

XOSÉ RODRÍGUEZ CARRACIDO E A “LEI PERIÓDICA”

DÍAZ-FIERROS VIQUEIRA, FRANCISCO

Catedrático Emérito da USC

1. A LEI PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

Como sinalaba Bertomeu XR (2011) “resulta difícil atopar referencias ao sistema periódico de Mendeleiev nos manuais de ensino de química na primeira década da súa publicación (1870-1880)” xa que na maioría dos países europeos, esta, non comezou a ser coñecida ata a década seguinte: tal como aconteceu en Francia, Suecia ou Dinamarca. Nos países anglosaxóns e nos territorios checos semella que comezou algo antes – no contorno de 1877- e só en Rusia e Alemaña foi algo máis temperán o coñecemento do traballo de Mendeleiev así como doutras versións contemporáneas da Táboa, como a de Lotar Meyer.

En España, o coñecemento da táboa periódica, tivo unha cronoloxía semellante á dos países do seu contorno pois considérase que o primeiro libro que a recolleu foi o *Tratado elemental de química general* de Santiago Bonilla Mirat (1844-1899) profesor de química da Universidade de Valladolid, publicado en 1880. Nel, se citan os traballos de Mendeleiev e Meyer nun capítulo dedicado ao atomismo químico no que se sinala a existencia de “relacións moi importantes entre as propiedades físicas e químicas dos corpos e dos seus pesos atómicos, de tal xeito que aquelas están en función *periódica* con estes”. Así mesmo, destaca o recente descubrimento dos elementos galio e escandio, dos que predixo a súa existencia Mendeleiev, como unha proba irrefutable do interese e validez da Táboa. Na terceira edición deste tratado (1884), que foi moi popular nas universidades e institutos da época, engádelle a que, posiblemente foi a primeira representación gráfica da táboa periódica aparecida nos manuais de química españois (Bertomeu XR, 2011).

Tres anos despois o compostelán Xosé Rodríguez Carracido, daquela catedrático de Química Orgánica da facultade de Farmacia de Madrid, publica o libro *La nueva química. Introducción al estudio de la química según el concepto mecánico* (Madrid, 1887) no que lle dedica o capítulo IX á “Clasificación periódica de Mendeleeff”.

