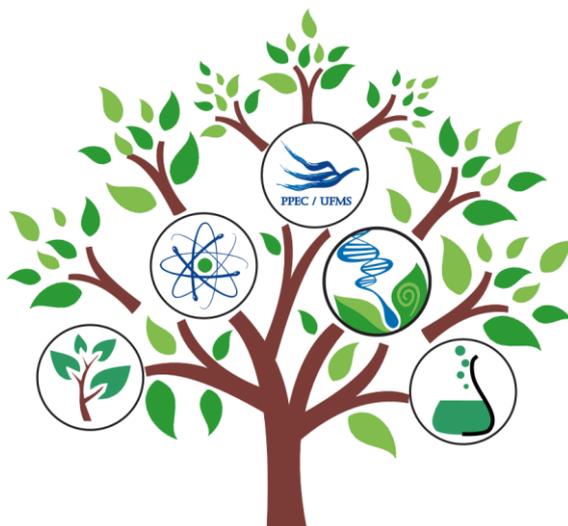


PROPOSTAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

VOLUME 000 ANO 2017

ISSN 0000-0000



SEQUÊNCIA DIDÁTICA FUNDAMENTADA NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA INICIAR A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE CITOLOGIA NO ENSINO FUNDAMENTAL

ANA CAROLINE GONÇALVES GOMES DOS SANTOS
VERA DE MATTOS MACHADO
JOÃO JOSÉ CALUZI

MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
INSTITUTO DE FÍSICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	1
O CONCEITO DE CÉLULA: IMPORTÂNCIA, DIFICULDADES E LIMITAÇÕES	2
BREVE HISTORIZAÇÃO DA FORMAÇÃO DO CONCEITO DE CÉLULA	4
A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO CONTEXTO ESCOLAR: CONTRIBUIÇÕES E PRINCIPAIS EQUÍVOCOS QUANTO AOS SEUS USOS	15
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA INTRODUÇÃO DE CONCEITOS DE CITOLOGIA NO 8º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	18
Etapa I – Levantamento das concepções dos alunos sobre célula.....	19
Etapa II – Estudo sobre o desenvolvimento da observação microscópica	20
Etapa III – Das primeiras observações da célula à formulação da Teoria Celular	22
Etapa IV – Reformulações e contribuições da Teoria Celular.....	24
Etapa V – Retomada dos conhecimentos.....	25
REFERÊNCIAS	27
APÊNDICES	30
ANEXO	32

APRESENTAÇÃO

Este produto trata-se de uma sequência didática que é fruto da dissertação de mestrado “Contribuições da História da Ciência no processo de ensino e aprendizagem de citologia”, e destina-se a professores de Ciências e Biologia que buscam alternativas para minimizar dificuldades encontradas na aprendizagem de conceitos científicos. Antes de apresentar nossa proposta, devemos estar cientes, enquanto professores, de que a aprendizagem de conhecimentos científicos não se dá de forma simples. Para isso, nossos alunos precisam mobilizar uma série de funções psicológicas, entre elas: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar.

Segundo Vigotski (2009), quando uma nova palavra é aprendida, o processo de sua construção apenas teve início. Desse modo, a elaboração de um conceito pode não coincidir com o tempo determinado pelo currículo escolar, pois a construção do significado da palavra tem início a partir de generalizações do tipo mais elementar, que serão substituídas por generalizações mais elevadas à medida que novos conceitos são incorporados à palavra nos processos de ensino e aprendizagem.

Neste produto, procuramos mediar a aprendizagem de alguns conceitos de citologia por meio da História da Ciência, a fim de que os alunos conhecessem um pouco do processo gradual e não-linear da formação desses conhecimentos. O público-alvo são alunos de 8º ano do Ensino Fundamental, entretanto, nada impede que esta proposta seja adaptada a quaisquer séries ou aos diferentes contextos em que as aprendizagens se inserem.

Antes de descrever as atividades que compõem a sequência didática, apresentamos a seguir algumas ideias que fundamentaram a elaboração desse produto.

O CONCEITO DE CÉLULA: IMPORTÂNCIA, DIFICULDADES E LIMITAÇÕES

A compreensão do conceito de célula é fundamental na disciplina de Ciências. De acordo com Palmeiro (2000, p. 237), esse conceito é chave na organização do conhecimento biológico, uma vez que “determina a estrutura e o funcionamento de todo o mundo vivo”. Por esse motivo, o ensino desse conceito deve ser propiciado de forma contextualizada, a fim de proporcionar o entendimento do fenômeno da vida e subsidiar o posicionamento crítico dos estudantes perante questões atuais veiculadas pela mídia como transgênicos, clonagem, células-tronco, relação das drogas com o comportamento humano, entre outras. (FOGAÇA, 2006).

Apesar da extrema relevância, o estudo da célula é bastante abstrato e complexo, o que dificulta o entendimento desse conceito. Muitos estudos revelam, por exemplo, que a maioria dos estudantes têm ideias pouco definidas sobre a célula, confundindo esse conceito com os de átomo e molécula; também não há clareza quanto ao tamanho das estruturas biológicas nos níveis de organização e, para muitos, a relação entre seres vivos e as células só existe nos seres humanos (PALMEIRO, 2000; SILVEIRA; AMÁBIS, 2003; PEDRANCINI et al. 2007; SANTOS; RAMOS, 2014).

A partir de uma vasta revisão bibliográfica, Palmeiro (1997, 2000) relata que muitos trabalhos relacionados à conceituação da célula detectaram o mesmo problema: o desconhecimento e a ausência do significado de “célula” acarreta a incompreensão biológica dos seres vivos, isso porque a célula não é entendida como a unidade que constitui a vida. A autora salienta, fundamentada em suas investigações, que a incompreensão do conceito de célula está causando sérios problemas à aprendizagem de conhecimentos relacionados à Biologia em diferentes campos e que a apropriação dos saberes biológicos depende da superação dessas limitações.

Convergente a isso, Bastos (1992) considera que pelo fato de a célula não possuir atributos diretamente observáveis é esperado que o ensino desse conceito apresente as dificuldades típicas do ensino de conceitos abstratos. O autor também atribui o mau entendimento de célula pelos alunos à forma como o ensino do conceito é mediado, a qual exige dos estudantes a memorização de nomes, definições e afirmações sobre função em detrimento de atividades que buscam aplicar tais conhecimentos ao cotidiano ou a situações novas.

Bastos (1992) afirma também que uma compressão adequada do conceito de célula depende do conhecimento de processos celulares fundamentais, como a fotossíntese, a respiração, o transporte ativo, a síntese de substâncias, o movimento celular e a contração muscular, sendo necessário, ainda, o estabelecimento de relações entre esses processos e destes com as características diretamente observáveis dos seres vivos, como a capacidade de reprodução, a necessidade de alimento, entre outras. Evidentemente, tal compreensão não é construída de forma imediata. Por conta disso, conhecimentos relacionados à citologia são trabalhados em várias fases da educação básica e com crescentes graus de complexidade de um nível para o outro.

Mesmo assim, muitos estudos continuam a identificar as mesmas limitações no processo de ensino e aprendizagem desse conteúdo, o que evidencia a falta de articulação entre saberes trabalhados durante tantos anos escolares, e que, muitas vezes, são tratados de forma isolada. Diante dessas dificuldades, resta-nos elaborar propostas que possam minimizar esses problemas. Neste produto, considerou-se que a articulação do conceito de célula à história de sua formação pode ser uma alternativa, pois, de acordo com Pozo e Crespo (2009, p. 21) “a ciência deve ser ensinada como um saber histórico e provisório, tentando fazer com que os alunos participem, de algum modo, no processo de elaboração do conhecimento científico, com suas dúvidas e incertezas”.

Tomando como referência a história da formação do conceito de célula, fica evidente que o processo de construção desse conhecimento foi vagaroso, complexo e continua a se estender. Somente após o surgimento do microscópio há relatos sobre o uso do termo “célula”, sendo que se passaram quase 200 anos entre a primeira observação da célula e a publicação da Teoria Celular, que a compreendia como unidade constituinte dos seres vivos. Nessa perspectiva, as dificuldades dos alunos são compreensíveis diante de um conceito que demorou tanto tempo para ser formado.

Considerando isso, é interessante propiciar aos alunos momentos em que percebam que suas dificuldades, muitas vezes, foram semelhantes às de muitos cientistas durante o processo de desenvolvimento de um conhecimento científico. Assim, pensamos que o uso da História da Ciência pode minimizar as dificuldades relacionadas à aprendizagem de conceitos científicos básicos, como o de célula.

