

Panorama histórico da Teoria Celular

Elda Cristina Carneiro da Silva

Joanez Aparecida Aires

Resumo

Este artigo apresenta uma breve exposição dos episódios históricos envolvidos na construção da Teoria Celular, com base em fontes secundárias e apoio de fontes primárias, na tentativa de contribuir para o enfrentamento da ideia de haver um conhecimento científico verdadeiro e definitivo, tal como apresentado em muitos livros didáticos de Biologia, sob a forma de enunciados dogmáticos dessa teoria. O objetivo principal dessa reconstrução histórica é responder a pergunta: O que ocorreu durante os quase 200 anos transcorridos desde a primeira observação da célula, atribuída a Robert Hooke, no século XVII, até a publicação da Teoria Celular por Schwann, em 1839? É possível constatar, ao longo desse resgate, o processo coletivo e histórico de construção do conhecimento, o contexto filosófico da época, a provisoriedade/dinamicidade da ciência, controvérsias e métodos utilizados pelos cientistas. Os estudos decorrentes dessa teoria também são abordados. Constatamos que o embasamento teórico adquirido por meio de estudos sobre a História da Ciência pode contribuir para o enriquecimento da educação em Biologia.

Palavras-chave: Teoria Celular; História da Ciência; Educação em Biologia.

Abstract

This article presents a brief summary of historical episodes involved in the construction of the Cell theory, based on secondary sources and on the support of primary sources, in an attempt to query the concept of the existence of a real and definitive scientific knowledge, as shown in many biology textbooks, in which dogmatic statements of this theory are presented. The main objective of this historical summary is to answer to the question: What happened during the nearly 200 years since the first observation of the cell, attributed to Robert Hooke in the seventeenth century, until the publication of the Cell Theory by Schwann in 1839? Throughout this rescue it can be seen the collective and historical process of construction of knowledge, the philosophical context of the time, the temporality / dynamics of science, disputes and methods used by scientists. The studies under this theory are also covered. We note that the theoretical foundation acquired through studies on the History of Science can contribute to the improvement of education in Biology.

Keywords: Cell Theory; History of Science; Education in Biology.

INTRODUÇÃO

Normalmente, a Teoria Celular é apresentada nos livros didáticos de Biologia e até nos livros universitários de Biologia Celular na forma de três ou quatro enunciados dogmáticos, atribuídos unicamente a dois cientistas, Theodor Schwann e Matthias Schleiden, sem nenhum tipo de contextualização. Essa forma de apresentação de enunciados pode contribuir para o fortalecimento de visões simplistas sobre a construção da ciência, como se estes tivessem surgido prontos nas mentes brilhantes desses dois pesquisadores.

Na tentativa de contribuir para a desmistificação de visões simplistas sobre a ciência e o trabalho dos cientistas, tais como essa, objetivamos, com esse trabalho, apresentar uma breve exposição

dos episódios históricos envolvidos na proposição da Teoria Celular. Para tanto, buscamos levar em conta os aspectos relativos ao processo coletivo e histórico de construção do conhecimento, ao contexto da época, ao caráter provisório e dinâmico da ciência, às controvérsias, aos métodos utilizados pelos cientistas e aos estudos decorrentes da teoria.

Considerando o longo processo histórico não linear de elaboração da Teoria Celular, sua total reconstrução histórica, por meio de pesquisa historiográfica completa, desvia-se do escopo deste trabalho. Logo, o estudo histórico apresentado foi baseado em fontes secundárias com apoio de publicações originais para corroborar algumas ideias.

É importante ressaltar que, ao analisarmos o percurso histórico da construção da Teoria Celular, percebemos que as estruturas visíveis ao microscópio óptico não conduziram à noção da célula como unidade morfofuncional da vida, conforme nossa compreensão atual. Desde a primeira observação da célula atribuída a Robert Hooke (1635-1703) em 1663 até a publicação da Teoria Celular por Schwann, em 1839, passaram-se quase dois séculos. Mas o que ocorreu durante esse período?

Para compreender a célula, bastaria então apenas vê-la sob as lentes do microscópio? A história da construção da Teoria Celular mostra que não. De acordo com Jacob¹, não é suficiente a simples percepção de um objeto para que o mesmo seja passível de investigação, pois se faz necessária uma teoria que o acolha².

SÍNTESE DOS EPISÓDIOS HISTÓRICOS ENVOLVIDOS NA PROPOSIÇÃO DA TEORIA CELULAR

Uma análise externalista da Teoria Celular pode ser encontrada em Mayr³, o qual sugere um papel determinante dos instrumentos na atividade científica, quando atribui a popularização e o avanço nos estudos da Biologia Celular ao aperfeiçoamento dos microscópios, ao desenvolvimento de técnicas para fixação de tecidos, ao uso de corantes biológicos. Segundo o autor, “a inadequação dos primeiros instrumentos muitas vezes levou a observações errôneas, e esta foi uma das razões para as controvérsias iniciais da citologia”. Jacob⁴ destaca o papel auxiliar dos instrumentos ao defender que as mudanças ocorridas no estudo dos seres vivos, no decorrer do tempo, não tiveram relação direta com o surgimento de instrumentos capazes de aumentar o poder de resolução da visão, mas foi consequência de uma mudança de enfoque neste estudo.

¹ Francois Jacob, *A Lógica da Vida: Uma História da Hereditariedade* (Rio de Janeiro: Edições Graal, 1983), 22.

² Isto explica o fato de que Hooke tenha apresentado uma interpretação muito diferente da concepção atual de célula ao observar microscopicamente a cortiça, uma vez que foi o pioneiro na observação e não havia expectativa de analisá-la “biologicamente”, conforme veremos adiante.

³ Ernst Mayr, *Isto é Biologia: A Ciência do Mundo Vivo* (São Paulo: Companhia das Letras, 2008), 122.

⁴ Jacob, *A Lógica da Vida*, 21.

Numa concepção internalista da ciência, Messias Júnior⁵ considera que não houve proposição de uma Teoria Celular já no século XVII, devido às “limitações de ordem histórica e social”. A ideia da célula como unidade morfo-funcional modificou a concepção da vida do todo para a parte e, segundo esse autor, isso não teria lugar nos séculos XVII e XVIII, uma vez que, durante este período, ocorreu um conjunto de transformações históricas e conceituais. Por exemplo, além de os aspectos associados ao uso da microscopia na análise da célula, deve-se considerar as influências da disputa entre o pensamento mecanicista e vitalista para as explicações científicas sobre a vida.

