaptacions propiament dites serien obra de llargs períodes, oposa l'autor les veritables hecatombes d'especies vegetals i animals en diverses èpoques de la historia geològica i la desaparició de grups sencers amplament escampats per la superficie de la terra, malgrat haver canviat lentament i progressiva les condicions de medi.

Tampoc es pot invocar l'envelliment de les gèneres, la mort d'especies com d'individus. Mentre hi ha evolució, no hi pot haver senilitat; i els caràcters qui s'atenúen en tals casos no són forçosament els nocius o els inútils. En canvi, els qui s'exageren fins a fer desaparèixer l'animal, són els defectes que presentava de bon principi. Així s'observa en els mamífers la desaparició d'especies, per l'augment creixent del pes de l'esquelet o el desenrotllament excessiu d'un orguen.

Tampoc cal invocar, per explicar aquestes hecatombes, les malalties o epidèmies, puix la immunitat adquirida a través dels temps hauria hagut de perfeccionar-se.

Els paleontòlegs qui abandonen les hipòtesis de perfeccionament successiu, ja parlen d'*adaptacions* esgarriades. Doncs, no sempre l'adaptació es fa en sentit favorable.

El cert és que les imperfeccions han existit sempre i sovint, els avenços resulten passatgers o il·lusoris. Un ésser viu com pot, ple d'imperfeccions. Lluny d'haver-hi concordància entre l'orguen i l'acte que aconsegueix, la major part dels òrguens són *eines improvisades* i l'animal se'n serveix de la millor manera que pot.

Els esboços, les formes noves no viables, els intents mancats, les desharmonies són la regla de la natura; els sistemes harmoniosament constituïts, l'excepció.

La idea d'adaptació no és, potser,

sinó una il·lusió finalista qui ha viscut en biologia. Lammarek i Darwin malgrat el seu gran valor científic, eren finalistes: l'últim sobretot era un finalista convençut.

* * *

La mateixa imprecisió s'observa en l'ús que es fa del mot selecció. Sovint no es considera una selecció, sinó varies: selecció entre cèl·lules, entre espècies, entre individus de la mateixa espècie. La selecció, lluny d'explicar el transformisme dels éssers, explica llur constància i fixesa. Un individu qui ha experimentat una variació, es comporta com si fos un malalt, es posa en perill de mort. Bumpús ha dit que «una estabilitat general d'estructura és la característica essencial dels sobrevivents».

La tendència creixent en biologia és a distingir els éssers segons modalitats de llur activitat química. Les propietats dels serums serveixen per discutir el parentiu dels diversos grups zoològics i de les diverses espècies. Cada ésser té un quimisme general de l'organisme i l'herència reposa sobre la transmissió d'aquest quimisme per l'intermediari de l'ou. L'evolució suposa una modificació d'aquesta composició i d'aquesta activitat químiques. La resistència dels éssers a la variació sembla lligada a una mena de immunitat, contra els atacs del medi; mes les imperfeccions de l'immunitat, com l'anafilaxia, indiquen les possibilitats d'evolució. Per altra banda, en certs estadis — fecundació, metamorfosi, — la composició química de l'ésser és menys estable i la modificació més fàcil.

L'atrofia o la hipertrofia locals, hereditaries que per manca d'ús o per excés expliquen els lamarkians, sembla no poder-se explicar físico-químicament. Sembla no poder-se concebre una transmissió hereditaria de fenòmens químics locals. Mes, en realitat, no hi ha fenòmens químics locals: el poder miògen de tota la substància de l'ésser aug-

menta a conseqüència d'una destrucció parcial momentània: això mateix passa amb el poder osteogen. I aquest quimisme general és el que pot heredar-se.