BREVE HISTORIZAÇÃO DA FORMAÇÃO DO CONCEITO DE CÉLULA

Tido como abstrato e complexo – pelo fato de não ser diretamente observável e pela quantidade de conhecimentos relacionados –, o conceito de célula está permeado por todo o currículo de Ciências e Biologia, sendo desenvolvido durante vários anos escolares. Como mencionado, as dificuldades relacionadas à aprendizagem desse conceito podem ser consideradas compreensíveis diante de seu longo e complexo processo de formação, que continua a se estender até os dias atuais.

Pela sua complexidade, seria inviável, neste trabalho, a completa reconstrução desse processo, já que não conseguiríamos trabalhar o tema em sua plenitude com alunos de 8º ano do Ensino Fundamental. Dessa forma, a historização apresentada aqui, que foi elaborada a partir de fontes secundárias com apoio de publicações originais, foi utilizada como fundamentação para os conteúdos relacionados à História da Ciência presentes da sequência didática.

Hoje concebemos a célula como a unidade estrutural e funcional dos seres vivos que pode existir isoladamente, em organismos unicelulares, ou formar tecidos, que constituem o corpo dos seres pluricelulares (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2012). Entretanto, sabemos que essa concepção não se desenvolveu de imediato, como ressaltava Prestes (1997), pois desde a primeira observação da célula¹ – realizada por Robert Hooke² em 1663 – até a publicação da Teoria Celular – elaborada por Theodor Schwann³ e Matthias Schleiden⁴ –, em 1839, passaram-se 176 anos.

O estudo das células tornou-se possível devido à invenção do microscópio e ao progressivo aperfeiçoamento desse equipamento, principalmente entre século XVIII e início do XIX. No entanto, de acordo com Prestes (1997), basta uma análise histórica mais cuidadosa para evidenciar que o microscópio não passou por mudanças significativas antes da formulação da Teoria Celular. Nesse sentido, não é correto

¹ As células observadas por Hooke não são as mesmas da Teoria Celular, atualmente sabemos que eram apenas paredes celulares espessas de células mortas.

² Robert Hooke (1635-1703) – Foi um importante filósofo natural que deu contribuições a diversas áreas do conhecimento.

³ Theodor Schwann (1810 – 1882) – Fisiologista e anatomista alemão.

⁴ Matthias Schleiden (1804 – 1881) – Botânico alemão.

atribuir, isoladamente, o desenvolvimento da citologia à melhoria dos instrumentos óticos.

Nesse contexto, para se ter uma compreensão mais realista do processo de formação do conceito de célula, temos que nos atentar à maneira como ela era vista em diferentes contextos históricos, independentemente do quão avançados estavam os instrumentos óticos, ou seja, como a concepção de célula foi se modificando desde que foi observada pela primeira vez até a formulação de uma teoria que a colocou como estrutura fundamental para a vida.

Antes de discutir as contribuições de Hooke e outros cientistas, é imprescindível mencionar que a estruturação das bases da citologia, assim como a construção da Ciência em si, “é fruto da atividade conjunta da chamada ‘comunidade científica’⁵”, como salienta Prestes (1997, p. 11).

Nessas circunstâncias, encontramos, em meados do século XVII, época do início da Revolução Científica⁶, Robert Hooke e o seu microscópio composto. Ressalta-se que antes disso, aproximadamente em 1590, Hans Janssen (1534 – 1592) e seu filho, Zacharias Janssen (1580 – 1638), haviam construído um precursor desse microscópio, que foi aperfeiçoado por outros cientistas, como Hooke.

No livro *Micrographia*⁷, publicado em 1665 pela *Royal Society*⁸, Hooke descreve, detalhadamente, um microscópio composto (Figura 1). O aparato era compacto e pequeno, em comparação aos da época, com capacidade de aumento de 40 diâmetros; continha partes removíveis e um poderoso sistema de iluminação que empregava, de acordo Mayall (1886 apud Martins, 2011, p. 117), luz difusa para evitar os fortes reflexos ocasionados pela luz solar direta; além disso, estava montado de forma que permitia movimentos em várias direções (BRITO, 2008).

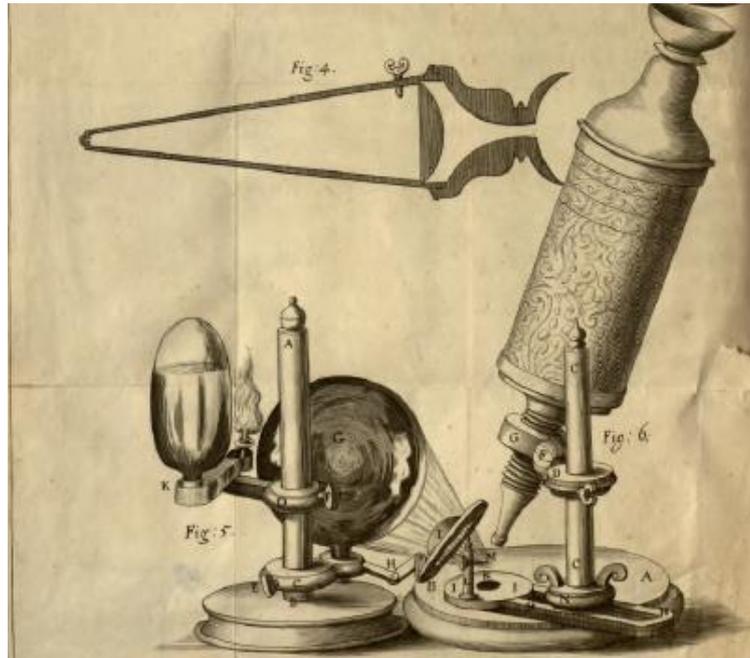
⁵ "Pesquisadores que partilham um paradigma na prática de sua especialidade científica, a partir de uma formação educacional e de uma iniciação profissional similares." (KUHN, 1962 *apud* PRESTES, 1997, p. 63).

⁶ Para o estudo da Revolução Científica, recomenda-se a leitura de HENRY, John. **A Revolução Científica e as Origens da Ciência Moderna**. Rio de Janeiro: Zahar, 1998. p. 149.

⁷ Títulocompleto da obra: *Micrographia, or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon*. Tradução: "Micrografia, ou algumas descrições fisiológicas de pequenos corpos, feitas com lentes de aumento, com observações e investigações sobre os mesmos".

⁸ A Royal Society ou "Royal Society of London for improving Natural Knowledge", como também era conhecida, foi fundada em 15 de julho de 1662 sob o patrocínio do Rei Carlos II. Ela uma das mais respeitadas instituições científicas do mundo.

Figura 1 - Microscópio composto representado por Robert Hooke no prefácio de *Micrographia*.



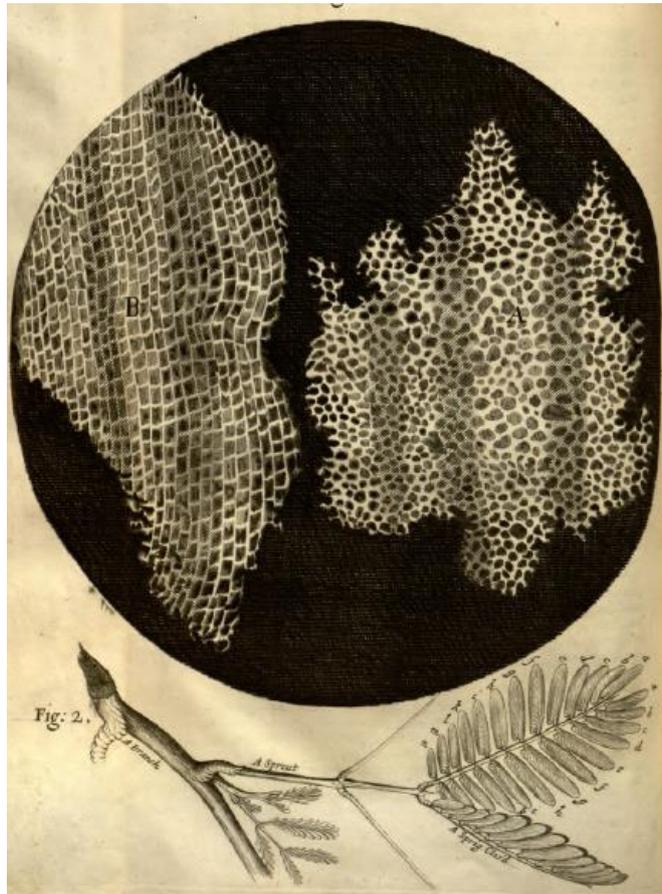
Fonte: Hooke, 1665, prancha 1.