| CLASIFICACION DE MENDELEEFF | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|--|
| Periodo típico.... | $H = 1$ | <i>Li</i> | <i>Cl</i> | <i>Bo</i> | <i>C</i> | <i>N</i> | <i>O</i> | <i>Fl</i> | | | | |
| | Pesos atómicos... Densidades..... | 7,02 0,59 | 9,3 2,1 | 11,1 2,68 | 12,00 3,3 | 14,04 » | 15,96 » | 19,1 » | | | | |
| Pequeno período.. | | <i>Na</i> | <i>Mg</i> | <i>Al</i> | <i>Si</i> | <i>Ph</i> | <i>S</i> | <i>Cl</i> | | | | |
| | Pesos atómicos... Densidades..... | 23 0,97 | 24 1,74 | 27,3 2,49 | 28 2,56 | 31 2,3 | 32 2,04 | 35,5 1,38 | | | | |
| Grande período... | | <i>K</i> | <i>Ca</i> | <i>?</i> | <i>Ti</i> | <i>V</i> | <i>Cr</i> | <i>Mn</i> | <i>Fe</i> | <i>Co</i> | <i>Ni</i> | |
| | Pesos atómicos... Densidades..... | 39,14 0,86 | 39,90 1,57 | 44 » | 48 » | 51,2 5,5 | 52,4 6,8 | 54,8 8 | 55,9 7,8 | 58,6 8,5 | 58,6 8,8 | |
| Pequeno período.. | | <i>Cu</i> | <i>Zn</i> | <i>Ga</i> | <i>?</i> | <i>As</i> | <i>Se</i> | <i>Br</i> | | | | |
| | Pesos atómicos... Densidades..... | 63,3 8,8 | 64,9 7,15 | 69,9 5,96 | 72 » | 74,9 5,67 | 78 4,6 | 79,75 2,97 | | | | |
| Grande período... | | <i>Tb</i> | <i>Si</i> | <i>Y</i> | <i>Zr</i> | <i>Nb</i> | <i>Mo</i> | <i>?</i> | <i>Ru</i> | <i>Rh</i> | <i>Ph</i> | |
| | Pesos atómicos... Densidades..... | 85,2 1,52 | 87,2 2,50 | 89,6 » | 90 4,15 | 94 6,27 | 85,8 8,6 | » | 103,5 11,3 | 104,2 12,1 | 106,2 11,5 | |
| Pequeno período.. | | <i>Ag</i> | <i>Cd</i> | <i>In</i> | <i>Sn</i> | <i>Sb</i> | <i>Te</i> | <i>I</i> | | | | |
| | Pesos atómicos... Densidades..... | 108 10,50 | 111,6 8,65 | 113,4 7,42 | 117,8 7,29 | 122 6,77 | 128,2 6,25 | 127 4,95 | | | | |
| Grande período... | | <i>Cs</i> | <i>Ba</i> | <i>Ce</i> | <i>La</i> | <i>?</i> | <i>Di</i> | <i>?</i> | | | | |
| | Pesos atómicos... Densidades..... | 132,15 » | 136,8 3,75 | 137 » | 139 » | 142 » | 147 » | 148 » | ? | ? | ? | |
| Pequeno período.. | | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | | | | |
| | Pesos atómicos... Densidades..... | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | | | | |
| Grande período... | | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>Er</i> | <i>?</i> | <i>Ta</i> | <i>W</i> | <i>?</i> | <i>Os</i> | <i>Ir</i> | <i>Pt</i> | |
| | Pesos atómicos... Densidades..... | <i>?</i> | <i>?</i> | 170,6 » | <i>?</i> | 182 10,8? | 184 19,13 | <i>?</i> | 198,6 21,4 | 196,7 27,15 | 196,7 21,15 | |
| Pequeno período.. | | <i>Au</i> | <i>Hg</i> | <i>Te</i> | <i>Pb</i> | <i>Bi</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | | | | |
| | Pesos atómicos... Densidades..... | 196,2 19,3 | 200 13,59 | 203,6 11,86 | 206,4 11,83 | 210 9,82 | <i>?</i> | <i>?</i> | | | | |
| Grande período... | | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>Th</i> | <i>?</i> | <i>U</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | |
| | Pesos atómicos... Densidades..... | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | 233,9 7,7 | <i>?</i> | 240 18,3 | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | <i>?</i> | |

Figura 1. Táboa Periódica de Mendeleiev reproducida en *La nueva química* de Rodríguez Carracido (Madrid, 1887)

Nese capítulo, ao par de presentar nun cadro a táboa periódica segundo as últimas versións, realiza unha ampla crítica da mesma. De todas maneiras as súas formulacións resultan bastante ambiguas.

Por unha parte, recoñecía o valor da mesma para poder predicir propiedades dos elementos, como fixeron a maioría dos químicos da época, impresionados polo descubrimento do galio e escandio que presentaban o peso atómico e as propiedades que con bastante aproximación lle tiña asignado o seu lugar na Táboa. Por iso, afirmaba Carracido, que “É innegable que estas confirmacións dan moita autoridade á esta clasificación, e permiten agardar que todos seus supostos se vexan confirmados no sucesivo”. En consecuencia, prosigue, “Non debe considerarse... como unha arbitrariedade nin como un sono, senón coma unha nova relación entre os corpos simples”. Porén, manifesta as súas dúbidas sobre seu carácter universal, polo que “falta moito para que se eleve a unha lei precisa”, aínda que, concédelle, que “integrando relacións parciais é como se xeneraliza ata acadar os primeiros principios da ciencia, e quen sabe se a clasificación do porvir estará baseada sobre as ideas de Mendeleiev”.

Fronte a estas valoracións positivas, Carracido, recolle un conxunto de críticas, moitas delas xa enunciadas por Berthelot, sobre as numerosas excepcións que presentaban as regularidades e periodicidades que xustificaban á Táboa, afirmando que “apenas contén grupo, tanto na orde

horizontal como vertical, que poida resistir ao análise: ao considerar as analoxías, é quizais a clasificación máis imperfecta de cantas se fundaron”.