No decorrer dessa síntese histórica, tornar-se-á evidente que desde as primeiras observações da célula ao microscópio, diversas interpretações foram feitas sobre essa estrutura, influenciadas tanto pelo contexto de cada época, quanto pelo conhecimento disponível. Porém, independentemente do que a célula significava para os pesquisadores, a Teoria Celular colaborou para o estabelecimento mais consistente da unidade do mundo orgânico, busca que gerou muitas controvérsias científicas.

Mayr⁶ afirma que as descrições de objetos microscópicos feitas por grandes microscopistas, como Nehemiah Grew (1628-1711), Marcelo Malpighi (1628-1694) e Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723), nos 150 anos após a primeira observação da célula por Hooke em 1663, ocorreram mais por entretenimento do que por ciência propriamente dita. Mayr acrescenta que pouca novidade foi descrita de 1740 a 1820 e que as referências ocasionais feitas às células nesse período evidenciavam mais as fibras e demais estruturas longitudinais do que as próprias células. Interessa destacar que, mesmo considerando os instrumentos como determinantes da atividade científica, Mayr esclarece, por exemplo, que as investigações de Robert Brown⁷, Theodor Schwann⁸ e Matthias Schleiden⁹ foram feitas com microscópios caseiros.

Isso não significa, em nosso entendimento, que houve uma estagnação na produção científica no período. Ao contrário, existiam outros focos de pesquisa, tais como estudos anatômicos, fisiológicos, histológicos, embriológicos, sobre a geração/reprodução dos organismos.

Prestes¹⁰ aponta que Robert Hooke, membro ativo da Royal Society¹¹, foi o primeiro a observar uma estrutura que ele denominou de célula. Porém, não se pode concluir que ele, assim como outros microscopistas da época, visse células sob as lentes dos microscópios tal como a conhecemos hoje,

⁵ Nazário de S. Messias Júnior, “Não foi suficiente ver para crer,” *Ciência Hoje* 39, nº 1 (ago. 2006): 58-59.

⁶ Mayr, *Isto é Biologia*, 121-2.

⁷ Robert Brown (1773-1858), botânico e físico escocês, realizou os primeiros estudos sobre o núcleo das células vegetais.

⁸ Matthias Schleiden (1804-1881) botânico alemão que contribuiu para a construção da Teoria Celular com suas pesquisas, utilizando células vegetais.

⁹ Theodor Schwann (1810-1882), fisiologista e zoólogo alemão, o qual, juntamente com as contribuições de outros cientistas, propôs a Teoria Celular.

¹⁰ Maria E. B. Prestes, *Teoria Celular: De Hooke a Schwann* (São Paulo: Scipione, 1997), 52 et seq.

¹¹ Instituição destinada à promoção do conhecimento científico. Foi fundada em 28 de novembro de 1660, em Londres.

uma vez que as estruturas representadas em seus desenhos eram designadas pelos mais diferentes termos: *poros microscópicos, utrículos, sáculos, bolhas, bexigas ou células*.

Baker¹² e Teulón¹³ comentam que, no final do século XVII, sob o domínio da *fibra*, Malpighi tinha notado a existência de utrículos e sáculos na estrutura vegetal e que Grew usou indiscriminadamente os termos *bexiga, poros* e, embora tenha tomando emprestado o termo *células* de Hooke, este último, evidentemente, não possuía o significado atual.

Vale ressaltar que, de acordo com Martins¹⁴, não havia interesse biológico nas observações de Hooke, mas suas contribuições foram importantíssimas para o desenvolvimento da microscopia. Na sua obra “Micrografia ou algumas descrições fisiológicas de pequenos corpos, feitas com lentes de aumento, com observações e investigações sobre os mesmos”¹⁵ (1665), Hooke¹⁶ publicou um total de 60 desenhos de materiais variados observados sob as lentes de um microscópio óptico construído por ele, seguidos de descrições minuciosas. Tais materiais incluíam fios de seda, areia, lâmina de uma navalha, vidro, carvão, plantas, insetos, penas de aves, fósseis.

Sobre sua mais famosa observação, a fina fatia de cortiça, que nos faz inclui-lo no recorte da Teoria Celular, Hooke descreve que:

[...] a julgar pela leveza e flexibilidade da cortiça, que certamente a textura não poderia ser mais curiosa, [...] se eu usasse algumas outras aplicações adicionais, eu poderia discerni-la com um microscópio [...], e incidindo uma luz sob uma lente espessa plano-convexa, pude perceber claramente que ela era toda perfurada e porosa como um favo de mel, mas os poros não eram regulares, contudo não se diferenciavam de um favo de mel nesses detalhes.¹⁷

Prestes¹⁸ esclarece a relação de Hooke com a célula, afirmando que se deve a Hooke apenas o pioneirismo da observação e a criação do termo. A palavra *célula* vem do latim *cellula*, que significa cubículo ou cela e corresponderia à comparação, feita por Hooke, entre as pequenas cavidades visualizadas por ele e as celas ocupadas por monges em mosteiros. Com o conhecimento atual, essa

¹² John R. Baker, “The Cell-Theory: A Restatement, History, and Critique. Part I,” *Quarterly Journal of Microscopical Science* 89, nº 1 (1948): 103-125.

¹³ Agustín A. Teulón, “La Teoría Celular: Paradigma de la Biología del Siglo XIX,” *Acta Hispanica ad Medicinae Scientiarumque Historiam Illustrandam* 2 (1982): 241-262.

¹⁴ Roberto de A. Martins, “Robert Hooke e a Pesquisa Microscópica dos Seres Vivos,” *Filosofia e História da Biologia* 6, nº 1 (2011): 105-142.

¹⁵ Título original: “Micrographia, or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries Thereupon”.

¹⁶ Robert Hooke, *Micrographia: or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries Thereupon* (London: J. Martyn and J. Allestry, 1665).

¹⁷ *Ibid.*, 112-113.

¹⁸ Prestes, *Teoria Celular*, 25.

analogia não faz sentido, uma vez que células não são simples cavidades, mas um conjunto de estruturas e substâncias diversas. Isto significa que o termo é impróprio para caracterizá-la, mas se manteve em uso.