Interessado nas possibilidades do microscópio, Hooke observou sob as lentes do instrumento todo o tipo de coisas, como fios de cabelo, carvão, areia etc. Muitas das observações descritas por ele, como uma pulga e um piolho, ficaram famosas pela riqueza de seus detalhes.

Em 14 de abril de 1663, Hooke apresentou, em uma reunião da *Royal Society*, um esquema obtido com um microscópico representando poros encontrados em um corte de cortiça. Seu intuito era o de explorar as propriedades que garantiam leveza, fluabilidade e elasticidade a esse material (PRESTES, 1997; MARTINS, 2011).

Na observação 18 do livro *Micrographia*, intitulada “*Of the Schematisme or Texture of Cork, and of the Cells and Pores of some other such frothy Bodies*”, Hooke analisa a estrutura da cortiça sob o microscópio e faz comparações a uma espuma ou a um favo de mel vazio. Ele afirmou que os espaços observados eram preenchidos por ar e que esse ar estava “perfeitamente fechado em pequenas caixas ou células distintas uma das outras” (HOOKE, 1665, p. 113).

Figura 2 - Esquema de células de cortiça desenhado por Hooke na observação XVIII de *Micrographia*.



Fonte: Hooke, 1665, p. 114.

De acordo com Turner (1890), este é, provavelmente, o primeiro uso da palavra “célula” em uma descrição histológica; no entanto, Hooke não fez uso exclusivo deste termo, optando, também, por chamar a estrutura observada na cortiça de “poros”, “caixas” ou “bolhas de ar” (TAVARES; PRESTES, 2012).

Embora seja evidente, a partir da análise de seus relatos e desenho (Figura 2), que Hooke visualizou paredes de células mortas no corte de cortiça, não é possível atribuir a ele o mérito de ser o fundador da citologia (que passou a se desenvolver no século XIX), uma vez que, como mencionado, o interesse dele residiu em estudar as propriedades da cortiça. Assim, é possível afirmar que Hooke não “interpretou a célula vista ao seu microscópio como algum tipo de unidade básica, estrutural e fisiológica, dos seres vivos” (TAVARES, PRESTES, 2012, p. 40).

Concordando com isso, Prestes destaca que:

A história recente da biologia enfatiza que a sua observação da cortiça não trouxe a contribuição que se pensava à teoria celular. Na verdade, não trouxe contribuição alguma. Para Hooke, a observação da cortiça foi tão importante quanto qualquer outra que ele fez sob o microscópio. O valor de todas elas está na representação de fatos da natureza, na acuidade da ilustração, na exatidão e riqueza dos detalhes assinalados. Suas observações contribuíram, isto sim, ao desenvolvimento da microscopia (PRESTES, 1997, p.24).

Desse modo, ainda de acordo com Prestes (1997), a concepção atual que temos de célula não é proveniente das pesquisas de Hooke, mas sim de estudos posteriores a elas. Entretanto, seria injusto afirmar que faltou a Hooke alguma aptidão para o estudo dos seres vivos, uma vez que em sua época a comunidade científica estava fortemente influenciada pelo método científico de Francis Bacon⁹, que valorizava, principalmente, princípios da Matemática e da Física. Além disso, Hooke, como “curador de experimentos”, apresentava semanalmente à *Royal Society* trabalhos de várias áreas do conhecimento, o que possivelmente dificultou aprofundamento em qualquer tema de pesquisa (MARTINS, 2011; PRESTES, 1997).

Vale destacar que outros cientistas como Nehemiah Grew¹⁰ (1641-1712), Marcelo Malpighi¹¹ (1628-1694) e Leeuwenhoek¹² (1632-1723) também observaram em tecidos, principalmente vegetais, estruturas parecidas com as que Hooke notou na cortiça. Grew, por exemplo, foi contemporâneo de Hooke e, assim como ele, era curador de experimentos da *Royal Society*. Seus muitos trabalhos estavam dedicados à estrutura das plantas, sendo que tanto Hooke quanto Grew usaram o mesmo tipo de microscópio composto (HUGHES, 1959). Em uma de suas obras, Grew chamou de “vesículas” as estruturas observadas em tecidos vegetais.

No mesmo período, Malpighi mostrou em suas pesquisas no campo da fisiologia e anatomia vegetal que as diversas partes das plantas eram constituídas de estruturas as quais denominou de “utrículos” (ROSA, 2012). Segundo Hughes (1959), a *Royal Society* recebeu em 1673 a primeira carta sobre várias observações microscópicas de Leeuwenhoek. As observações feitas por esse microscopista eram realizadas com o auxílio de microscópios simples e superavam, na época, às obtidas com microscópios compostos, que sofriam com as aberrações óticas. De acordo com Rosa (2012), Leeuwenhoek foi o pioneiro da Bacteriologia e com seus microscópios

⁹ Francis Bacon (1561-1626) – Filósofo, político e ensaísta inglês.

¹⁰ Nehemiah Grew – Botânico e microscopista inglês.

¹¹ Marcelo Malpighi – Médico e microscopista italiano.

¹² Antony van Leeuwenhoek – Naturalista e microscopista holandês.

observou protozoários, glóbulos vermelhos no sangue de peixes, bactérias, espermatozoides, dentre outros¹³.

No entanto, nem todas as estruturas observadas eram de fato células, mas sim, às vezes, outros elementos celulares. Como relata Prestes (1997, p. 30), “a partir de 1720, tomou-se conhecimento comum entre os botânicos que as plantas eram constituídas de espaços microscópicos. Contudo, não havia uma definição clara sobre o seu significado”. Ou seja, os cientistas estudavam a célula de modo independente, o que pode explicar a diversidade de nomes atribuídos aos mesmos elementos. Durante o século XVIII não houve um consenso sobre a verdadeira estrutura da célula vegetal.

Enquanto isso, os estudos sobre a constituição dos animais seguiam rumos um pouco diferentes. Embora os pesquisadores estudassem ao mesmo tempo tecidos animais e vegetais, eles não imaginavam que as unidades encontradas em ambos tecidos eram a mesma coisa. Assim, o termo “célula” era usado apenas para células vegetais e “glóbulos” para células animais (BECHTEL, 1984). Desse modo, percebe-se que durante o século XVIII os “glóbulos” vistos em tecidos animais não foram relacionados às estruturas vistas nos vegetais. De fato, essa relação se estabeleceu somente em tempos mais recentes, como aponta Turner (1890).

A dificuldade em estabelecer uma relação entre os animais e as plantas residiu no fato de as células vegetais serem mais visíveis ao microscópio por conta de suas paredes celulares, estrutura que as células animais não possuem. A presença de nervos, músculos, por exemplo, tornava difícil entender que os animais eram constituídos de unidades semelhantes às das plantas (WOLPERT, 1996). Assim, os glóbulos sanguíneos identificados por Leeuwenhoek, em 1673, foram as únicas estruturas microscópicas de origem animal vistas por mais de um século. Ao longo do tempo, os microscopistas enxergavam glóbulos em partes isoladas dos animais, como no cérebro, pele, nervos e músculos. Dessa forma, a ideia da presença de glóbulos foi satisfatória para explicar a estrutura dos animais.

É importante mencionar, de acordo com relatos de Prestes (1997), que muitas estruturas designadas como “glóbulos” pelos *globulistas* que estudavam a constituição dos tecidos animais no final do século XVIII raramente eram células, mas sim

¹³ De acordo com Hughes (1959), o modo como Leeuwenhoek conseguiu ver protozoários, bactérias, espermatozoides e “corpúsculos” sanguíneos em seus microscópios ainda não é totalmente compreendido. Ele manteve os detalhes de seus métodos com júbilo para si mesmo.

aberrações cromáticas¹⁴, que só foram corrigidas em meados de 1820 com a construção de lentes objetivas acromáticas. Desse modo, podemos dizer que os *globulistas* não elaboraram uma teoria coerente quanto à constituição dos animais, para que isso acontecesse foi necessário o aperfeiçoamento do microscópio.

Percebemos até aqui que o início do estudo sobre as células foi marcado por uma importante distinção entre células vegetais e glóbulos animais. De acordo com Bechtel (1984), Theodor Schwann leva o crédito pela ideia de que plantas e animais são formados por estruturas análogas, comuns aos seres vivos, mesmo que outros cientistas, como Oken¹⁵ (1779 – 1851) e Dutrochet¹⁶ (1776 – 1847), tenham apresentado uma ideia parecida antes dele.

