

A VIDA PRE-CAMBRIANA

Fernando Flavio Marques de Almeida (1)

Entre os grandes enigmas da Geologia, um dos que mais nos convida à meditação e ao estudo, justamente por dizer respeito à nossa própria essência, é o da origem da vida e dos aspectos sob os quais ela primeiro se apresentou. A partir de um certo momento, que jamais poderemos fixar com precisão por se achar para sempre perdido na imensidão dos tempos geológicos, e sob condições que jamais parece se terem repetido, uma, entre milhões de reações químicas, apresentou um caráter particular de síntese ao qual chamamos *assimilação*: certa substância, o protoplasma, formada por uma mistura extremamente complexa de albuminóides, realizava continuamente trocas com outras substâncias do meio ambiente, estranhas a si própria; contudo suas propriedades específicas mantinham-se inalteradas. A custa dessas trocas o protoplasma movia-se, crescia e, ao atingir um certo tamanho, se dividia. A partir desse momento mais um ator passou a tomar parte nas cenas que tinham a superfície do Planeta como teatro. Naturalmente devemos esperar que naquela ocasião os aspectos da superfície da Terra não eram essencialmente diversos dos atuais, e os mesmos processos físico-químicos que sob os nossos olhos se realizam, já se achavam presentes naqueles antigos cenários. Mas se o teatro era idêntico os dramas biológicos que nele se realizaram durante a aurora da vida eram certamente bem diversos dos atuais.

Não iremos fazer referências ao aparecimento da vida na Terra; é assunto ainda inteiramente hipotético, pertinente mais a filósofos e metafísicos. Iremos tão somente recordar os aspectos dessa vida durante os tempos pre-cambrianos, com base no que nos forneceu, nas últimas décadas, a moderna paleontologia.

(1) Professor adjunto de Taxionomia Paleontológica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

* * *

Um dos mais simples indícios da existência de vida ativa, de formas inferiores, nos mares pre-cambrianos, fornece-nos a presença de grafita nos sedimentos daquelas remotas eras. Mesmo em terrenos arqueozóicos, como os da Finlândia Meridional (Sederholm, 1904) existem depósitos importantes de grafita, sugerindo grande atividade vital, pois desconhece a geologia outros processos que permitam a disseminação de grafita nos estratos das rochas sedimentares que os realizados à custa da matéria orgânica.

Também os calcáreos (muitos dos quais hoje dolomitizados) que em conjuntos freqüentemente com mais de 1.000 metros de espessura, são tão comumente encontrados em depósitos pre-cambrianos, merecem, em muitos casos, ser considerados organógenos, decorrentes de processos físico-químicos com interferência de micro-organismos. Tais são alguns dos calcáreos (e dolomitós), às vêzes grafitosos e bem estratificados, da série de Minas.

As primeiras estruturas consideradas como restos de organismos pre-cambrianos foram massas nodulares formadas de lâminas alternadas de calcita e serpentina atravessadas por canalículos, identificadas pela primeira vez por Logan nos calcáreos laurencianos do Canadá. Dawson (1865) descreveu-as como *Eozoon canadense*, tendo Carpenter considerado-as um foraminífero gigantesco (1865,1867). Surgiram logo várias espécies de *Eozoon* em diversas partes do globo: Baviera, Finlândia, Pirinéos, Saxe, etc. Aqui mesmo, no Brasil, Derby encontrou, em 1880, tais estruturas em Barra do Piraí, Estado do Rio de Janeiro, e em Caraúna, próximo à Cachoeira de Paulo Afonso. Aos poucos a crença da origem orgânica do *Eozoon* foi diminuindo, particularmente após haverem Lavis e Gregory percebido a mesma estrutura em blocos calcáreos de idade jurássica lançados pelo Vesúvio. Recentemente porém, ressurgiu esta crença, agora sob forma de uma planta. Osann (cf. Raymond, 1935) porém, estudando há pouco a região de Montreal, que forneceu os melhores espécimens, mostrou provirem êles de uma zona de metamorfismo de contato, onde calcáreos Grenville acham-se atravessados por eruptivas. Formaram-se, no contato, diopsídio e tremolita, minerais que se transformaram posteriormente em serpentina. Isso prova a origem secundária desta estrutura, e afasta definitivamente a idéia da natureza orgânica que para ela tem sido admitida.