Le Dantec creu trobar una comprovació de la teoria lamarkiana en el fet del gran volum que adquireix el cervell en l'home. No obstant, la comparació entre els cranis de l'home de les caver-nes i el de l'home d'avui, indica una pèrdua de volum en el cervell d'aquest darrer. Tampoc accepta el Prof. Bohn les teories de Mlle. Kipiani en favor de l'ambidextria. «Com el de l'ull, com el de l'ala de l'ocell i de l'insecte, el desenrotllament del cervell prové de l'activitat química general de l'organisme; es troba sota la dependència de les condicions de nutrició i de les condicions de medi.»

Els articles del Prof. Bohn ens mostren com el dogmatisme es perillós dins la ciència; heusaquí les teories de Lammarek i Darwin qui tant hagueren de lluitar per a imposar-se, qui tants bells fruits donaren i qui, ara tal vegada trontollen. La crítica científica d'aquests anys darrers ens privarà de sorprendre'ns massa. Ja ens avensem a considerar les teories com a instruments i guies de recerca, els quals, amb el temps podran modificar-se, perfeccionar-se o, abandonats, ésser substituïts per altres més exactes i millors.

J. FARRAN I MAYORAL.

PFLUGER'S ARCHIV F. D. G. PHYSIOLOGIE D. M. U. D. T. (Vol. 157, quaderns 11 i 12). — Dr. Carlo Foa. — *Noves investigacions sobre l'automatisme periòdic dels centres bulbars, moderador cardíac i vasomotor.*

He demostrat en treballs anteriors que les modificacions periòdiques del ritme cardíac i les anomenades ondes respiratòries o ondes de segon ordre que apareixen a curva hemodinàmica del gos, es presenten també amb in-

dependència dels moviments respiratoris en gossos curaritzats mantinguts en vida per medi dels tubs de *Meltzer-Auer*. Si hom secciona els pneumogàstrics desapareixen les modificacions regulars i periòdiques del ritme cardíac (*Fenòmen de Fredericq*), i continuen les ondes vasomotores amb ritme respiratori. Vaig deduir d'aquí que les conegudes ondes de la curva hemodinàmica són independents dels factors mecànics de la respiració, i apareixen a conseqüència d'una periodicitat automàtica de la funció del centre bulbar moderador cardíac i el vasomotor.

Considerant, però, la identitat del ritme d'aquestes ondes amb el que tindria la respiració, si no fos per l'acció del curare, vaig preguntar-me si no podria ésser que l'activitat del centre respiratori, si bé impossibilitada de manifestar-se per l'acció del curare, es transmetés al centre bulbar veí, imprimint la funció rítmica a l'activitat d'aquest centre. Una semblant transmissió intracentral d'estímuls no permetria pas considerar dit centre com automàtic.

De les primeres recerques que vaig emprendre amb l'objecte de resoldre aquesta qüestió vaig deduir-ne que si bé normalment els períodes d'activitat d'ambdós centres són estretament lligats entre si, aquest lligam no és pas necessari, i pot donar-se la independència funcional d'ambdós centres.

Les recerques de *Japelli* demostren indirectament aquesta independència entre el centre moderador cardíac i el centre respiratori en dues series d'experiments el resultat de les quals pot resumir-se de la manera següent:

1. Estímuls rítmics aplicats a l'extrem central del nervi isquiàtic resten sense efecte sobre el centre moderador cardíac, mentre que el centre respiratori respon desseguida a dits estímuls.

2. Éssent molt baix el tonus del pneumogàstric en els conills, no es presenta ordinàriament el fenomen de *Fredericq*; però pot ésser provocat fins a un cert grau per medi d'estimulacions

rítmiques de l'extrem central del pneumogàstric. Deu remarcar-se també el fet que si el ritme de l'estímul és igual al de la respiració, el ritme dels períodes de la retardació cardíaca és molt més lent.

Per a aportar una nova contribució a la solució de la qüestió de les relacions entre el centre respiratori i el centre bulbar vasomotor, he assajat de modificar el ritme funcional del centre respiratori per medi d'estímuls apropiats per a veure quina repercussió tenia aquesta modificació en el ritme del centre vasomotor.