Diferente destes, Schwann trouxe uma argumentação detalhada que subsidiou suas ideias, reunindo conhecimentos de botânica, zoologia e fisiologia, amarrando-os em um todo organizado o qual podemos chamar de teoria (BECHTEL, 1984). Além disso, os precursores de Schwann não dispunham de argumentos que respondiam ao grande debate da época, que estava relacionado à origem da vida (PRESTES, 1997). Outro elemento chave das concepções de Schwann foi a notoriedade dada ao núcleo, que se tornou a maior evidência da homologia entre células animais e vegetais. É importante mencionar que o conhecimento do núcleo pode ser rastreado até Leeuwenhoek e Trembley¹⁷, que o observaram em 1700 e 1744, respectivamente, e também até Robert Brown¹⁸ que cunhou o termo “núcleo”, em 1831, e constatou sua presença como característica regular das células (BECHTEL, 1984).

Schwann deu ao núcleo o papel central em sua teoria, afirmando que essa estrutura era a responsável pelo processo de formação celular. Para isso, baseou-se nas ideias de Matthias Schleiden, que afirmava que as células “se originavam a partir do crescimento do núcleo” que foi renomeado como “citoblasto”. (MAYR, 2008, p. 123).

Schwann afirmou ter observado o mesmo processo em tecidos embrionários, fibras musculares e vasos capilares. Ele sempre deixou explícito que sua ideia sobre a origem das células se baseava na de Schleiden, entretanto seu trabalho foi muito

¹⁴ Tipo de defeito óptico resultante do fato da luz branca ser composta de diferentes comprimentos de onda.

¹⁵ Lorenz Oken – Filósofo e naturalista alemão.

¹⁶ René Henri Dutrochet – Fisiologista de plantas francês.

¹⁷ Abraham Trembley (1700 ou 1710 – 1784) – Naturalista suíço.

¹⁸ Ressalta-se que Brown limitou-se à descrição da estrutura no núcleo. Em sua obra ele absteve-se de atribuir funções a essa estrutura e/ou especular significados.

além da proposta de Schleiden, que se limitava ao reino vegetal, pois Schwann, a partir dos estudos de Schleiden, desenvolveu uma teoria celular geral que postulou a célula como unidade comum aos seres vivos, sede do crescimento e metabolismo. Podemos dizer que Schwann inaugurou a citologia.

Entretanto, observamos que as células são formadas de maneira diferente do que foi proposto por Schleiden e Schwann, pois elas não são geradas a partir do crescimento do núcleo, mas sim por divisão celular. Prestes (1997) relata que nos desenhos de Schleiden pode-se notar algumas células em estágios de divisão e que haviam trabalhos, como os de Von Mohl¹⁹ (1805 – 1872), com explicações sobre o processo de divisão celular. Mayr (2008) também salienta que F. J. F. Meyen²⁰ (1804 – 1840) havia publicado uma monografia notavelmente correta sobre células vegetais, antes mesmo de Schleiden e Schwann, na qual explicava a multiplicação de células por divisão.

Mesmo conhecendo essas propostas, Schwann e Schleiden descartaram essas hipóteses e formularam suas próprias ideias, sendo que Schleiden centrava-se no entendimento do papel do núcleo e Schwann em uma explicação físico-química para o processo de formação das células. Assim, por algum tempo, as ideias de Schwann quanto ao processo de formação celular não foram refutadas. A maioria dos cientistas sustentavam a ideia de que as células eram formadas a partir do crescimento do núcleo, como proposto por Schwann, ou por divisão celular. Até mesmo Von Mohl, reconhecido por seus trabalhos sobre divisão celular, aceitava as duas hipóteses. Poucos investigadores rejeitavam totalmente a ideia da origem das células de Schwann e Schleiden. Meyen, por exemplo, discordava da ideia e publicou uma réplica para Schleiden, na qual “reiterava sua observação da formação de novas células pela divisão de células preexistentes” (MAYR, 2008, p. 123). Robert Remak²¹ (1815 – 1865) também desaprovou desde o início a ideia de Schwann e Schleiden e afirmou, a partir de estudos com embriões de rã em desenvolvimento, que as células se multiplicam por uma divisão contínua que se inicia no núcleo.

Em 1855, o patologista Rudolf Virchow²² (1821 – 1902), influenciado por Remak, afirmou que uma célula se originava de uma outra célula já existente. Ele

¹⁹ Hugo Von Mohl – Botânico alemão.

²⁰ Médico, botânico e zoólogo alemão.

²¹ Robert Remak – Embriologista, fisiologista e neurologista alemão.

²² Rudolf Virchow – Patologista alemão.

sintetizou essa ideia na frase “*Omnis cellula e cellula*” que significa “toda célula deriva de outra célula”. Com o tempo a ideia de Virchow foi aceita, mesmo que detalhes do processo da divisão celular, especialmente do núcleo, não fossem compreendidos naquele período. As explicações puramente físico-químicas já não eram suficientes e, a partir daí, o processo de divisão celular se tornou a explicação mais aceitável para a origem das células e a sede do metabolismo celular passou a ser o protoplasma (WOLPERT, 1996)

De acordo com Mayr (1998, p. 720), o protoplasma era considerado “como o material de construção último de todo o ser vivo” e foi utilizado pela primeira vez no ano em que aparece a Teoria Celular, 1839, por J. E. Purkinje²³ (1787 – 1869), para designar o conteúdo da célula afora o núcleo. Entretanto, conforme Prestes (1997), essa ideia só foi reconhecida após estudos de Karl von Nägeli²⁴ (1817 – 1891) e Hugo von Mohl (1805 – 1872), em 1844, que evidenciaram o protoplasma como uma substância heterogênea e importante para o funcionamento da célula.

Em 1850, Cohn²⁵ e outros pesquisadores identificaram o protoplasma como a substância que preenche células animais e vegetais. Pouco tempo depois, foram reconhecidos no protoplasma a capacidade de contratilidade e auto-movimento, definidas como essenciais à vida. Ressalta-se que o progressivo estudo das funções celulares levou ao estudo mais aprofundado do protoplasma que, depois dos estudos de Nägeli e Mohl, não foi mais reconhecido como substância homogênea. Influenciado por essa nova tendência, Max Schultze²⁶ (1825 – 1874) afirmou que as células eram uma espécie de “massa de protoplasma dentro da qual reside um núcleo” e que as membranas não eram essenciais para a manutenção dessa estrutura. Essa visão persistiu até 1895, quando Overton²⁷ evidenciou a existência da membrana celular (BECHTEL, 1984; WOLPERT, 1996; PRESTES, 1997).

Segundo Mayr (1998), o protoplasma foi considerado como agente de todos os processos fisiológicos da célula por mais de cem anos. O enfoque dado ao protoplasma permitiu que o citoplasma fosse explorado, assim, mais adiante, quando a bioquímica começou a diferenciar o conteúdo celular, “ficou evidente que não existia uma substância unitária que merecesse o nome de protoplasma”, assim, o termo

²³Johannes Evangelista Purkinje – Fisiologista e histologista tcheco.

²⁴Karl von Nägeli – Botânico alemão.

²⁵Ferdinand Julius Cohn (1828 – 1898) – Botânico e microbiologista alemão.

²⁶Max Schultze – Naturalista alemão.

²⁷Charles Ernest Overton (1865-1933) – Fisiologista e biólogo inglês.

“protoplasma” praticamente desapareceu na literatura atual sendo que “o conjunto das estruturas celulares e dos líquidos celulares (menos o núcleo) foi designado pelo nome de *citoplasma*”. Entretanto, ressalta-se que foi necessário o surgimento do microscópio eletrônico (1940) para verificar que o citoplasma é composto por um conjunto de estruturas complexas, cada uma delas dotadas de funções “que os primeiros pesquisadores que se debruçaram sobre o protoplasma nunca teriam podido imaginar” (MAYR, 1998, p. 729).

Como mencionado, na nova Teoria Celular, acrescida com as ideias de Virchow e outros, o núcleo não possuiu importância significativa até os anos de 1870. O estudo do processo de fertilização é que deu pistas sobre a função dessa estrutura. Conforme Mayr (2008, p. 125), “começou com a prova dada por Rudolf Albert von Köelliker²⁸ (para o óvulo) e por Carl Gegenbaur²⁹ (para o espermatozoide) que esses dois elementos reprodutivos eram células”. Segundo o mesmo autor, em meados da década de 1870 já era consenso entre os principais investigadores da área que a fusão dos núcleos do óvulo e espermatozoide tinha importância genética.