Nos últimos anos do século passado causaram grande sucesso as descrições feitas por Cayeux (1894, 1894A, 1895) de pseudo-fósseis encontrados por Charles Barrois na Bretanha. Tratava-se nada menos que de 45 espécies de radiolários, associadas a 6 espécies de foraminíferos e a

espículas de espongiários (*Monoactinellida* principalmente, *Tetractinellida* e *Hexactinellida*). Os radiolários, lindamente figurados por Cayeux, são extremamente diminutos, com diâmetro variando entre 1 e 22 milésimos de milímetro. Não foram fotografados mas desenhados em figuras representando aumentos de 1.000 a 2.300 vezes. Êsses radiolários são considerados como puro fruto de imaginação do insigne sedimentacionista francês. Os foraminíferos, a maioria dos quais não tem mais que um centésimo de milímetro, também são muito duvidosos. Rauff (1896) estudou as formas descritas por Cayeux e concluiu serem inorgânicas.

É na América do Norte que têm sido encontrados a maioria dos "fósseis" pre-cambrianos, particularmente por Charles Walcott, o paleontologista que mais se salientou no estudo da vida mais antiga. Em 1899 Walcott noticiou à Geological Society of America a descoberta de diversos restos orgânicos nos sedimentos da série Belt, de Montana, suposta hoje proterozóica superior (keweenawan). Consistem estas estruturas em rastos e moldes de tubos de vermes anelídeos, dos gêneros *Helminthoidichnites* Ficht (do qual descreveu três espécies), e *Planolites* Nocholson, com duas espécies. Na mesma ocasião descreveu restos carbonizados, que classificou como *Beltina danai* e considerou como *Merostomata*, filiado aos euripterídeos cambrianos. A origem orgânica de parte dessas estruturas não é posta em dúvida, mas sua verdadeira natureza é ainda desconhecida. White (1929) considerou-as, em parte, frondes de talófitas, possivelmente algas pardas. Contudo a presença de artrópodos no algonquiano de Montana parece ter sido comprovada pelas recentes descobertas de Stuart Weller (cf. Raymond, 1935).

Outras ocorrências de supostos restos de artrópodos de rochas pre-cambrianas têm sido referidas na literatura. Delas sem dúvida a mais espetacular vem-nos da Austrália. Em 1928 T. David descreveu, dos calcários Blue Metal, de Beaumont, perto de Adelaide, estruturas que supôs pertencerem a um ancestral dos Eurypterídeos, denominando-o *Beaumontia eckersleyi*. Em 1936 a Sociedade Real da Nova Gales do Sul publicou uma memória (T. W. E. David e J. Tillyard, 1936) na qual essas estruturas se acham figuradas, juntamente com a restauração do suposto artrópodo, para o qual foi criada uma família, *Protoadelaideidae*, com duas espécies de um único gênero: *Protoadelaideia howchini* e *P. browni*. As figuras das estampas VII e VIII são magníficos exemplos do quanto pode a imaginação humana quando guiada por um espírito preconcebido... Também radiolários foram referidos por David e Howchini (1896) de rochas pre-cambrianas do sul da Austrália.

Em 1899 Walcott figurou, também do proterozóico de Montana, restos orgânicos que supôs duvidosamente devidos a braquiópodos, trilobita e pterópodos. São restos carbonizados, muito mal conservados para que se possa ter alguma certeza sobre sua verdadeira natureza e filiação. A existência, na série Belt em Montana, de braquiópodos, não pode ser mais posta em dúvida, após a descoberta feita em 1932 por C. L. e M. A. Fenton (1933), do espécime que descreveram como *Lingulela montana* n. sp. (1936).