Podemos constatar, no prefácio de *Micrographia*, que Robert Hooke expõe sua concepção empirista, padrão recorrente na pesquisa dos cientistas associados direta ou indiretamente à Teoria Celular:

A verdade é que, até o presente, as Ciências da natureza têm sido sobretudo fruto da atividade do cérebro e da fantasia: já é hora de voltar à simplicidade e à segurança das observações referidas a objetos e materiais diretamente acessíveis à experiência.¹⁹

Treviranus²⁰ também demonstra a aplicação do método empírico-indutivo nas suas pesquisas, quando generaliza suas observações ao microscópio, por meio do seguinte relato: “O primeiro princípio de toda a organização do ser vivo é uma agregação de pequenas bexigas que não têm nenhuma conexão com a outra. Destas surgem todos os corpos vivos, assim como todas elas são dissolvidas neles novamente”.

Durante o século XVIII, a unidade estrutural dos seres vivos era a *fibra*. De acordo com Teulón²¹, no século anterior, René Descartes (1596-1650) e Malpighi já defendiam a *fibra* como elemento último estrutural dos tecidos corporais. No entanto, essa posição da *fibra* como o elemento morfológico do corpo não era suficiente, pois de acordo com Teulón:

Era preciso intelectualizá-la vitalmente. Será Glisson²², que mescla o conhecimento de seu significado como um elemento vital. A fibra, diz ele, é o portador da vida e elemento genuíno, não apenas formal, mas também funcional do corpo vivo. A partir dela, a maior parte dos biólogos vem a pensar que a atividade vital dos órgãos e o conjunto destes, têm seu princípio e causa nas partes sólidas do organismo vivo, em definitivo, em suas fibras, que se encontrariam animadas, em si mesmas, por uma força específica. Aconteceu, portanto, a interpretação biológica da fibra para a fisicalização da vida, da qual aquela é expressão.²³

¹⁹ Hooke, *Micrographia*, 1.

²⁰ Gottfried Reinhold Treviranus (1776-1837), médico alemão, considerado um dos primeiros a usar o termo “biologia” ao publicar o livro *Biologie Oder Philosophie der Lebenden Natur*, em 1802.

²¹ Teulón, “La Teoría Celular,” 243.

²² Francis Glisson (1597-1677), formado em Cambridge, anatomista, filósofo e considerado o primeiro iatroquímico inglês, que, motivado pelos estudos do trânsito e movimento intestinal e da contração cardíaca, tematiza o tono muscular, a *passio fibrilar*, o corpo fibroso e avança a existência de uma propriedade vital – a irritabilidade.

²³ Teulón, “La Teoría Celular,” 243-244.

De certo modo, segundo Teulón²⁴, o *paradigma da fibra* no século XVIII culminou com a obra de Haller²⁵, onde se alcança um novo momento no problema dos fenômenos vitais, por meio da designação de *força vital*, tão influente no pensamento de médicos e biólogos. Prestes²⁶ relata que diversas investigações foram feitas ao longo daquele século e que a anatomia animal e vegetal foram se estabelecendo em nível dos *tecidos*. Durante todo o século XVIII, não houve consenso entre os cientistas sobre a constituição celular dos vegetais e, somente em 1805, Treviranus conseguiu isolar as células de um tecido vegetal.

Segundo Ronan²⁷, o pioneiro neste campo de investigação foi Bichat²⁸, o qual, à época de sua morte, havia identificado 21 tipos de tecidos nos órgãos - como mucosa e tecidos fibrosos - descrevendo sua distribuição. De acordo com Jacob²⁹, surge com Bichat, um dos representantes do vitalismo, “um nível suplementar de organização, um intermediário entre o órgão e a molécula”, o componente elementar dos corpos vivos: o tecido, considerado a matéria-prima destinada à execução de funções específicas, sendo formado pela articulação das moléculas, dando aos seres vivos suas qualidades próprias. Essa definição atende aos padrões da Biologia do começo do século XIX, uma vez que a continuidade do tecido corresponde de certa forma à totalidade do ser vivo.

No entanto, segundo Teulón³⁰, no final do século XVIII, alguns biólogos começaram a questionar se os tecidos enunciados por Bichat, bem como a fibra, seriam a unidade morfológica dos organismos vivos. Esses questionamentos, de acordo com Teulón, abriram caminho, nas primeiras décadas do século XIX, para o estabelecimento do *paradigma globular*, “onde se considera o glóbulo como unidade elementar da vida, portadora em si da força essencial”.

Essa nova forma de ver o que hoje concebemos como célula teve início ainda no século XVII. Prestes³¹ comenta que a observação das células animais, muito menores que as vegetais e denominadas *glóbulos*, era dificultada pela ausência da parede celular, estrutura presente nos vegetais e visível ao microscópio óptico. Dessa maneira, os glóbulos sanguíneos foram as únicas estruturas microscópicas individuais de natureza animal vistas por mais de um século, a partir da sua primeira observação por

²⁴ Ibid., 244.

²⁵ O suíço Albrecht von Haller (1708- 1777) foi um influente fisiologista do século XVII. Para ele, o organismo seria composto de elementos básicos, as fibras.

²⁶ Maria E. B. Prestes, “Mecanicismo Versus Vitalismo no Aparecimento da Teoria Celular,” in *Publicação das conferências do I Seminário Avançado de Comunicação e Semiótica: Fundamentos Biocognitivos da Comunicação* (São Paulo, 1998): 25-29.

²⁷ Colin A. Ronan, *História Ilustrada da Ciência* (Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1987), 4: 17.

²⁸ Marie François Xavier Bichat (1771-1802), anatomista e fisiologista francês, o qual, além dos estudos sobre os tecidos, desenvolveu estudos importantes sobre o corpo humano e as doenças.

²⁹ Jacob, *A Lógica da Vida*, 120.

³⁰ Teulón, “La Teoría Celular,” 243.

³¹ Prestes, “Mecanicismo Versus Vitalismo,” 26.

Leeuwenhoek, em 1673. Mais que isso, ao longo do tempo, todos os microscopistas viam glóbulos em várias partes isoladas dos animais: no cérebro, nos nervos, nos músculos, na pele.