Entretanto, a importância e a maneira como as características genéticas eram transmitidas dos pais para os filhos ainda não estava clara; para isso, foi necessário o entendimento da meiose e a identificação dos cromossomos no núcleo. Foi entre 1878 e 1882 que Walther Flemming³⁰ (1843 – 1905) identificou a presença de cromossomos (termo introduzido por Wilhelm Waldeyer em 1888) durante o estudo do processo de mitose. Pelo fato de muitas células serem transparentes, Flemming começou a utilizar corantes em suas investigações e percebeu que certas estruturas os absorviam fortemente; a elas deu o nome de “cromatina”. Foi Flemming que também introduziu o termo “mitose”, em 1882, e deu uma excelente descrição de seus vários processos (MAZZARELLO, 1999; ROSA, 2012).

Em 1885, Carl Rabl³¹ estabeleceu que o número de cromossomos é constante em todas as células. A partir desses estudos, Theodor Boveri³² e Edouard van Beneden³³ também chegaram à conclusão de que o número de cromossomos era constante nas várias células de um organismo, e que esse número era característico

²⁸ Köelliker (1817 – 1905) – anatomista suíço.

²⁹ Gegenbaur (1826 – 1903) – médico, anatomista e embriologista alemão.

³⁰ Anatomista alemão.

³¹ Rabl (1853 – 1917) – anatomista austríaco.

³² Boveri (1862 – 1915) – biólogo alemão.

³³ Beneden (1846 – 1910) – biólogo, citologista e embriologista belga.

para cada espécie. As ideias de Rabl também foram base para a hipótese de August Friedrich Leopold Weismann³⁴, em 1889, sobre a constância do material genético de geração para geração (ROSA, 2012; WOLPERT, 1996).

O aperfeiçoamento das técnicas de microscopia – com o advento da microscopia eletrônica, utilização de óleo de imersão, novos métodos de fixação e coloração – aliado a bioquímica levaram a descrição de várias organelas celulares, tais como a mitocôndria, observada por muitos pesquisadores e nomeada por Carl Benda (1857-1933) em 1898, e o “aparelho de Golgi”, descrito por Camillo Golgi (1844-1926) também em 1898 (MAZZARELLO, 1999).

A compreensão da célula se acelerou após 1900. Inicialmente, as principais contribuições foram propiciadas pela genética e fisiologia celular, depois pela investigação da estrutura fina da célula com o auxílio dos microscópios eletrônicos, e, mais adiante, a biologia molecular se ocupou de explorar todos os componentes do citoplasma (MAYR, 2008; PRESTES, 1997).

O conceito de célula é um excelente exemplo da complexidade da formação de um conhecimento científico. A formação desse conceito se deu por um processo histórico e não-linear que contou com a contribuição de inúmeros cientistas em diferentes contextos históricos. As células passaram de espaços ociosos preenchidos por ar para unidades essenciais à vida. Nessa história, nota-se, entre outras coisas, o importante papel de ideias que mais tarde foram rejeitadas como falsas e que oportunizaram o avanço do conhecimento da célula. Isso evidencia que a ciência é um saber provisório e que, muitas vezes, apresenta limitações. Nessa perspectiva, Martins afirma que:

A ciência não brota pronta, na cabeça de “grandes gênios”. Muitas vezes, as teorias que aceitamos hoje foram propostas de forma confusa, com muitas falhas, sem possuir uma base observacional e experimental. Apenas gradualmente as idéias vão sendo aperfeiçoadas, através de debates e críticas, que muitas vezes transformam totalmente os conceitos iniciais. (MARTINS, 2006, p. XXII).

Diante disso, considera-se que o uso da História da Ciência pode complementar o estudo dos conhecimentos científicos desenvolvidos no Ensino de Ciências, tornando-os mais contextualizados, mais humanos e mais próximos da

³⁴ Weismann (1834 – 1914) – biólogo alemão.

realidade de nossos alunos, que muitas vezes imaginam a ciência como uma atividade sempre pautada em verdades absolutas.

A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO CONTEXTO ESCOLAR: CONTRIBUIÇÕES E PRINCIPAIS EQUÍVOCOS QUANTO AOS SEUS USOS

Antes, salientamos que o uso da História da Ciência pode contribuir para a minimização de dificuldades relacionadas à aprendizagem de conceitos científicos, como o de célula. Para afirmar isso, fundamentamo-nos nas ideias de muitos autores, entre eles Matthews (1995), Forato (2009) e Martins (2006).

Matthews, por exemplo, afirma que a História da Ciência não tem soluções para todos os problemas presentes no ensino, no entanto, possui algumas delas, tais como:

- Humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade;
- Tornar as aulas de Ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico;
- Contribuir para um entendimento mais integral da matéria científica;
- Melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica. (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Forato (2009) também salienta que o uso da História da Ciência vem sendo recomendado como um recurso útil para a aprendizagem de aspectos epistemológicos da construção da ciência. Nesse sentido, de acordo com a autora, a inserção de conteúdos sobre a ciência a partir de uma abordagem histórica pode auxiliar no desenvolvimento do pensamento crítico e criativo dos alunos, conferindo significado a noções epistemológicas abstratas e esclarecendo os diferentes processos que levaram à construção de conceitos, isso desde que os episódios históricos sejam cuidadosamente reconstruídos pelo professor. Além disso, a História da Ciência pode facilitar o entendimento dos processos sócio-históricos da construção do conhecimento, da dimensão humana da ciência e de aspectos da natureza da ciência.

Convergente a isso, Martins (2006, p. XXI) ressalta que a História da Ciência oferece uma visão diferente do trabalho científico, pois em vez de discutir apenas as conclusões que a ciência chegou, apresenta como teorias e conceitos se desenvolveram; a maneira como os cientistas trabalham e/ou trabalhavam; as ideias

que não são aceitas hoje, mas que contribuíram com os conhecimentos atuais; as relações entre ciência, religião e filosofia e entre “o desenvolvimento do pensamento científico e outros desenvolvimentos históricos que ocorreram na mesma época”.

Apesar das contribuições listadas aqui, o uso da História da Ciência no contexto escolar pode não ser tão simples, afinal é necessário ao professor um conhecimento historiográfico especializado a fim de evitar a perpetuação de visões equivocadas da História da Ciência. No entanto, Allchin (2004 apud FORATO 2011, p. 39) admite a impossibilidade de todos os professores dominarem as concepções historiográficas características do trabalho de um especialista. Nesse sentido, ele defende que os professores devem conhecer, pelo menos, algumas das deformações mais comuns relacionadas aos usos da História da Ciência.

Concordando com Allchin, julgamos necessário apresentar aqui alguns desses equívocos, ainda mais considerando o crescente aumento pelo interesse em utilizar a História da Ciência em sala de aula em nosso país (TAVARES; PRESTES, 2012).

Quanto às deformações a respeito da natureza da ciência, Martins discute alguns problemas recorrentes do uso descuidado da História da Ciência no cotidiano escolar e que levam o professor a empregá-la de forma incorreta, tais como “*redução da história da ciência a nomes, datas e anedotas*”; “*concepções errôneas sobre o método científico*”; “*uso de argumentos de autoridade*” (MARTINS, 2006, p. xxix-xxx).

Relativo ao problema da “*redução da história da ciência a nomes, datas e anedotas*”, Carneiro e Gastal (2005, p. 35) alegam ser costumeira em livros didáticos a presença de episódios históricos centrados em apenas um cientista e que isso, quando não relacionado a contextos mais amplos de análise histórica, “pode reforçar ou induzir os alunos à construção de uma imagem na qual a produção do conhecimento científico se limita a eventos fortuitos, dependentes da genialidade de cientistas isolados”. Martins (2006) também critica essa visão, pois afirma que as mudanças históricas são lentas e difusas, oriundas de trabalho coletivo e que é difícil isolar uma “descoberta” fora de seu contexto, uma vez que há estreita relação com acontecimentos de vários tipos.

Em relação às “*concepções errôneas sobre o método científico*”, Silveira e Ostermann (2002, p. 9) relatam que muitos professores têm uma “visão ingênua do que é a ciência e o trabalho científico, alinhando-se à concepção empirista-indutivista”. Por esse motivo é propiciado aos alunos, muitas vezes, uma visão equivocada e simplista da ciência, na qual as teorias científicas são formuladas somente por meio

da observação e experimentação. Silveira e Ostermann alertam, ainda, que esse problema só poderá ser superado “a partir de um bom domínio da matéria a ser ensinada por parte do professor, o que envolve o conhecimento de HFC e suas implicações para o ensino de ciências”.