É ainda devida a Walcott (1912A) a descrição de *Atikokania lawsoni*, do huroniano (inferior ?) de Ontário, considerado por algum tempo como o mais antigo resto de vida conhecida. Walcott referiu-o aos *Archaeocyathinae* cambrianos, porém Hotedahl (1921) mostrou ser *Atikokania* de origem inorgânica, resultado da dolomitização de calcáreos.

No Brasil a mais antiga referência a estruturas pre-cambrianas consideradas fósseis foram feitas por Derby (1880), quando relatou a descoberta do *Eozoon* já acima referida. Theodoro Knecht (1937) descobriu em Araçaeira, próximo de Guapiara, Estado de São Paulo, estruturas que considerou devidas a pterópodos, mas que Viktor Leinz (1937) mostrou serem inorgânicas, originadas de cristais de cordierita, em calcáreos metamórficos, provavelmente de uma zona de metamorfismo de contato.

Possíveis restos vegetais têm sido referidos mesmo de terrenos arqueanos (Gruner, 1923,1925). Em 1914 Walcott descreveu, dos depósitos proterozóicos de Montana (série Belt), uma flora de algas de atividade semelhante à das *Cyanophyceae* atuais. Embora não tenham sido encontrados traços de hastes destas algas, Walcott figurou o que supôs serem células e agrupamentos desses vegetais. Criou designações genéricas para 7 grupos dessas estruturas, com diversas espécies. Dêles somente dois, os gêneros *Collenia* e *Newlandia*, são hoje considerados realmente organógenos, sendo os demais tidos como produto de segregação de calcita e dolomita sob a ação de águas circulando sob pressão (C. L. e M. A. Fenton, 1936). Após a descoberta dessas algas, diversas estruturas têm sido descritas como pertencentes ao gênero *Collenia*, principalmente de vários níveis do algonquiano da América do Norte, de Michigan, Minnesota, Baía de Hudson e Montana. Têm ainda sido encontrados em terrenos pre-cambrianos da África Ocidental Francesa (Mauretânia). No Brasil estruturas organógenas referíveis ao gênero *Collenia* foram verificadas pelo autor (1944) no município de Itapéva, Estado de São Paulo.

* * *

A pobreza em restos de vida dos terrenos pre-cambrianos é um fato que merece referência especial. Em realidade a observação dos fósseis animais cambrianos indica-nos de maneira positiva ter possuído este período fauna bastante desenvolvida, na qual já se achavam representados quase todos os grupos animais hoje conhecidos. Como nada nos prova ter havido uma eclosão desses grupos no princípio dos tempos paleozóicos, somos conduzidos a admitir esta fauna já muito afastada da aurora da vida, e que esta surgiu no Planeta numa antiguidade prodigiosa, da qual a vida cambriana não nos dá senão uma pálida idéia. Em realidade a vida invertebrada cambriana parece-nos quase tão antiga quanto a atual. Dela são hoje conhecidas aproximadamente 2.000 espécies, cerca da metade das quais são trilobitas e a terça parte branquiópodos, o restante incluindo representantes de todos os grandes grupos animais hoje conhecidos, outros que *Briozoa* e *Chordata*. O reino vegetal deixou-nos menos traços, todos algo duvidosos e de filiação discutida.

Em face disto, o que conhecemos até agora da vida pre-cambriana? Algumas estruturas organógenas que se supõe devidas a algas, rastos de vermes não identificáveis, um braquiópodo, espículas de esponjas, além de outras formas muito duvidosas. Seja-nos por isso permitido indagar: porque existem tão poucos restos da vida pre-cambriana?