Segundo Messias Júnior³², “os globulistas propunham que os tecidos animais continham glóbulos, mas ao que parece, eles nunca afirmaram que esses tecidos eram formados por glóbulos”. O autor esclarece que o problema dos “glóbulos” ilusórios, produzidos pela aberração cromática, levou essa corrente histórica a ser vista hoje como um erro de interpretação.

Além da controvérsia sobre qual seria a unidade do mundo orgânico - fibras, tecidos ou glóbulos - havia a controvérsia acerca da interpretação do que seria a célula. Sobre este fato, Teulón comenta que:

Durante o século XVIII, [...]os biólogos tinham duas interpretações do que seria então chamado de uma célula: ou é uma entidade real ou uma mera lacuna ou cavidade oca. Para Haller, por exemplo, as células seriam espaços cavernosos ou aureolares em uma rede tridimensional de fibras.³³

De qualquer forma, os estudos com as células vegetais e glóbulos animais abriram caminho para uma mudança de contexto na busca pela unidade básica constituinte dos organismos vivos, com o deslocamento das investigações do nível macroscópico dos tecidos para o da microestrutura.

Segundo Teulón³⁴, quase todos os biólogos eram adeptos do vitalismo entre 1800 e 1850, período em que foi proposta a Teoria Celular de Schleiden e Schwann. Teulon afirma que, a partir da observação ou da experimentação, os biólogos vitalistas acreditavam que os fatos científicos só adquiririam caráter científico por meio da referência à *força vital*, ideia defendida pelos fibrilaristas tardios e os globulistas daquelas décadas. Interessante considerar que, conforme vimos anteriormente, Schleiden e Schwann, embora influenciados inicialmente pelo vitalismo, rebelaram-se contra esse pensamento, de forma que suas explicações recusavam essa corrente filosófica a favor de uma explicação mecânica dos fenômenos vitais.

A concepção mecanicista foi reforçada, de acordo com Prestes³⁵, pela síntese artificial de substâncias orgânicas no século XIX. Mayr³⁶ esclarece que “a síntese da substância ureia em laboratório no ano de 1828, foi a primeira demonstração da conversão artificial de compostos inorgânicos em uma molécula orgânica”. Segundo Prestes³⁷, esse feito também contribuiu para um novo campo de pesquisa,

³² Nazário de S. Messias Júnior, “As Origens da Teoria Celular,” *Ciência Hoje* 45, nº 1 (jun. 2010): 62-63.

³³ Teulón, “La Teoría Celular,” 248.

³⁴ *Ibid.*, 249.

³⁵ Prestes, “Mecanicismo Versus Vitalismo,” 28.

³⁶ Mayr, *Isto é Biologia*, 35.

³⁷ Prestes, *Teoria Celular*, 53.

baseado na fisiologia e anatomia comparadas, que substituiu a noção de animal-máquina pela concepção de organismo como um todo, formado por mais do que a soma de suas partes. Todavia, há que se destacar que essa última afirmação é cercada de controvérsias, uma vez que para muitos historiadores tal concepção já encontrava-se em Aristóteles.

Este era o cenário da Teoria Celular. Observando episódios anteriores ao ocorrido em 1839, percebe-se que a ideia de uma estrutura básica comum aos seres vivos precede a Schleiden e Schwann. Vários naturalistas aventuraram-se nessa busca. Dentre eles, destacam-se Bichat, Oken³⁸ e Henri Dutrochet³⁹, que, segundo Prestes⁴⁰, podem ser considerados precursores que se dedicaram ao estudo da célula.

Conforme Prestes⁴¹, em 1805, Oken publicou um estudo no qual afirma que os organismos são gerados a partir de pequenas células ou bexigas. Porém, pelo fato de seu trabalho não incluir relatos exatos de suas observações e não possuir elaboração teórica, suas ideias não foram aceitas pela comunidade científica. Teulón⁴² afirma que Oken reivindicou para si a autoria da Teoria Celular.

Sobre as pesquisas de Oken, Ronan comenta que:

Na década de 1830, a Naturphilosophie ganhara grande impulso na Alemanha. Lorenz Oken, que estava preocupado em encontrar uma unidade da qual se pudesse originar a imensa diversidade de criaturas, tomou a célula como resposta embora seus argumentos fossem filosóficos - ele rejeitava o estudo microscópico.⁴³

Dutrochet foi outro cientista que, segundo Prestes⁴⁴, teve suas ideias rejeitadas pela comunidade científica. A partir da noção de que as células constituem a estrutura básica de formação dos órgãos animais, no ano de 1824, reafirmou a semelhança na constituição dos glóbulos animais às células vegetais treze anos depois. Porém, após a correção das distorções causadas pelas lentes cromáticas, houve uma desconfiança da comunidade científica em relação às ilusões de óptica relacionadas aos glóbulos.

Além desse fato, conforme descreve Prestes, da mesma forma que Oken, Dutrochet não apresentou detalhes na sua argumentação, tal como fez Schwann em 1839. Dutrochet também não possuía respostas para o grande debate de seus contemporâneos: Qual seria a origem da vida?

³⁸ Lorenz Oken (1779-1851), naturalista alemão pouco referenciado nas reconstruções históricas da Teoria Celular.

³⁹ René Joachim Henri Dutrochet (1776- 1847), médico, botânico e fisiologista francês, mais conhecido por sua pesquisa sobre osmose.

⁴⁰ Prestes, *Teoria Celular*, 34-37.

⁴¹ *Ibid.*, 34-35.

⁴² Teulón, "La Teoria Celular," 245.

⁴³ Ronan, *História Ilustrada da Ciência*, 4: 8.

⁴⁴ Prestes, *Teoria Celular*, 37.

Outro pesquisador que poderia ter seu nome associado à proposição da Teoria Celular foi F. J. F. Meyen (1804-1840), o qual, segundo Mayr⁴⁵, publicou uma monografia com informações precisas sobre as células vegetais.