En un primer experiment, modificant el ritme respiratori per medi de l'estimulació rítmica de l'extrem central a un pneumogàstric amb la corrent d'obertura (7,000 unitats de l'inductor de *Kronecker*), s'ha obtingut una modificació sincrònica de la onda respiratoria de la pressió sanguínia, cosa que s'explica per causes purament mecàniques.

Però treballant, en un segon experiment, amb un gos curaritzat, que després de seccionar-li els pneumogàstrics continuava presentant oscil·lacions vasomotores amb ritme respiratori, i empleant estímuls fins de 13,000 unitats de l'inductor de *Kronecker*, no van exercir aquests estímuls cap influència sobre la curva hemodinàmica. Éssent el centre respiratori extraordinàriament sensible als estímuls procedents de l'extrem central del pneumogàstric, i no havent-se demostrat en aquest experiment una transmissió de l'acció sobre sa activitat rítmica al centre vasomotor, aquest resultat permet considerar el centre vasomotor com independent del centre respiratori.

Un tercer experiment va demostrar que un estímul de 7,000 unitats de l'inductor de *Kronecker* aplicat a l'extrem central d'un nervi isquiàtic amb un ritme diferent del de la onda vasomotora no modifica pas aquest, mentre que exerceix una acció molt intensa sobre el centre respiratori.

Japelli havia fet un experiment

semblant a l'estudiar l'acció d'estímuls rítmics de nervis centrípets sobre les ondes de *Traube-Hering*.

Quan en gossos no curaritzats, asfíctics a causa d'un pneumotòrax bilateral, amb el tòrax molt obert (pel mètode de *Fredericq-Plumier*) apareixen dites ondes, que no són més que la continuació en aquests casos de les ondes vasomotores normals descrites per mi, aplicant estímuls rítmics sobre l'extrem perifèric d'un nervi isquiàtic s'obté fer sincrònic amb el ritme d'aquests estímuls el de les ondes de *Traube-Hering*, amb la condició que aquests estímuls siguin molt intensos; però els mateixos estímuls no són pas suficients per a influir sobre el ritme de dites ondes si el gos és curaritzat; allavors són necessaris estímuls *tetanitzants*. La influencia que poden exercir els estímuls molt forts en el gos no curaritzat s'explica per causes mecàniques.

Pel centre vasomotor hem demostrat, en primer lloc, que no funciona a causa d'una transmissió intracentral d'estímuls procedents del centre respiratori; i en segon lloc que la seva funció periòdica es manté sense modificació en gossos curaritzats mantinguts en bona oxigenació de la sang; d'aquests fets hem de deduir-ne que aquesta funció periòdica és condicio-

nada per l'automatisme del centre mateix.

El centre vasomotor, com el respiratori, posseeix una excitabilitat reflexa que el fa sensible als impulsos procedents dels nervis perifèrics, però no podem admetre que aquests impulsos siguin condició necessària per al funcionament normal de dit centre.

No admetem que la periodicitat de la seva funció sigui condicionada per una inexcitabilitat perifèrica, però no neguem que el moment d'inactivitat del centre correspongui a una fase refractària; però atribuïm ambdues a causes internes.

Afegirem per acabar que l'estat de contracció de les parets vasculares d'un gos curaritzat i mantingut viu per medi dels tubs de *Meltzer-Auer* influeix sobre la onda vasomotora.

I que quan es manté estable l'estat de contracció no poden tenir lloc les modificacions de tonus que determinen les ondes vasomotores, i els impulsos procedents del centre resten sense acció. D'aquesta manera s'explica que desapareguin les ondes quan s'eleva ràpidament el tonus vascular després d'una injecció intravenosa d'adrenalina, i que apareguin de nou quan disminueix l'acció de l'adrenalina i s'abaixa el tonus vascular. —

R. CARRASCO FORMIGUERA.