É uma pergunta que tem suscitado várias respostas, muitas das quais dignas de consideração. A resposta que nos vem de pronto é a da destruição dos restos fósseis pelos fenômenos de metamorfismos a que foram sujeitos estes antigos sedimentos, e que os transformaram, por vezes, em gneisses, micaxistos, etc. Naturalmente esta explicação parece-nos muito plausível, para nós que conhecemos os gneisses do arqueano do Rio de Janeiro e a maioria das rochas metamórficas da série de Minas. Mas existem no mundo sedimentos proterozóicos, embora em número reduzido, tais como as séries Belt, Grand Canyon, o Keweenawan de Michigan na América do Norte, o Jotniano da Finlândia e o sistema Hou-to da China, que não apresentam senão muito reduzida evolução metamórfica, e que no entretanto têm se mostrado por quase toda a parte infossilíferos. É claro que outras causas, além do metamorfismo, são responsáveis por essa pobreza em fósseis.

Para Daly (1907, 1909, 1912) os organismos pre-cambrianos não possuíam esqueletos devido à falta de cálcio em quantidade suficiente nos mares de então, e os organismos assim desprotegidos não possuíam possibilidade de ter seus restos conservados. É fato conhecido hoje que as

conchas dos moluscos aquáticos atuais são tanto mais espessas quanto maior a quantidade de cálcio nas águas dos mares, rios ou lagos em que vivem. Daly explicava a formação dos calcáreos pre-cambrianos argumentando com a falta de animais predadores e necrófagos, de maneira que a amônia produzida pela matéria orgânica acumulada, em decomposição por bactérias, seria causadora da precipitação do CaO sob forma de carbonato, constituindo-se vasas calcáreas. A idéia de Daly é porém incompleta. Ela não explica, por exemplo, a existência de grandes depósitos formados por organismos tais como *Collenia itapevensis*, que certamente viveram em águas saturadas, ou quase, em carbonato de cálcio, semelhantes, sob êste ponto de vista, às dos mares atuais.

Se os mares pre-cambrianos foram em certo momento excessivamente ácidos, como imaginou Lane (1907, 1912), essas condições certamente já não mais existiam no proterozóico, quando viveram vegetais como *Collenia*.

Charles Walcott, sem dúvida o paleontologista que mais procurou fósseis pre-cambrianos, concluiu (1914) que os grandes depósitos de então constituíram-se em fácies continental, fluvial ou lacustrino. Os argumentos em que baseia esta hipótese são excessivamente frágeis. Hoje ninguém poria dúvida que a série Assunguí, a série de Minas e suas congêneres se formaram num meio marinho, em mares epicontinentais, que deviam ser muito abundantes nos tempos paleozóicos e pre-cambrianos.

A hipótese de T. C. Chamberlin (1908) de que a vida se originou nos continentes, no solo, e que só no cambriano atingiu os oceanos, decorre de sua própria hipótese do planetesimal, mas é excessivamente teórica e inadequada para explicar o que se conclue da observação dos fatos.

Brooks (1894) juntamente com muitos geólogos modernos, admitiu que as camadas superficiais do oceano foram o local da eclosão da vida, e que os animais primitivos não possuíam esqueleto, que seria um impecilho ao gênero de vida flutuante ou natatório que levavam. Em tais condições não possuíam partes que se fossilizassem. A mudança de habitat, realizada no início do cambriano, quando êsses animais procuraram o fundo e as bordas do oceano, teve como consequência o aparecimento de elementos de proteção e de sustentação formados por peças calcificadas. Raymond (1935) modificou um pouco esta teoria, julgando ser a ausência de peças calcificadas nos animais de então uma consequência da vida ativa que levavam.

Optamos por uma doutrina eclética. Os organismos pre-cambrianos eram principalmente pelágicos, condição de vida dificultada por esqueletos calcificados, que somente no cambriano se desenvolveram, quando êsses

organismos tornaram-se em grande número fixos ou caminhantes. Por outro lado, o metamorfismo por que passaram geralmente os sedimentos pre-cambrianos foi, na grande maioria das vezes, bastante para destruir os delicados restos desses organismos. Prova-o o fato de tão grande número dos fósseis conhecidos do proterozóico norte-americano terem sido encontrados justamente em duas das séries pre-cambrianas menos metamórficas do mundo, as séries Belt e Grand Canyon.