Em relação ao núcleo da célula, que foi transformado por Schleiden e Schwann na maior evidência para a homologia entre as células animais e vegetais, podemos identificar uma situação que remonta à necessidade de uma teoria que favorecesse a interpretação dos objetos observados. Segundo Prestes⁴⁶, dado o seu “tamanho”, o núcleo celular começa a ser observado desde o início do século XVIII. Porém, na época, não havia suspeita da sua importância para a célula e ele nem foi nomeado, mesmo aparecendo nas ilustrações de Leeuwenhoek, em 1700, e de Trembley⁴⁷ em 1744. Essa massa única, mais densa, mais sombria, foi denominada *núcleo* por Robert Brown somente em 1833, ao estudar células de orquídeas. Nas palavras de Brown,

[...] em cada célula da epiderme de grande parte dessa família [Orquidaceae], especialmente daquelas com folhas membranosas, é observada uma auréola única, geralmente mais opaca que a membrana da célula [...] Essa auréola, ou núcleo da célula como talvez deva ser chamada, não é confinada na epiderme, sendo também encontrada [...] em muitos casos, no parênquima ou células internas do tecido. Posso observar aqui que estou diante de um caso de aparente exceção ao núcleo solitário em cada utrículo ou célula.⁴⁸

Mayr⁴⁹ observa que Brown se absteve de especular sobre o significado do núcleo e que esta investigação foi realizada por Schleiden em 1838, conforme veremos na síntese que segue sobre os trabalhos desse botânico e do zoólogo Schwann.

Mayr⁵⁰ relata que Schleiden propôs, em 1838, uma teoria denominada *formação livre das células*, na qual sugeriu a constituição de um núcleo por cristalização da matéria granular dos componentes celulares, que cresceria e formaria uma nova célula em torno de si. Segundo Mayr, essa teoria foi alvo de uma controvérsia importante a respeito da ocorrência - ou não - desse processo e, embora tenha se revelado inapropriada, Schleiden contribuiu para o processo de consolidação da citologia ao propor uma teoria na tentativa de explicar o problema da origem de novas células.

⁴⁵ Mayr, *Isto é Biologia*, 122.

⁴⁶ Prestes, *Teoria Celular*, 40.

⁴⁷ Abraham Trembley (1710-1784) foi um naturalista suíço, um dos primeiros a desenvolver experimentos na área da zoologia.

⁴⁸ Robert Brown, “Observations on the Organs and the Mode of Fecundation in Orchideae and Asclepiadeae,” *Trans. Linn. Soc.* 16 (1833), 710-711, citado em John R. Baker, “The Cell-Theory: A Restatement, History, and Critique. Part II,” *Quarterly Journal of Microscopical Science* 90, (1949), 101.

⁴⁹ Mayr, *Isto é Biologia*, 123.

⁵⁰ Ernst Mayr, *Desenvolvimento do Pensamento Biológico: Diversidade, Evolução e Herança* (Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1998), 731.

De acordo com Prestes⁵¹ e Messias Júnior⁵², a originalidade do trabalho de Schleiden foi investigar o processo de formação da célula, no qual o núcleo seria o único responsável. Ele propôs um processo por deposição de camadas em um tecido fino e sem forma, que chamou de blastema, semelhante ao mecanismo físico-químico que ocorre em cristais, conforme descrito anteriormente. Para Schleiden, formava-se primeiro o citoblasto (como chamou o núcleo), depois o citoplasma e, por último, a membrana e a parede celular.

Segundo Prestes⁵³, a preocupação teórica de Schleiden era explicar a função do núcleo na célula. Logo, o botânico ignorou explicações anteriores sobre a multiplicação das células vegetais por divisão, uma vez que ao núcleo não era atribuído um papel importante. A importância dada ao núcleo por Schleiden é facilmente observável no seu livro “Contribuições à Fitogênese”⁵⁴, de 1838, no qual o botânico caracteriza as células em função da localização do núcleo. Nesse livro, Schleiden afirma que as células são as unidades constitutivas das plantas. A generalização da Teoria Celular para os reinos animal e vegetal foi feita por Schwann.

Mayr⁵⁵ acredita que a ideia da formação estritamente físico-química do núcleo e das células por cristalização obteve aceitação da comunidade científica devido ao contexto extremamente fiscalista e reducionista da época. Mayr⁵⁶ enfatiza o apoio ao pensamento reducionista da época ao reforçar que “a composição celular tanto dos animais quanto das plantas demonstra que as células são os componentes elementares dos organismos”.

Schwann⁵⁷ deixou registrado em seu livro “Pesquisas microscópicas sobre a analogia da estrutura e do desenvolvimento entre as plantas e animais”⁵⁸, originalmente publicado em 1839, que suas ideias se basearam na contribuição de Schleiden sobre o processo de formação das células. Nesse livro, relata ter observado o mesmo fenômeno em tecidos embrionários, como a cartilagem e o tecido nervoso, em fibras musculares e vasos capilares. Schwann⁵⁹ afirma, ainda, que “o processo de formação das células de plantas foi claramente explicado pela pesquisa de Schleiden e parece ser o mesmo em todas as células vegetais”.

Nesse contexto, tendo como base os estudos embriológicos com a célula-ovo, Schwann reduz a concepção do organismo para a célula, localizando na própria célula a base de todas as funções vitais.

⁵¹ Prestes, *Teoria Celular*, 49.

⁵² Messias Júnior, “As Origens da Teoria Celular,” 63.

⁵³ Prestes, *Teoria Celular*, 50.

⁵⁴ Título original: “Beiträge zur Phyto-genesis”.

⁵⁵ Mayr, *Desenvolvimento do Pensamento Biológico*, 732.

⁵⁶ *Ibid.*, 124.

⁵⁷ Theodor Schwann, *Microscopical Researches into the Accordance in the Structure and Growth of Animals and Plants* (London: Printed for the Sydenham Society, 1847).

⁵⁸ Título original: “Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Thiere und Pflanzen”.

⁵⁹ Schwann, *Microscopical Researches*, 163.

Trata-se, portanto, de um reducionismo sendo, portanto, um reducionismo de propriedades e não uma redução físico-química, conforme relatado pelo próprio pesquisador:

[...] se constatamos que algumas dessas partes elementares [...] são capazes de se separar do organismo e que seguem um crescimento independente, podemos então concluir que cada parte elementar, cada célula, possui um poder próprio, uma vida independente, através da qual seria capacitada a desenvolver-se independentemente, desde que as relações com o exterior fossem semelhantes às que encontra no organismo. A célula-ovo dos animais nos fornece o exemplo de tais células independentes, crescendo à parte no organismo.⁶⁰

De acordo com Teulon⁶¹, como consequência, o problema fundamental da resistência do corpo é reduzido ao problema das forças fundamentais de cada uma das células individuais: a força plástica e a resistência metabólica. Considerando que as atividades celulares, concentradas nas membranas da célula e do núcleo, teriam duas finalidades diferentes, Schwann afirma que:

[...] Estes fenômenos podem ser classificados em dois grupos naturais: em primeiro lugar, os fenômenos relativos à combinação das moléculas para formar a célula e que podem ser chamados de fenômenos plásticos das células; em segundo lugar, os decorrentes das mudanças químicas, que ocorrem tanto nas partículas que compõem a própria célula quanto no citoplasma circundante e que devem ser chamadas de fenômenos metabólicos.⁶²

De acordo com Prestes⁶³, Schwann respondeu ao debate vitalismo x mecanicismo apontando que a diferença entre o orgânico e o inorgânico é a forma de organização das suas partes, o que demonstra a oscilação do pensamento da época entre as duas concepções sobre a explicação do fenômeno vida.