Esta rotundidade nas críticas da Táboa, ficou moi atenuada cando, de novo, sete anos despois, volve a tratar este tema no seu libro *Evolución en la química* (Madrid, 1894). Neste caso, despois dunha presentación pormenorizada dos antecedentes do traballo de Mendeleiev, como eran as tríades de Döbereiner e as oitavas de Newland, conclúe que “os nomes que figuran na primeira liña como representantes de maior éxito nesta empresa, son Lotario Meyer i el químico ruso Demetrio Mendelejeeff”. E máis adiante, tomando como propias as consideracións de Ostwald W, recoñece que, nesa Táboa, “vese o indicio dunha lei natural, toldada por perturbacións secundarias ata hoxe inexplicadas” pero que non impiden que dela se poida afirmar que foi “un triunfo positivo da ciencia”.

Hai, de todas maneiras, unha consideración que toma de Emerson Reynolds e de Willians Crookes sobre a Táboa Periódica que tivo unha maior transcendencia sobre o pensamento de Carracido¹. Refírese á observación de Mendeleiev sobre a relación que existe entre os pesos atómicos dun mesmo período, que se continúa ao pasar ao período seguinte, de tal xeito que a diferenza entre o penúltimo e o último termo dunha liña horizontal é a mesma que entre o último e o primeiro da liña horizontal seguinte. Seguindo coa idea desta continuidade, conclúe que “a serie dos elementos aínda que interrompida, representa en certo grao *unha función en espiral*”. Sobre esta base o catedrático de química da universidade de Dublín James Emerson Reynolds (1844-1919) construíu un diagrama en zig-zag que enlazaba dun xeito continuo todos os elementos integrantes da táboa periódica. O empregou, como recurso pedagóxico, nas súas clases durante varios anos ata que en 1886 decidiu publicalo nos *Chemical News* (2 de xullo de 1886). Ese mesmo ano, seu amigo e compañeiro, o químico británico Willians Crookes (1832-1919), descubridor do talio e recoñecido especialista en análise espectral, na sesión inaugural do 2 de setembro de 1886 da British Association for the Advancement of Science (BAAS), presentou unha nova versión deste diagrama “en espiral” que foi a que reproduciu Carracido ao ano seguinte no seu libro *La nueva química* (1887). Nesta nova versión, o diagrama en zig-zag presentábase de forma invertida (o H na parte superior fronte a posición inicial de Reynolds, na parte máis baixa) e as amplitudes dos períodos ían diminuindo de arriba a baixo. Ofrecía unha distribución simétrica en relación coas propiedades magnéticas e electrovalentes e, por outra parte, aos termos extremos dos períodos (C, Si, Sn, etc.) se lles atribuíu un valor singular na organización das propiedades.

De todas maneiras, Carracido, a pesar de que en 1887 (en *La nueva química*) presentaba nun despregable do libro a versión de Emerson, sete anos despois, en 1894 en *La evolución en la química* volvía a considerar o diagrama orixinal de Reynolds, que de novo sería utilizado anos máis tarde en 1900, para a colección dos “Manuales Soler” dedicados á divulgación da cultura, na que se incluía co Nº 22, o seu libriño *Compendio de Química Biológica*.

¹ Posiblemente o coñecemento dos traballos de Reynolds e Crookes veulle a Carracido polo *Le Moniteur des Sciences* do ano 1886 no que aparecen os traballos dos ditos autores traducidos ao francés.

DIAGRAMA DE LA LEY PERIÓDICA DE EMERSON REYNOLDS
 MODIFICADO POR W. CROOKES.