Nos dolomitosossilíferos da série Assunguí em Itapéva foi-me possível verificar a facilidade com que as estruturas organógenas foram destruídas. Seus restos só chegaram até hoje porque essas estruturas existiram em quantidades imensamente grandes, pois cerca de uma centena de metros de espessura de dolomitos, em milhares de quilômetros quadrados de área formaram-se exclusivamente dessas colônias, que somente num ou noutro ponto se conservaram.

A observação da fauna cambriana e da evolução dos grupos animais parece confirmar estas idéias. *Protozoa* são conhecidas dos terrenos cambrianos; são, porém, sempre estruturas muito delicadas e difíceis de serem identificadas nos terrenos mais antigos, supondo que tivessem escapado à destruição pelo metamorfismo por que passaram os sedimentos pre-cambrianos. Os *Porifera* são também fósseis de difícil identificação nos terrenos antigos; certamente existiram no pre-cambriano, conhecendo-se espículas silicosas da parte superior do sistema Grand Canyon. Sendo tais espículas contituidas de opala, também devem ter sido quase sempre destruídas. Os *Celenterata* contam-se entre os mais freqüentes fósseis do paleozóico inferior, sendo conhecidos mesmo dos terrenos cambrianos inferiores (Ruedmann, 1933). Os primeiros a se mostrarem, porém, foram os *Hydrozoa*, *Scyphozoa* e *Graptozoa* (êstes últimos embora não tenham sido ainda encontrados no cambriano inferior, possivelmente já existiam); são todos nús ou protegidos por esqueletos quitinosos, portanto requerendo condições muito especiais para a sua conservação. Os celenterados com esqueletos freqüentemente calcáreos (*Stromatoporoidea* e *Anthozoa*) somente são conhecidos a partir do ordoviciano, a menos que o gênero *Mackensia*, do cambriano médio da Colômbia Britânica seja um *Anthozoa*, como sugeriu Clark. Um importante grupo de animais parecidos com corais, de afinidades ainda duvidosas, limitado ao cambriano inferior, é o dos *Archaeocyathinae*; parece um ancestral comum das esponjas calcáreas e dos *Tetracoralla*, sugerindo a presença de organismos semelhantes aos corais nos mares algonquianos.

Se os restos e orifícios a êles atribuídos estão corretamente identificados, os vermes já existiam no pre-cambriano. A rica fauna meso-cam-

briana dos folhelhos Burgess (Walcott, 1911) sugere uma longa história pre-cambriana para este grupo, que se admite ser o ancestral de outros grupos mais evoluídos, inclusive dos próprios Chordata. Todavia, devido ao desenvolvimento muito limitado de partes moles, seus fósseis são muito raros na coluna geológica, embora, pelo que hoje se verifica, devam ter sido muito abundantes.

Dos *Echinoderma* os *Cystoidea*, *Edrioasteroidea* e *Crinoidea* (?) são conhecidos desde o cambriano, deixando supor ascendência de formas pre-cambrianas cujos restos serão um dia encontrados, mas se estas formas já eram revestidas por texto calcáreo não se pode afirmar.

Até hoje não foram descobertos traços da passagem dos *Bryozoa* pelos tempos cambrianos, que não se tornaram comuns senão a partir do médio ordoviciano.

A abundância dos *Brachiopoda* no cambriano inferior, quando todas as ordens, salvo a dos *Telotremata*, já se encontravam representadas, é um indício seguro da existência deste importante grupo nos mares proterozóicos. Aliás, em comunicação recente (1933) C. L. e M. A. Fenton indicam a existência de um braquiópodo linguliforme, que denominaram *Lingulella montana* (1936), na série Belt, de Montana. Todavia, como faz sentir Walcott (1912), os branquiópodos cambrianos são em sua maior parte representados por animais com conchas córneas ou quitinosas, deixando supor que também o fossem seus ancestrais proterozóicos.