Jacob⁶⁴ explica que Schwann sugere que a “célula é a origem necessária de todo corpo organizado”. Prestes⁶⁵ complementa a ideia afirmando que, por possuírem formas diversas, “a evidência da similaridade entre as células reside em sua origem e não em sua aparência”.

Diz Schwann:

⁶⁰ Ibid., 192.

⁶¹ Teulon, “La Teoría Celular,” 253.

⁶² Schwann, *Microscopical Researches*, 193.

⁶³ Prestes, *Teoria Celular*, 54.

⁶⁴ Jacob, *A Lógica da Vida*, 124.

⁶⁵ Prestes, *Teoria Celular*, 52.

As partes elementares dos tecidos são formadas por células de modalidade semelhantes, se bem que muito diversificadas; de modo que se pode dizer que existe um princípio universal de desenvolvimento para as partes elementares dos organismos e que este princípio é a formação das células.⁶⁶

A Teoria Celular rejeita em parte, segundo Paty⁶⁷, uma das exigências fundamentais do vitalismo: a totalidade indivisível, a ideia da continuidade, segundo a qual a vida permaneceria inacessível à análise. Jacob⁶⁸ esclarece que, para Bichat, essa continuidade se dava na textura dos tecidos e, para Oken, numa fusão de células denominada *massa infusória*.

Schwann⁶⁹ discorda exatamente dessas ideias vitalistas de totalidade e continuidade e considera que “a causa da nutrição e do crescimento, reside não só na totalidade do organismo, mas também em suas partes elementares, as células”.

No entanto, de acordo com Mayr⁷⁰, ideias vitalistas ainda permeavam as afirmações de muitos pesquisadores, como aquelas que se referiam às células como *organismos elementares*, reduzindo todas as partes dos organismos à célula, o que provocou reações entre os fisicalistas.

Mayr sintetiza a importância da generalização de Schwann para a Biologia ao afirmar que:

O fato de tanto os animais como as plantas consistirem no mesmo elemento fundamental, as células, consistiu uma peça adicional de evidência da unidade da vida, e foi celebrado como uma das grandes teorias biológicas, a teoria celular. Isto ajudou a conferir substância à palavra “biologia” (cunhada por Lamarck e Treviranus), que era até então um programa bastante vago.⁷¹

Segundo Prestes⁷², os dois pilares da Teoria Celular de Schwann foram: a constatação funcional do núcleo nas células animais e a admissão de que estas células originaram-se de maneira semelhante às células vegetais, com algumas diferenças. Prestes ainda constata que a contribuição inédita de Schwann em relação ao núcleo foi considerá-lo como a estrutura responsável pelo processo de formação de novas células. Percebe-se, dessa forma, que Schleiden e Schwann tinham em comum a ideia da importância do núcleo para a célula.

⁶⁶ Schwann, *Microscopical Researches*, 165.

⁶⁷ Michel Paty, *A Matéria Roubada: A Apropriação Crítica do Objeto da Física Contemporânea* (São Paulo: EDUSP, 1995), 58.

⁶⁸ Jacob, *A Lógica da Vida*.

⁶⁹ Schwann, *Microscopical Researches*, 15.

⁷⁰ Mayr, *Desenvolvimento do Pensamento Biológico*, 732.

⁷¹ *Ibid.*, 731.

⁷² Prestes, *Teoria Celular*, 51.

Ainda assim, a concepção de célula para Schleiden e Schwann, de acordo com Mayr⁷³, era de um elemento principalmente estrutural. Somente a partir de 1840, quando se ampliaram os estudos sobre a célula e seus componentes, começaram a ocorrer mudanças no conceito de Teoria Celular e o papel fisiológico da célula foi considerado.

De acordo com Mayr⁷⁴, Remak⁷⁵ refutou completamente essa teoria no ano de 1855. Isto se deu a partir de uma investigação sobre o desenvolvimento embrionário de rãs iniciada em 1852, na qual, além de mostrar que o ovo da rã é uma célula, todas as novas células eram resultantes da divisão de células preexistentes.

Mayr acrescenta que Virchow⁷⁶, igualmente contrário à geração espontânea, seguiu as conclusões de Remak e demonstrou também que toda célula se originava por divisão de uma célula preexistente, ao investigar tecidos normais e patológicos do homem e de outros animais. No ano de 1855, Virchow estabeleceu a conhecida frase *Omnis cellula e cellula*, ou seja, todas as células provêm de células.

Numa reflexão sobre a mudança de pensamento acerca da Teoria Celular de Schleiden e Schwann e a influência direta do método empírico nessa mudança, Mayr comenta:

Não é fácil estabelecer o que realmente causou a mudança na teoria das células. Supostamente o aperfeiçoamento dos microscópios e das técnicas de microscopia estava envolvido, bem como a escolha de Remak de um material particularmente adequado, o embrião de rã. Por outro lado, a nova teoria estava em aparente oposição à epigênese e à teoria da geração espontânea, ambas ainda dominantes na época. Parece, pelo menos neste caso, que as descobertas empíricas simplesmente varreram qualquer apreensão sobre a aparente violação de ideias amplamente difundidas⁷⁷.

Mayr⁷⁸ afirma que a princípio a “nova” Teoria Celular não considerava o papel do núcleo na célula, tal como concebemos atualmente. Esclarece ainda que a ideia da divisão do núcleo precedendo a divisão da célula foi rejeitada por muitos cientistas da época. Transcorreram cerca de 30 anos até a

⁷³ Mayr, *Desenvolvimento do Pensamento Biológico*, 732.