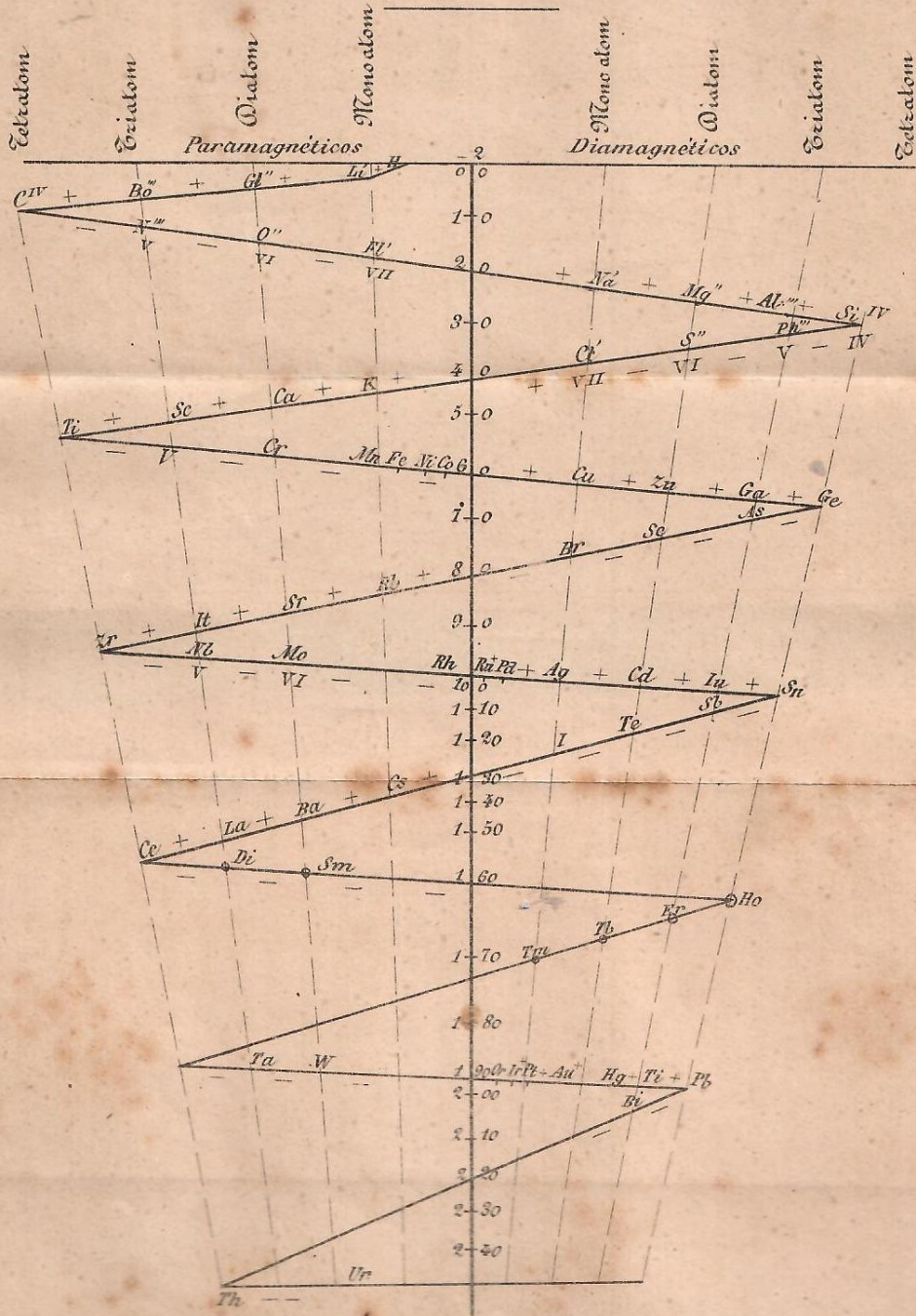


Figura 2. Diagrama en espiral da Táboa Periódica de Mendeleiev (La nueva química, Madrid, 1887)

En ningún momento aclara as razóns do abandono do diagrama de Emerson, mantendo en cambio o de Reynolds dun xeito moi constante, mesmo cando xa a presentación clásica de Mendeleiev estábese a impoñer na maioría dos manuais de química. Habería, posiblemente, que destacar o interese que demostrou Carracido polas implicacións que o autor derivou do seu diagrama en relación coa evolución da materia no universo. Este era un tema plenamente identificado co seu evolucionismo espenceriano, tan vivo e presente nesta época no pensamento do farmacéutico compostelán (Díaz-Fierros F, 2010). Por outra parte poderíase engadir, como unha xustificación máis propia da química biolóxica, o feito da facilidade coa que se recoñecían os elementos bioxenéticos neste diagrama en zig-zag, pois todos eles estaban por baixo dunha liña que correspondía ao peso atómico 56, do Fe (Figura 3). Esta mesma representación a seguiu a manter no seu *Tratado de Química Biológica* (1903) así como nas súas reimpresións de 1917 e 1924.