Entre os *Mollusca* são conhecidos *Gasteropoda*, *Cephalopoda* e *Pelecypoda* dos terrenos cambrianos; são formas bastante simples e raras, e nada indica que tenham possuído uma história pre-cambriana muito longa.

No ramo dos *Arthropoda* encontramos sub-classes que são, sem sombra de dúvida, herdeiras de uma longa história anterior ao cambriano, idéia reforçada pelas notáveis descobertas, devidas a Charles Walcott, dos artrópodos do cambriano médio da Colômbia Britânica. Salientam-se nesse particular as trilobitas, que certamente existiram nos mares pre-cambrianos, embora até hoje seus restos não tenham ainda sido positivamente identificados nesses terrenos. Os artrópodos em sua maioria apresentam exoesqueletos compostos de quitina e, relativamente poucos, de substância calcárea, e assim sendo, seus fósseis são quase sempre muito delicados, simples impressões, moldes ou delgadíssimas películas, difíceis de resistirem às transformações por que passaram as rochas pre-cambrianas. É de se crer, contudo, que a êles seja devida a maior parte do pigmento carbonoso dos sedimentos finos do proterozóico. Um excelente exemplo da raridade de restos de artrópodos fósseis temos no grupo dos insetos, com cerca de meio

milhão de espécies conhecidas, constituindo de muito o mais abundante grupo do Reino Animal atual, e cuja história geológica vem-nos desde o Pensilvaniano; no entretanto, seus restos fósseis são em número bastante reduzido.

Este resumo histórico mostra-nos que é perfeitamente razoável supor que os animais pre-cambrianos, em sua maioria, não possuíam senão elementos de sustentação e revestimento de natureza orgânica, córnea ou quitinosa, que oferecia poucas possibilidades para se manter, em condições de serem identificados, em rochas que passaram por tantas vicissitudes.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. F. Marques de (1944) — *Collenia itapevensis* sp. n. um fóssil pre-cambriano do Estado de São Paulo. Fac. Fil., Ciên. Letr. Univ. São Paulo Bol. XLV. p. 89-106.
- BARROIS, C. (1892) — *Sur la présence de fossiles dans le terrain azoïque de Bretagne.* Compt. Rend. Acad. Sci., n.º 115. Paris.
- BROOKS, W. K. (1894) — *The origin of the oldest fossils and the discovery of the bottom of the ocean.* Jour. Geol., vol. II, p. 455-479.
- CARPENTER, W. Benjamin (1865) — *On the structure and affinities of Eozoon canadense.* R. Soc. Lond., p. 545-549.
- (1867) — *Further observations on the structure and affinities of Eozoon canadense.* Geol. Soc. London. Pr. v. 15, p. 503-508.
- CAIEUX, L. (1894) — *Sur la présence de restes de foraminifères dans les terrains précambriens de Bretagne.* Compt. Rend. Acad. Sci., vol. 118, pg. 1433. Paris.
- (1894A) — *Les preuves de l'existence d'organismes dans le terrain précambrien.* Bull. Soc. Geol. France, ser. 3, vol. 22, pg. 197-228.
- (1895) — *De l'existence de nombreux débris de spongiaires dans le Précambrien de Bretagne.* Bull. Soc. Geol. France, vol. 23, p. 52.
- CHAMBERLIN, T. C. e R. T. Chamberlin (1908) — *Early terrestrial conditions that may have favored organic synthesis.* Science, n.º 28, p. 897-911.
- DALY, R. A. (1907) — *The limeless ocean of the pre-cambrian time.* Am. J. Sci., ser. 4, vol. 23, pg. 93-115.
- (1909) — *First calcareous fossils and the evolution of the limestones.* Bull. Geol. Soc. Am., vol. 20, p. 153-170.
- (1912) — *First calcareous fossils and the origin of the pre-silurian limestones.* Geol. Surv. Canadá, Mem. 38, p. 643-675.
- DAVID, T. W. Edgeworth e Howchin, W. (1896) — *Note on the Occurrence of Casts of Radiolaria in pre-Cambrian (?) rocks, South Australia.* Proc. Linn. Soc. New South Wales, vol. XXI.
- DAVID, T. W. Edgeworth (1928) — *Newly-discovered Fossils in the Adelaide Series (Lipalian ?) of South Australia.* Roy. Soc. of South Austr., vol. LII.
- DAVID, T. W. Edgeworth e R. J. Tillyard (1936) — *Memoir on fossils of the Late pre-Cambrian (Newer Proterozoic) from the Adelaide Series, South Australia.* Roy. Soc. of New South Wales.
- DAWSON, J. William (1865) — *On the structure of certain organic remains in the Laurentian limestones of Canadá.* Quart. Jour. Geol. Soc. London, vol. 21.