⁷⁴ Mayr, *Desenvolvimento do Pensamento Biológico*, 733.

⁷⁵ Robert Remak (1815-1865), embriologista, fisiologista e neurologista alemão, publicou, em 1855, a obra "Investigações no Desenvolvimento dos Vertebrados" (*Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbeltiere*), na qual argumentou que as células surgiam por divisão celular, começando pela divisão dos núcleos.

⁷⁶ Rudolf Virchow (1821-1902), médico alemão autor da clássica obra "Patologia Celular".

⁷⁷ Mayr, *Isto é Biologia*, 124-125.

⁷⁸ *Ibid.*, 125.

compreensão do processo de divisão celular e a elaboração do aforismo de Flemming⁷⁹, *Omnis nucleus e nucleus*, ou seja, todos os núcleos derivam do núcleo.

Para Messias Júnior e Silva⁸⁰, a teoria de que todos os seres vivos são compostos por células só ganhou força com o apoio de Virchow. Os dois estudiosos sugerem que esse apoio só existiu em razão das ideologias políticas do médico, que via na Teoria Celular um exemplo natural da utopia socialista, ao considerar a ideia de um organismo formado por milhares de células individuais, trabalhando em harmonia.

Tais ideias, segundo Messias Júnior⁸¹, foram, portanto, decisivas, “pois o levaram a conceber o organismo como uma república de células, independentes e ao mesmo tempo solidárias, que não precisavam de um cáiser para dizer o que fazer”. Essa concepção também é compartilhada por Capra⁸² ao afirmar que “as funções biológicas, em vez de refletirem a organização do organismo como um todo, eram agora concebidas como resultados de interações entre os blocos de construção celulares”. Capra, ao contrário da maioria dos autores que discorrem sobre a Teoria Celular, considera que o objeto de estudo dos biólogos mudou de organismos para células apenas quando Virchow formulou a Teoria Celular moderna.

Dessa forma, percebe-se claramente o embate de ideologias entre os filósofos naturalistas, os quais consideravam o organismo como um todo, e as ideias de Virchow, que concebia o organismo como uma associação de células numa alusão ao socialismo.

A Teoria Celular não foi recebida com unanimidade pela comunidade científica. Paty⁸³ relata que Comte⁸⁴, por exemplo, devido às suas convicções sociais, rejeitou a Teoria Celular. O último não admitia que o organismo fosse apenas a soma de suas células, da mesma forma que não aceitava que a sociedade se resumisse a um agregado de indivíduos.

Conforme vimos, a teoria de que todos os seres vivos são compostos por unidades biológicas microscópicas foi sendo construída ao longo de muito tempo, a partir das contribuições de diversos naturalistas e sob a influência de diferentes concepções filosóficas. Nesse cenário de construção da teoria, observa-se claramente disputas entre ideologias, controvérsias, rupturas e continuidades. Observa-se, portanto, a dinamicidade e a não linearidade da ciência.

⁷⁹ Walther Flemming (1843-1905) foi um biólogo alemão que investigou o processo de divisão celular e descreveu sistematicamente o comportamento dos cromossomos no núcleo celular durante o processo de divisão no final da década de 1870.

⁸⁰ Nazário de S. Messias Júnior & Luiz C. S. da Silva. “Virchow, Socialismo e Teoria Celular,” *Ciência Hoje* 47, nº 1 (jun. 2011): 66-67.

⁸¹ Messias Júnior, “Não Foi Suficiente,” 59.

⁸² Fritjof Capra, *A Teia da Vida: Uma Nova Compreensão Científica dos Sistemas Vivos* (São Paulo: Cultrix, 1997), 36.

⁸³ Paty, *A Matéria Roubada*, 57.

⁸⁴ Auguste Comte (1798-1857), filósofo considerado o grande sistematizador da sociologia e fundador do positivismo na primeira metade do século XIX.

DESDOBRAMENTOS DA TEORIA CELULAR

Um dos estudos decorrentes do processo de construção da Teoria Celular foi a respeito da natureza da fertilização. A partir do momento que o aforismo de Virchow *Omnis cellula e cellula* foi aceito pela comunidade científica, foram possíveis novas investigações sobre o processo de fertilização, o qual já era alvo de especulações por filósofos gregos antes da Era Cristã.

Mayr afirma que, mesmo que o processo de divisão celular, especialmente do núcleo, não fosse ainda compreendido naquela época, essa nova interpretação da célula abriu caminho para perguntas do tipo: “Se todas as partes do corpo consistem em células, será isso válido também para as gônadas?” Segundo o autor, tais perguntas seriam consequências da Teoria Celular e o esclarecimento do papel das células na fertilização seria fundamental para o desenvolvimento de uma teoria sobre a hereditariedade.

Dessa forma, depois da consolidação da Teoria Celular, segundo Mayr⁸⁵, era natural que se questionasse se essa teoria aplicava-se também aos espermatozoides e óvulos. No ano de 1841, por meio de estudos sobre a espermatogênese, Kölliker⁸⁶ estabeleceu que os espermatozoides eram células. Em relação aos óvulos, essa definição só ocorreu no ano de 1952, com os estudos de Remak, conforme relatado anteriormente.

Pode-se inferir que, uma vez que óvulos e espermatozoides foram identificados como células, um dos caminhos para a compreensão da hereditariedade seria proveniente do estudo da célula e de seu núcleo.

Outra ideia que se desenvolveu em decorrência dos estudos sobre a célula, segundo Prestes⁸⁷, foi a construção do conceito de reprodução, que exigiu uma nova abordagem sobre a origem do desenvolvimento dos organismos. Prestes esclarece que, desde a Antiguidade, o termo *geração* estava relacionado ao aparecimento dos seres vivos a partir dos seus progenitores ou a partir da matéria inanimada, de forma espontânea. Com o desenvolvimento da noção de organismo, em finais do século XVIII, a ideia de geração foi substituída pela ideia de reprodução e os biólogos do século XIX passaram a investigar a reprodução em nível celular.

Segundo Jacob⁸⁸, o estudo sobre a reprodução dos seres vivos foi o campo que sofreu mais modificações pela Teoria Celular, de forma que, gradativamente, com o aperfeiçoamento do microscópio e observações rigorosas, o antigo debate sobre a pré-formação e a epigênese chega ao fim. Jacob afirma que:

⁸⁵ Mayr, *Desenvolvimento do Pensamento Biológico*, 735.