Quanto ao “*uso de argumentos de autoridade*” para impor a aceitação de conhecimentos científicos, Martins (2006, p. xxx) declara que “invocar uma pretensa certeza científica baseada em um nome famoso é um modo de impor crenças e de deixar de lado os aspectos fundamentais da própria natureza da ciência”. Muitos materiais didáticos trazem, por exemplo, teorias científicas como verdades incontestáveis, uma vez que foram propostas por esse ou aquele cientista, e isso, de acordo com a historiografia atual, configura-se como erro.

No mesmo raciocínio, Gil-Perez e colaboradores (2001) também identificaram várias deformações relativas à História da Ciência e que são veiculadas no ensino. Dentre elas se encontram: *concepções empírico-indutivista e ateórica* (destacam o papel “neutro” da observação e da experimentação); *aprobemática, a-histórica e dogmáticas* (transmitem os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas); *elitistas* (os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes); *exclusivamente analíticas* (transmitem uma visão compartimentada da ciência que desconsidera as relações entre diferentes campos do conhecimento); *acumulativas e lineares dos processos de construção do conhecimento científico* (o desenvolvimento científico aparece como fruto de um crescimento linear, puramente acumulativo); e a *transmissão de uma imagem descontextualizada e neutra da ciência* (esquecem-se as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS) e proporciona-se uma imagem deformada dos cientistas). Os autores ressaltam que essas concepções aparecem associadas entre si e caracterizam a imagem ingênua da ciência que é aceita socialmente. Eles também discutem os modos como o ensino vem propagando tais concepções.

A História da Ciência, quando bem utilizada, pode contribuir para minimizar as dificuldades relacionadas à aprendizagem de conceitos científicos, tornando-os menos abstratos e mais interessantes. Apesar disso, utilizar a História da Ciência em sala de aula não é simples, como pôde ser visto. Uma abordagem descuidada pode levar à perpetuação de visões equivocadas sobre a ciência. Muitas vezes, é difícil a

um professor dominar as concepções historiográficas características do trabalho de um especialista. Diante disso, consideramos que o planejamento de atividades que envolvam a História da Ciência pode iniciar pelo estudo das deformações mais comuns relativas aos usos da História da Ciência, como sugere Allchin (2004 apud FORATO, 2011). Além disso, devemos valorizar a experiência dos alunos, que, muitas vezes, assemelham-se a alguma das etapas pelas quais passou a construção dos conceitos estudados (MARTINS, 1998).

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA INTRODUÇÃO DE CONCEITOS DE CITOLOGIA NO 8º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

O conceito de célula subordina a si muitos outros conhecimentos, de modo que o seu grau de generalização evolui à medida que tais conhecimentos são apropriados. Para Vigotski, a generalização de um conceito implica localizá-lo em um determinado sistema. Esse sistema é marcado pela “existência de uma série de conceitos subordinados e pressupõe também uma hierarquia de conceitos com diversos níveis de generalidade” (VIGOTSKI, 2008, p. 93). Dessa maneira, um conceito, como o de célula, sempre é mediado por uma série de outros conceitos mais ou menos generalizantes.

Considerando isso, seria pretensioso afirmar que a sequência didática proposta aqui propiciaria aos alunos a plena compreensão do conceito de célula, já que para isso uma série de conceitos precisariam ser desenvolvidos, o que seria inviável em um bimestre ou até mesmo em um ano letivo inteiro. Por esse motivo, este produto tem o objetivo de *introduzir* o conteúdo de citologia a alunos de 8º ano do Ensino Fundamental a partir do estudo de alguns momentos da História da Ciência que contribuíram para a formação do conceito de célula. Ele também almeja ampliar a generalização que os alunos já têm sobre esse conceito.

A sequência didática contém cinco etapas que podem ser desenvolvidas em 13 horas. A primeira etapa se dedica à investigação das concepções já elaboradas pelos alunos e as demais, à sistematização dos conhecimentos, conforme descrito a seguir.

Etapa I – Levantamento das concepções dos alunos sobre célula

Objetivo: Investigar as concepções dos alunos sobre células.

Duração: 1 hora/aula.

Metodologia: esta etapa é composta por duas atividades.

Atividade 1 – Desenhar uma célula: nesta atividade, que dura aproximadamente 25 minutos, o professor entrega a cada aluno uma folha sulfite e solicita que desenhem uma célula.

Atividade 2 – Responder um questionário: após entregarem o desenho realizado na atividade 1, os alunos respondem a um questionário (Apêndice A) com três perguntas que indagam sobre a importância das células, a descoberta³⁵ das mesmas e onde podemos encontrá-las. Essa atividade tem duração de 35 minutos, aproximadamente.

Avaliação: pode ser realizada por meio da análise dos desenhos e respostas dadas às questões. Com base nelas, as demais etapas foram/serão elaboradas.

Recursos: folhas sulfites em branco e questionário impresso.

É interessante investigar as concepções já elaboradas pelos alunos, pois, de acordo com Vigotski (2009), a aprendizagem deve estar coerente com o nível de desenvolvimento do indivíduo. Dessa forma, depois da análise das concepções apresentadas pelos alunos, o professor poderá desenvolver nas etapas seguintes conhecimentos que estão além daqueles que já fazem parte do nível de desenvolvimento atual dos educandos, ou seja, ele poderá trabalhar nas possíveis zonas de desenvolvimento proximal dos estudantes³⁶.

Refere-se aqui a “possíveis zonas de desenvolvimento proximal” porque seria bastante difícil identificar a zona de desenvolvimento proximal de cada aluno a partir do levantamento das concepções iniciais e cotidianas, pois, como afirma Vigotski (2009), haverá muito mais diferenças, condicionadas pela divergência entre as zonas

³⁵ Deve-se ter cautela ao utilizar a palavra “descoberta” quando trabalhamos com a História da Ciência, pois a construção de um conhecimento científico conta com a participação de muitos pesquisadores. Dessa forma, torna-se difícil atribuir a uma única pessoa o mérito de uma descoberta científica. (BATISTETI; ARAÚJO; CALUZI, 2009).

³⁶ A distância entre o que a criança é capaz de fazer sozinha (nível de desenvolvimento atual) e aquilo que ela faz em colaboração com parceiros mais capazes (nível de desenvolvimento potencial) é chamada de zona de desenvolvimento proximal (VIGOTSKI, 2008).

de desenvolvimento proximal, que semelhanças geradas pelo mesmo nível de desenvolvimento atual. Desse modo, sujeitos com mesmo nível de desenvolvimento atual podem ter uma dinâmica de desenvolvimento futuro completamente diferente (VIGOTSKI, 2007).

A necessidade de trabalhar conhecimentos que estão além daqueles já apropriados pelos alunos se justifica porque “só é boa aquela aprendizagem que passa à frente do desenvolvimento e o conduz” (VIGOTSKI, 2009, p. 332). Nesse contexto, possibilitamos que os alunos aprendam aquilo que ainda não sabem, mas que lhes será acessível em colaboração com o professor e sob sua orientação.

Etapa II – Estudo sobre o desenvolvimento da observação microscópica

Objetivo: Propiciar a compreensão de que o microscópio foi o instrumento que possibilitou o estudo de objetos/seres microscópicos/pequenos.

Duração: 4 horas/aula.

Conhecimentos trabalhados: História e evolução do microscópio.

Metodologia: esta etapa se divide em duas atividades.

Atividade 1 – Aula dialogada sobre a história do microscópio: nesta atividade, com duração de 2 horas, discute-se com os alunos alguns momentos que marcaram a história da evolução do microscópio e sua relação com o estudo dos seres vivos. Durante a aula, o professor pode abordar, entre outras coisas: o uso de dispositivos óticos na antiguidade; a utilização de lentes no século XVI; os primeiros microscópios compostos; a importância de Robert Hooke, Leeuwenhoek e outros cientistas à microscopia dos seres vivos; alguns problemas e aperfeiçoamentos técnicos que contribuíram para aumentar a qualidade dos microscópios. Organizamos esses conhecimentos em uma apresentação em Power Point.