- DERBY, O. A. (1880) — *On the age of the Brazilian gneiss series. Discovery of Eozoon.* Am. J. Sci., ser. 3, vol. XIX, p. 324-325.
- FENTON, C. L. e M. A. Fenton (1933) — *Oboloid Brachiopods in the Belt Series of Montana* (abstract). Bull. Geol. Soc., Am., vol. 44.
- (1936) — *Walcott's pre-Cambrian algonkian algal Flora and associated animals.* Bull. Geol. Soc. Am., vol. 45.
- GRÜNER, J. W. (1923) — *Algae believed to be Archean,* Jour. Geol., vol. 31.
- (1925) — *Discovery of life in the Archean.* Jour. Geol., vol. 33.
- HOLTEDAHL, Olaf (1921) — *On the occurrence of structures like Walcott's algonkian algae in the Permian of England.* Am. J. Sc., ser. 5, p. 195-206.
- KNECHT, Theodoro (1937) — *Ocorrência de supostos fósseis na série de São Roque, em Araçacira, São Paulo.* Mineração e Metalurgia, vol. I, n.º 6, pg. 250. Rio de Janeiro.
- LANE, A. C. (1907) — *The early surroundings of life.* Science, n.º 26.
- LANE, A. C. (1917) — *Lawson's Correlation of the pre-Cambrian Era.* Am. J. Sci., ser. 5, vol. 43, n.º 253.
- LEINZ, Viktor (1937) — *Natureza dos supostos fósseis de Araçacira, S. Paulo.* Mineração e Metalurgia, vol. II, n.º 7, p. 36. Rio de Janeiro.
- RAUFF, Hermann (1896) — *Über angebliche Organismenreste aus präcambrischen Schichten der Bretagne.* Neues. Jahrbuch für Min., Geol. und. Pal., vol. I, p. 117. Stuttgart.
- RAYMOND, P. E. (1935) — *Pre-Cambrian life.* Bull. Geol. Soc. Am., vol. 46.
- RUEDMANN, R. (1933) — *Camptostroma, a Lower Cambrian floating hydrozoan.* Proc. U. S. Nat. Mus., vol. 82, art. 13, p. 1-8.
- SEDERHOLM, J. J. (1904) — *Über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntniss der kristallinischen Schiefer von Finnland.* Congr. Geol. intern., 9.ª sess., Viena, 1903.
- WALCOTT, Charles D. (1899) — *Pre-Cambrian fossiliferous formations.* Bull. Geol. Soc. Am., vol. 10.
- (1911) — *Middle Cambrian annelids.* Smith. Misc. Coll., vol. 57, n.º 5.
- (1912) — *Cambrian brachiopoda.* U. S. Geol. Surv., Mon. LI.
- (1912A) — *Notes on Fossils from Limestone of Steeprock Series, Ontario, Canadá.* Geol. Surv. Canada, Mem. 28.
- (1914) — *Pre-Cambrian Algonkian algal flora.* Smith. Misc. Coll., vol. 64, n.º 2.
- WHITE, D. (1929) — *Study of the fossil floras in the Grand Canyon, Arizona,* Carnegie Inst. Wash., Year Book n.º 28, p. 393.