⁸⁶ Albert von Kölliker (1817-1905), anatomista, biólogo e fisiologista suíço, chegou à conclusão de que nunca se forma uma nova célula sem a prévia divisão dos núcleos.

⁸⁷ Prestes, *Teoria Celular*, 27.

⁸⁸ Jacob, *A Lógica da Vida*, 132.

Na origem de todo o organismo, há portanto uma unidade extraída da geração precedente. Esta unidade se divide pela segmentação e as células assim formadas se diferenciam para executar funções diferentes, associam-se em tecidos e em órgãos, constituem estruturas de onde emerge a arquitetura do animal ou da planta.⁸⁹

Também é relevante considerar as mudanças ocorridas no pensamento biológico no século XX, que se refletem na concepção atual sobre a unidade morfofuncional da vida. A respeito desse fato, Di Mare⁹⁰ esclarece que:

Com a formulação da Teoria Celular, a célula passa a ser considerada a unidade da vida, entretanto hoje, com o aperfeiçoamento da microscopia, da química, física e biologia esta unidade está reduzida à escala molecular. As técnicas moleculares, como a tecnologia do DNA recombinante fazem surgir uma nova etapa no conhecimento e pensamento biológico, desde a sua utilização para desvendar os mecanismos pelos quais a hereditariedade se expressa, até, logicamente, às manipulações que podem ocorrer alterando o curso evolutivo natural dos organismos. Abre-se a discussão sobre os aspectos éticos e lógicos, envolvidos através das técnicas do DNA recombinante, o que se constitui um dos maiores temas da Biologia contemporânea.⁹¹

A identificação dos vírus, seres acelulares, mas dotados de material genético, no final do século XIX, também nos permite reflexões sobre o alcance da Teoria Celular. No entanto, tais reflexões fogem do escopo desse trabalho, considerando o recorte adotado para o estudo. De qualquer forma, não se pode desconsiderar a existência desses seres e o potencial impacto que podem causar uma análise mais aprofundada sobre o que é a vida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve por objetivo analisar o que ocorreu durante os quase 200 anos transcorridos desde a primeira observação da célula, atribuída a Robert Hooke, no século XVII, até a publicação da Teoria Celular por Schwann, em 1839. Por meio dessa análise, foi possível observar a produção coletiva do conhecimento científico, as influências do contexto desse período ao longo do percurso de produção

⁸⁹ Ibid., 132-133.

⁹⁰ Rocco A. Di Mare, *A Concepção da Teoria Evolutiva Desde os Gregos: Idéias, Controvérsias e Filosofias* (Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002).

⁹¹ Ibid., 135.

deste conhecimento, algumas controvérsias e métodos de pesquisa utilizados, bem como a dinamicidade e a provisoriedade da ciência, características alinhadas ao processo de construção das teorias. Por todos esses aspectos, que constituem a construção dessa Teoria, a transposição desta para livros didáticos do ensino médio requer a utilização de uma linguagem acessível a este nível de ensino, sem que, no entanto, essa acessibilidade incorra em simplificação do processo histórico de construção desse conhecimento. Portanto, defendemos que a apresentação dos episódios associados ao processo de construção da Teoria Celular tenha um embasamento histórico rigoroso, com o objetivo de, justamente evitar que se incorra em visões simplistas sobre a ciência, fato não raro observado em muitos dos livros didáticos utilizados em nossas escolas.

Nesse sentido, consideramos que a História da Ciência tem muito a contribuir para a construção do texto do livro didático e para a formação do professor dessa área, dado o desafio de entendimento dos processos de construção da ciência e não apenas seus produtos. Sendo assim, seria muito enriquecedor para a educação em ciências/biologia que os autores de livros didáticos levassem em consideração estudos histórico-filosóficos dos conteúdos, incluíssem contribuições desses estudos no desenvolvimento destes e estivessem atentos para a fidedignidade das informações na elaboração dos textos que contemplam conteúdos da História da Ciência.

Outra sugestão seria a instituição de parcerias entre os autores desses livros e historiadores da ciência, a fim de que se garanta o equilíbrio entre os conteúdos específicos da disciplina, uma linguagem acessível e adequada aos estudantes, sem minimizar os aspectos históricos ocorridos ao longo do processo de construção da ciência.

Por outro lado, imaginando um cenário ideal, no qual já se tivesse alcançado um patamar de qualidade nas concepções sobre a natureza da ciência, presentes nos livros didáticos, ainda assim, uma aula não pode se restringir aos textos desses livros. Logo, o ideal seria que o professor tivesse clareza a respeito de suas concepções sobre a ciência e, a partir daí, promovesse discussões histórico-filosóficas alinhadas com os estudos acerca da construção do conhecimento científico, podendo encontrar no livro didático um respaldo confiável para tais discussões.

Todavia, a abordagem histórica ainda é incipiente na formação de professores de Biologia, bem como das demais disciplinas da área das ciências. Esse fato se constitui em mais uma importante razão para que os livros didáticos dessas disciplinas apresentem os conteúdos específicos tendo por base os estudos sobre História da Ciência, uma vez que, conforme foi defendido nesse trabalho, a abordagem histórico-filosófica pode contribuir para a desmistificação de visões simplistas sobre a ciência e sobre o trabalho dos cientistas.

Finalizamos reiterando que a presente exposição, ao nos permitir retomar brevemente os eventos ocorridos neste período histórico da ciência, no que se refere à Teoria Celular, reforça nossa

compreensão de que o contexto histórico de construção das teorias não deve ser desconsiderado na educação em Biologia. Ao contrário, merece um tratamento elaborado e cuidadoso, em especial nos livros didáticos, historicamente recursos tão influentes na formação científica dos alunos de todos os níveis de ensino.

SOBRE OS AUTORES:

Elda Cristina Carneiro da Silva

Mestra em Educação em Ciências e em Matemática - UFPR. Docente de Ciências/Biologia do Colégio Militar de Curitiba.

(e-mail: elda.bio@hotmail.com)

Joanez Aparecida Aires

Doutora em Educação Científica e Tecnológica - UFSC. Atua no Curso de Licenciatura em Química e no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática/UFPR

(e-mail: joanez@ufpr.br)

Artigo recebido em 01 de julho de 2015

Aceito para publicação em 20 de novembro de 2015