Atividade 2 – Aula prática sobre o funcionamento do microscópio: nesta atividade, que também dura 2 horas, os alunos conhecerão o funcionamento de microscópios simples e compostos. Primeiro, será entregue a cada aluno um esquema (Anexo 1) que demonstra as partes de um microscópio composto; depois, explica-se a função de cada uma dessas partes, tomando como referência os microscópios disponíveis na escola (se houver). Posteriormente, o professor solicita aos alunos que se

organizem em grupos e escolham materiais que gostariam de visualizar sob as lentes dos microscópios. Cada grupo se revezará para fazer as observações dos materiais coletados. Ao final, será proposto à turma que compare o microscópio da escola (ou do esquema) aos primeiros microscópios e que estabeleça relações entre o seu comportamento e o de cientistas, como Hooke, quanto à curiosidade pelo mundo microscópico. É importante que durante as discussões sejam retomados os conhecimentos da aula anterior.

Para elaboração das duas atividades desta etapa utilizamos o texto do Martins (2011)³⁷ e o site “Invivo” da Fiocruz³⁸.

Avaliação: os alunos podem ser avaliados pelos diálogos estabelecidos nas duas atividades, sendo que no comportamento, nas falas e na escrita dos estudantes poderão ser buscados indícios da elaboração dos conhecimentos trabalhados.

Recursos: Datashow, apresentação em Power Point, lupas, esquema de microscópio ótico impresso, lâminas, lamínulas, pipetas, água, placas de Petri, microscópio ótico.

Decidimos iniciar as discussões sobre a formação do conceito de célula por meio do estudo de concepções sobre microscopia porque, de acordo com Mayr (1998, 2008), o desenvolvimento da citologia se tornou possível devido a aprimoramentos nos microscópios e nas técnicas de microscopia, como o aperfeiçoamento das lentes, descoberta da imersão em óleo, melhorias na iluminação de objetos, bem como em métodos de fixação de tecidos e materiais vivos, e a ampla utilização de corantes. 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” (MAYR, 2008, p. 122).

Apesar dessa concepção, também deve ser explicitado durante as atividades dessa e das outras etapas que não devemos atribuir, isoladamente, o desenvolvimento do conceito de célula à melhoria dos instrumentos óticos, pois, como afirma Prestes (1997), a maneira como esse conceito foi concebido em diferentes

³⁷ MARTINS, R. A. Robert Hooke e a pesquisa microscópica dos seres vivos. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 105-142, 2011.

³⁸ História do Microscópio. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/celula/historia_01.htm>.

contextos históricos também foi se modificando, independentemente da melhoria dos microscópios.

Etapa III – Das primeiras observações da célula à formulação da Teoria Celular

Objetivo: Propiciar a compreensão de que a formulação da Teoria Celular se deu por um longo processo que dependeu da contribuição (erros e acertos) de muitos cientistas.

Duração: 4 horas/aula.

Conhecimentos trabalhados: Visualização da célula por Robert Hooke, bases da Teoria Celular proposta por Schwann e Schleiden, célula procarionte e eucarionte (animal e vegetal).

Metodologia: esta etapa é contemplada por duas atividades.

Atividade 1 – Aula dialogada sobre as primeiras observações da célula e as bases da Teoria Celular: inicia-se essa atividade, que durará 2 horas, sistematizando e reelaborando as concepções iniciais dos estudantes sobre célula investigadas na etapa I. Depois, o professor pode apresentar uma imagem de um modelo cientificamente aceito de célula a fim de fomentar discussões sobre como esse modelo foi formado/construído. A partir daí, discute-se sobre a visualização da célula por Robert Hooke e sua real contribuição ao estudo das células. Continua-se essa discussão apresentando alguns estudos e concepções sobre as células (animal e vegetal) ao longo do tempo e a importância dessas ideias para a elaboração da Teoria Celular de Schwann e Schleiden; essas informações se encontram na historização desse produto. O professor pode organizar esses conhecimentos em uma apresentação em Power Point.

Atividade 2 – Comparação entre as células observadas ao microscópio e os esquemas didáticos de célula: nesta atividade, que também durará 2 horas, o professor pode levar os alunos ao laboratório de Ciências da escola (se houver). Essa atividade tem como principais objetivos: iniciar ou retomar a sistematização dos conceitos de célula procarionte e eucarionte (animal e vegetal) e promover reflexão sobre o processo de construção dos modelos celulares a partir dos

conhecimentos propiciados na atividade anterior. Para isso, o professor precisa explicar, primeiramente, as diferenças entre os dois tipos celulares; depois, os alunos preparam e observam lâminas com epitélio da mucosa bucal e epiderme da cebola sob orientação do professor. Ao final da aula, serão propostas algumas questões (Apêndice B) que fomentam comparações entre os dois tipos de células visualizadas ao microscópio e destes com os esquemas didáticos do livro. Elas podem ser respondidas por meio de uma conversa ou debate mediado pelo professor. É importante que os alunos sejam estimulados a fundamentar suas ideias a partir dos conhecimentos das atividades anteriores.

As principais fontes para a elaboração das atividades desta aula foram os textos de Prestes (1997), Brito (2008), Martins (2011) e Tavares e Prestes (2012)³⁹.

Avaliação: pelos diálogos estabelecidos nas duas atividades podem ser buscados indícios da elaboração dos conhecimentos trabalhados.

Recursos: Datashow, apresentação em Power Point, lâminas, lamínulas, microscópio ótico, cebola, tecido da mucosa bucal, hastes flexíveis, corantes (azul de metileno), pinças, pipetas, placas de Petri, livro didático.

Geralmente, os alunos apresentam algumas concepções equivocadas sobre a natureza do trabalho científico. E nessa etapa, além de propiciar conhecimentos sobre a formação do conceito de célula, o professor poderá proporcionar discussões quanto à natureza da ciência, principalmente no que tange ao processo gradual da formação de conceitos científicos, quanto à presença de limitações e falhas humanas no trabalho científico e quanto à desmistificação do trabalho do cientista.

Em relação à segunda atividade, convém mencionar que, pela peculiaridade microscópica da célula, representações e esquemas didáticos são amplamente utilizados no estudo das estruturas celulares, entretanto, eles raramente coincidem com as imagens observadas ao microscópio, como observam Batisteti, Araújo e Caluzi (2009). Os mesmos autores ressaltam que as representações da célula presentes nos livros didáticos são descontextualizadas historicamente, pois se prioriza

³⁹ Os nomes desses textos encontram-se nas referências.

as funções desempenhadas pelas estruturas em detrimento dos procedimentos científicos que propiciaram a construção desses esquemas.

Por esse motivo, consideramos pertinente explorar algumas relações entre o modelo de célula que temos hoje, refletido nas representações didáticas dos livros, e os momentos históricos que contribuíram para a formação desse conhecimento, além de propiciar comparações entre essas representações e o que é efetivamente observado no microscópio ótico.

Etapa IV – Reformulações e contribuições da Teoria Celular

Objetivo: Conhecer a importância das reformulações da Teoria Celular para o estudo das células.

Duração: 2 horas/aula.

Conhecimentos trabalhados: Postulados da Teoria Celular e suas reformulações; contribuições da Teoria Celular; célula procarionte e eucarionte; célula vegetal e animal.

Metodologia: esta etapa contém uma atividade.

Atividade 1 – Aula dialogada sobre reformulações da Teoria Celular: essa atividade terá duração de 2 horas e nela poderão ser discutidas, entre outras coisas: reformulações da Teoria Celular, tais como a revisão do processo de formação de novas células, o fortalecimento de outros campos da biologia celular, como a Genética, e a identificação de novas organelas celulares. Parte desses conhecimentos podem ser encontrados na historização deste produto, também recomendamos leitura do texto de Esteves (2010)⁴⁰ para complementá-los. Nessa atividade também se aprofunda a sistematização dos conceitos de célula procarionte e eucarionte e avança-se nos conhecimentos relacionados à célula animal e vegetal iniciados na atividade 2 da etapa III.

Avaliação: pelos diálogos estabelecidos nas duas atividades buscaremos indícios da elaboração dos conhecimentos trabalhados.

Recursos: Datashow, apresentação em Power Point.

⁴⁰ ESTEVES, F. **Grandes temas em biologia**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2010. 1 v.

Destacamos a importância de o professor propiciar aos alunos a visão de que nem sempre a ciência se dá de forma harmônica e que, muitas vezes, os cientistas discordam entre si, pois, como aponta Martins (2006, p. XXIII):

As teorias científicas vão sendo construídas por tentativa e erro [...] Os pesquisadores formulam hipóteses ou conjeturas a partir de idéias que podem não ter qualquer fundamento, baseiam-se em analogias vagas, têm idéias preconcebidas ao fazerem suas observações e experimentos, constroem teorias provisórias que podem ser até mesmo contraditórias, defendem suas idéias com argumentos que podem ser fracos ou até irracionais, discordam uns dos outros em quase tudo, lutam entre si para tentar impor suas idéias.