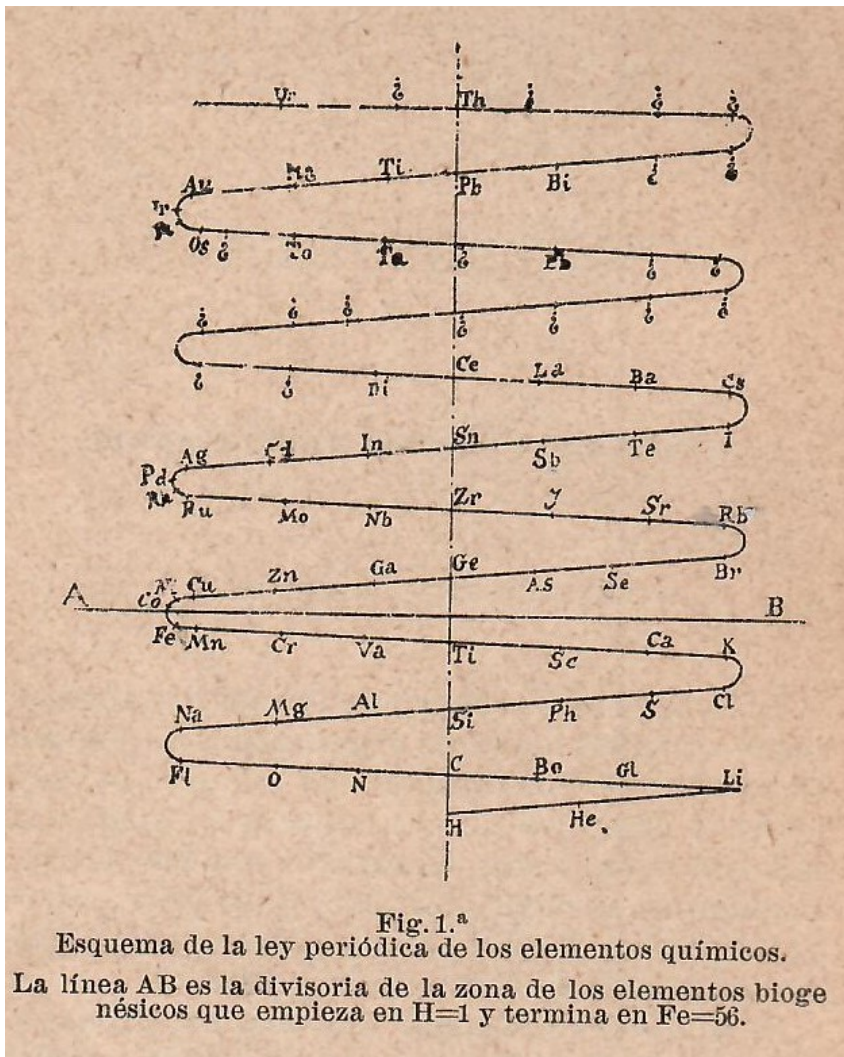


Figura 3. Táboa Periódica incluída en *Química Biológica de Manuales Gallach* (antes *Compendio de Química Biológica. Manuales Soler*, Barcelona, 1900).

2. A ORIXE COSMOXÉNICA DOS ELEMENTOS

Crookes W, na súa intervención do 2 de setembro do 1886 diante da BAAS, amosou tamén a posibilidade de que o seu diagrama do sistema periódico puidera ser interpretado como unha representación dun proceso cosmoxenético de formación dos elementos . Cando se lee o diagrama de arriba a baixo, cambiando a escala vertical dos pesos atómicos por outra de temperaturas, a serie continua dos elementos situados sobre a espiral podería ser interpretada como un proceso formador dos mesmos. Iniciaríase coa aparición do H coas máximas temperaturas da escala e sucesivamente xurdirían os restantes elementos nun proceso no que con temperaturas de agregación cada vez máis baixas, irían aparecendo os elementos cada vez máis pesados. Como orixe de todo o proceso estaría o *protilo* unha partícula imaxinaria que daría nacemento por agregación a todos os elementos, mesmo ao hidróxeno.

Carracido, faise eco destas teorías cosmoxenéticas que cadraban moi ben co seu pensamento evolutivo e, en *La nueva química*, reproduce case “ad littera” un dos parágrafos do traballo orixinal de Crookes W, cando escribe:

“Observando a liña vertical das temperaturas, que baixa lentamente do cumio da curva á súa parte inferior, os números que representan a escala dos pesos atómicos, poden tamén representar, pola súa posición na orde inversa, a escala dun pirómetro xigantesco dentro dunha caldeira, na que os soles e os mundos estarían en formación. O noso termómetro amosa que a calor foi baixando gradualmente, e *pari passu* los elementos formados aumentaron de densidade e peso atómico”.

En *La evolución en la química* , despois de ter moi en conta os grandes avances que se fixeron neses anos na química espectral, aos que lle dedica todo un capítulo, e sobre todo ás súas aplicacións no coñecemento da composición do universo, volve de novo a tratar o tema da orixe dos elementos. Neste caso si considera a hipótese do protilo de Crookes W como a causa primordial da formación dos elementos químicos nesta especie de darwinismo inorgánico no que a variabilidade dos elementos pode imaxinarse como “momentos de adaptación, puntos singulares da gran curva do proceso evolutivo da materia”. Resalta o suxerente paralelismo na evolución do protoplama, como orixe das formas vivas, co caso do protilo de onde xurde “toda a potencialidade de todos os pesos atómicos posibles”. Non deixa de todas maneiras de admitir que no “desenvolvemento destas ideas, toman parte, e non pequena, concepcións da fantasía”.

Por outra parte esta aparición gradual dos elementos en equilibrio coas temperaturas decrecentes , Carracido a integra no gran proceso xenético dos corpos estelares a partir dunha nebulosa primixenia e que a análise espectral estaba a desvelar neses tempos con sorprendentes achados:

“Se a evolución sidérea, como hoxe se supón, prodúcese condensándose progresivamente a materia cósmica, desde a emerxencia da nebulosa que xurde do éter indiferenciado ata rematar nos astros sen atmosfera, non é lóxico inferir a probabilidade de condensacións paralelas das substancias diferenciadas anteriormente na orde crecente dos pesos atómicos?”.

Como consecuencia, postula a existencia dunha *floxenia química* que integrada coa biolóxica explicaría a evolución da materia que, o seu admirado Herbert Spencer, tiña xa formulado teoricamente había xa bastantes anos (Díaz-Fierros F, 2010). Nese proceso dedutivo a lei periódica nas diferentes formulacións que considera (a de Mendeleiev ou a de Reynolds-Emerson), e as análises espectrais, “coas súas maravillosas revelacións”, conducirían necesariamente a esa visión integradora e necesaria da evolución en toda a súa ampla e magnífica extensión cara a tódalas manifestacións imaxinables da materia e da enerxía.

3. DISCUSIÓN

Para a mentalidade actual na que os conceptos do peso atómico e do átomo atópanse indiscutiblemente relacionados, non resulta doado entender como un *antiatomista* convencido como Carracido (cando menos nesta época), podía aceptar sen maior reparo a realidade dos pesos ou masas atómicas e derivar delas tódalas especulacións intelectuais que deron lugar a táboa periódica, nas súas diferentes versións. Consideraba que as “ficcións”, ou “ilusións” dos átomos eran unha hipótese plausible, coma outras tantas que foran enunciadas neses tempos convulsos da química na primeira metade do século XIX; pero que, como a maioría delas, non tiña un sólido e abondo respaldo experimental.

Para un positivista convencido como Carracido só tiña realidade e merecía consideración o que se derivaba dun proceso empírico e indutivo segundo os presupostos *baconianos* e, o atomismo, ao seu entender, non o tiña. Por iso, estimaba que só merecía seu aprecio o que nacía dun método experimental sólido como o que se derivaba das dinámicas física e química que se podían medir nas reaccións. De aí a súa defensa e proposta a favor dunha “mecánica” química. En consecuencia, fronte aos atomistas radicais que tiñan nas últimas manifestacións da materia, como eran os átomos, o seu principio fundamental, declarábase “*dinamista*” convencido.

Os pesos atómicos, en liña con estes razoamentos, non eran propiedades da materia última, se non o resultado “experimental” das relacións ponderais medidas nos “sistemas combinatorios” que se desenvolvían entre os corpos. Os diferentes métodos aceptados daquela para a medida desta magnitude (volumes dos gases, calores específicos, forzas electromotrices, presións osmóticas, etc.) eran a garantía experimental que demostraba a realidade dos pesos atómicos, e non algo derivado das propiedades deses entes “imaxinarios” que eran os átomos. Non había, en consecuencia, para Carracido ningún problema para aceptar a “proba” experimental dos pesos atómicos, expresión dunhas relacións dinámicas entre os corpos, ao tempo que se prescindía desa “ficción intelectual” que, entendía, eran os átomos.

A partir deste coñecemento dos pesos atómicos, atribuídos aos elementos químicos, impúñase segundo a súa lóxica, un proceso de ordenamento ou clasificación dos mesmos, que denominaba o “segundo momento das ciencias” que seguía a un primeiro dedicado fundamentalmente a xénese dos datos. Del deberían xurdir “a causa xenética común a todos eles e a posibilidade de abranguer nunha idea o porqué da súa existencia e produción”. Así naceron as primeiras analoxías e distribucións periódicas dos elementos que culminaron coa proposta de Mendeleiev e Meyer, que aínda que presentaban moitas imperfeccións prestaban un “grande servizo á ciencia cun alcance que se espallou ata o punto de anticiparse aos feitos anunciando a existencia de elementos descoñecidos”:

Pero esta clasificación, para un pan- evolucionista coma Carracido que admitía que os procesos de cambio da materia non debían presentar discontinuidades, a táboa periódica admitía “saltos” e puntos críticos entre os períodos sucesivos que non reflectían a realidade que recollía o aforismo de Linneo de *a natura non facit saltus*. Por iso a reordenación dos pesos atómicos segundo o diagrama en espiral de Reynolds-Emerson, sen invalidar a proposta de Mendeleiev, a presentaba dun xeito moito máis acorde cos seus postulados evolucionistas e continuistas; por outra parte, para os traballos de química biolóxica aos que dedicou os últimos anos da súa vida profesional, este diagrama distinguía con moita maior claridade e definición aos elementos conformadores da vida.

En definitiva, Carracido, non aceptou aos átomos² pero si a realidade do seu peso atómico, así como as propostas do seu ordenamento mediante analoxías e periodicidades, desde Newlands ata Mendeleiev e que as reconsiderou en clave evolucionista e dinamista nos seus libros máis significativos sobre química e a química- biolóxica. Cuestións todas que amosan o espírito inqueda e progresista do seu pensamento, que se ben o puido levar a certas desviacións da ortodoxia hoxe dominante, o presentan sempre coma un loitador incansable e que, aínda nas etapas máis avanzadas da súa longa vida, non deixou nunca de baixar a área das discusións e debates científicos máis significativos do seu tempo.

4. REFERENCIAS

Bertomeu JR (2011). Pedagogía química y circulación de la ciencia: el sistema periódico de los elementos durante el siglo XIX. En *Química: Historia, Filosofía y Educación* (Coord. Bertomeu JR). Universidad pedagógica Nacional. Bogotá.

Crookes W (1887). *La gènesis des éléments* (Memoire lu le 18 février 1887 a l'Institution Royale). Gauthier Villars. Paris.

Crookes W (1886). Discours a la section de chimie de la "Association Britanique", prononcé le jeudi 2 septembre 1886. *Le Moniteur Scientifique* (1886): 1288-1295.

Díaz-Fierros F. (2010). El evolucionismo de Rodriguez Carracido. Nuevas consideraciones. *Anal. Real Ac. Nac. Farmacia*, 76 (4): 479-491.

Emerson J-Reynolds MD (1886). Note sur un méthode d'illustration de la Loi Periodique (*Chemical News*, 2 juillet 1886). *Le Moniteur Scientifique* (1886): 1283-1288

Meclenburg, W. (1911). *Fundamentos experimentales de la atomística*. E. Adrián Romo. Madrid. (prólogo de R. Carracido X)

Rodriguez Carracido X (1887). *La nueva química. Introducción al estudio de la química según el concepto mecánico*. Impr. Nicolás Moya, Madrid.

" (1894) *La evolución en la química*. Libr. Vda. De Hernando. Madrid.

" (1900). *Compendio de Química Biológica*. Manuales Soler, Nº 22. Barcelona.

" (1903). *Tratado de Química Biológica*. Libr. Perlado, Madrid., 2ª ed. (1917) Libr. Suc. Hernando, Madrid, 3ª ed. (1924) Suc. Hernando, Madrid.

² Considérase que o prólogo que lle dedica ao libro de Werner Meclenburg *Fundamentos experimentales de la atomística* (1911) foi a primeira referencia escrita da súa aceptación final da existencia dos átomos. De todas maneiras, o coñecemento que se tivo por estes anos da estrutura interna do átomo serviulle tamén para reafirmarse unha vez máis na súa defensa da tese de que estes non eran a última realidade da materia xa que non eran entidades indivisibles como se postulaba na teoría clásica do átomo.