Dessa maneira, os conhecimentos científicos que aceitamos hoje muitas vezes são bastante diferentes das propostas iniciais porque os conceitos/ideias vão sendo aperfeiçoadas gradualmente por meio de críticas e debates ao longo do tempo.

Etapa V – Retomada dos conhecimentos

Objetivo: Retomar conhecimentos trabalhados durante as etapas anteriores e analisar a evolução do significado de célula.

Duração: 2 horas/aula.

Conhecimentos trabalhados: todos os conceitos desenvolvidos nas etapas anteriores.

Metodologia: esta etapa está dividida em duas atividades.

Atividade 1 – Desenhar uma célula: nesta atividade o professor solicita aos alunos que desenhem novamente uma célula em uma folha sulfite.

Atividade 2 – Jogo colaborativo: após entregarem o desenho, os alunos podem participar de um jogo didático de perguntas e respostas, com duração de 1 hora 30 minutos, aproximadamente, que contemplará os conhecimentos trabalhados durante toda a sequência didática. Para participar do jogo, os alunos serão divididos em grupos. As perguntas do jogo (Apêndice C) serão digitadas em tiras de papel e depositadas em uma caixa e, depois de determinada a ordem em que os grupos as responderão, o professor solicitará a um membro do grupo da vez que escolha uma pergunta da caixa e entregue a ele para que seja realizada leitura da questão ao

grupo. Será oferecido a cada grupo, após escutarem a pergunta, até um minuto para discussões e elaboração de respostas.

Avaliação: os desenhos e os diálogos estabelecidos entre os alunos e destes com a professor podem ser analisados a fim de buscar indícios da aprendizagem dos conhecimentos trabalhados durante a sequência didática e planejar estratégias de reelaboração desses conhecimentos, caso tenham sido apropriados de maneira equivocada pelos estudantes.

Recursos: folhas sulfites em branco e com perguntas digitadas, caixa de papelão, canetas hidrográficas.

Ressaltamos que o jogo tem o intuito de propiciar interações entre os alunos de forma a possibilitar o diálogo e possíveis reelaborações de conhecimentos. Assim, o objetivo não é verificar qual grupo de alunos respondeu ao maior número de questões corretamente, pois os grupos poderão se ajudar de forma mútua. Esse momento é importante, pois os conhecimentos elaborados pelos diferentes grupos serão compartilhados.

É importante destacar também que a atividade 1 desta etapa não se configura como um pós-teste, mas sim como parte da análise da evolução conceitual dos alunos que será realizada durante todas as atividades da sequência didática. Vale lembrar, com base nas ideias de Vigotski, que o professor ou pesquisador “não está interessado unicamente (ou principalmente) no produto de um processo, mas no processo em si. O importante aqui não é o que acontece, mas como acontece.” (SILVA, 2013, p. 29).

REFERÊNCIAS

BASTOS, F. O conceito de célula viva entre os alunos de segundo grau. **Em Aberto**, Brasília, ano 11, n. 55, p. 63-69, 1992.

BATISTETI, C. B.; ARAUJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J. As estruturas celulares: o estudo histórico do núcleo e sua contribuição para o ensino de biologia. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 4, p. 10-25, 2009.

BECHTEL, W. The evolution of our understanding of the cell: a study in the dynamics of scientific progress. **Studies in History and Philosophy of Science**, Great Britain, v. 15 n. 4, p. 309-356, 1984.

BRITO, A. A. S. Quem tramou Robert Hooke? **Ciência & Tecnologia dos Materiais**, v. 20, n. 3/4, p. 35-50, 2008.

CARNEIRO, M. H. S.; GASTAL, M. L. História e filosofia das ciências no ensino de biologia. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 11, n. 1, p. 33-39, 2005.

FOGAÇA, M. **Papel da Interferência na relação entre modelos mentais e modelos científicos de célula**. 2006. 229 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

FORATO, T. C. M. **A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz**. 2009. 204 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação) – Faculdade de Educação do Estado de São Paulo, SP, 2009.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A.; **Historiografia e Natureza da Ciência na Sala de Aula. Cadernos Brasileiros de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALIS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

HOOKE, R. **Micrographia**: or some physiological descriptions of minutes bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon. London: J. Martyn and J. Allestry. 1665. Disponível em Linda Hall Library <http://lhdigital.lindahall.org/cdm4/document.php?CISOROOT=%2Fnat_hist&CISOPTR=384&REC=0&CISOBX=113>. Acesso em: 6 jan. de 2016.

HUGHES, A. **A History of Cytology**. London: Abelard-Schuman, 1959.

JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

MARTINS, L. A-C. P. A História da Ciência e o Ensino de Biologia. **Ciência & Ensino**, Campinas, n. 5, p. 18-21, dez. 1998.

MARTINS, R. A. Introdução: A história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. xvii-xxx.

_____. Robert Hooke e a pesquisa microscópica dos seres vivos. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 105-142, 2011.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

MAYR, E. **Desenvolvimento do pensamento biológico**: diversidade, evolução e herança. Brasília: UnB, 1998.

_____. **Isto é biologia**: a ciência do mundo vivo. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MAZZARELLO, P. A unifying concept: the history of cell theory. **Nature Cell Biology**, Reino Unido, v. 1, p. 13-15, maio 1999.

PALMERO, R. L. M. Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/apredizaje de la estructura y del funcionamiento celular. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 123-152, 1997.

_____. Revisión bibliográfica relativa alaenseñanza de la biología y lainvestigaciónenelestudio de la célula. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 237-263, set. 2000.

PEDRANCINI, V. D. et al. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 02, p. 299-309, 2007.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências**: do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRESTES, M. E. B. **Teoria Celular**: de Hooke a Schwann. São Paulo: Scipione, 1997.

ROSA, C. A. P. **História da ciência**: o pensamento científico e a ciência no século XIX. 2. ed. Brasília: FUNAG, 2012. 3 v.

SANTOS, A.C.G.G.; RAMOS, F. Z. O estágio supervisionado na formação do professor: análises e reflexões críticas sobre o processo de ensino aprendizagem de citologia. **Revista da SBEnBio**, São Paulo, n. 7, p. 399-409, 2014.

SILVA, L. H. A. A perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano: ideias para estudo e investigação do desenvolvimento dos processos cognitivos em ciências. In: GULLICH, R. I. C. (org.). **Didática das Ciências**. Curitiba: Prismas, 2013.

SILVEIRA, F. L.; OSTERMANN, F. A insustentabilidade da proposta indutivista de 'descobrir a lei a partir de resultados experimentais'. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, n. 19, p.7-27, 2002.

SILVEIRA, R. V. M; AMÁBIS, J. M. Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003.

TAVARES, T. F.; PRESTES, M. E. B. Pseudo-história e ensino de ciências: o caso Robert Hooke (1635-1703). **Revista da Biologia**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 35-42, dez. 2012.

TURNER, W. The cell theory, past and present. **J. Anat. Physiol**, v. 24, p. 253–287, 1890.

VIGOTSKI, L. S. **A Formação Social da Mente**. 7 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

_____. **Pensamento e linguagem**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

_____. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

WOLPERT, L. The evolution of 'the cell theory'. **Current Biology**, v. 6, n. 3, p. 225-228, 1996.

APÊNDICES**APÊNDICE A – Questionário Etapa I**

Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

***RESPONDA AS SEGUINTE PERGUNTAS***

1. Qual é a importância das células para você?
2. Onde podemos encontrar células?
3. Como as células foram descobertas?

APÊNDICE B – Perguntas para nortear discussões na atividade 2 da Etapa III

- 1 – Quais são as principais diferenças observadas entre a célula animal e vegetal?
- 2 – Essas diferenças podem ter causado divergências entre cientistas que estudaram a célula no passado?
- 3 – As células observadas ao microscópio aparentam o modelo de célula presente no livro didático? Por quê?
- 4 – Como o modelo presente no livro pôde ser elaborado/construído? Com o microscópio da escola conseguiríamos representar um modelo parecido? Por quê?
(A intenção é que os alunos cheguem à conclusão que os modelos de células presentes nos livros são provenientes de pesquisas com microscópios eletrônicos)

APÊNDICE C – Questionário do jogo colaborativo Etapa V



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

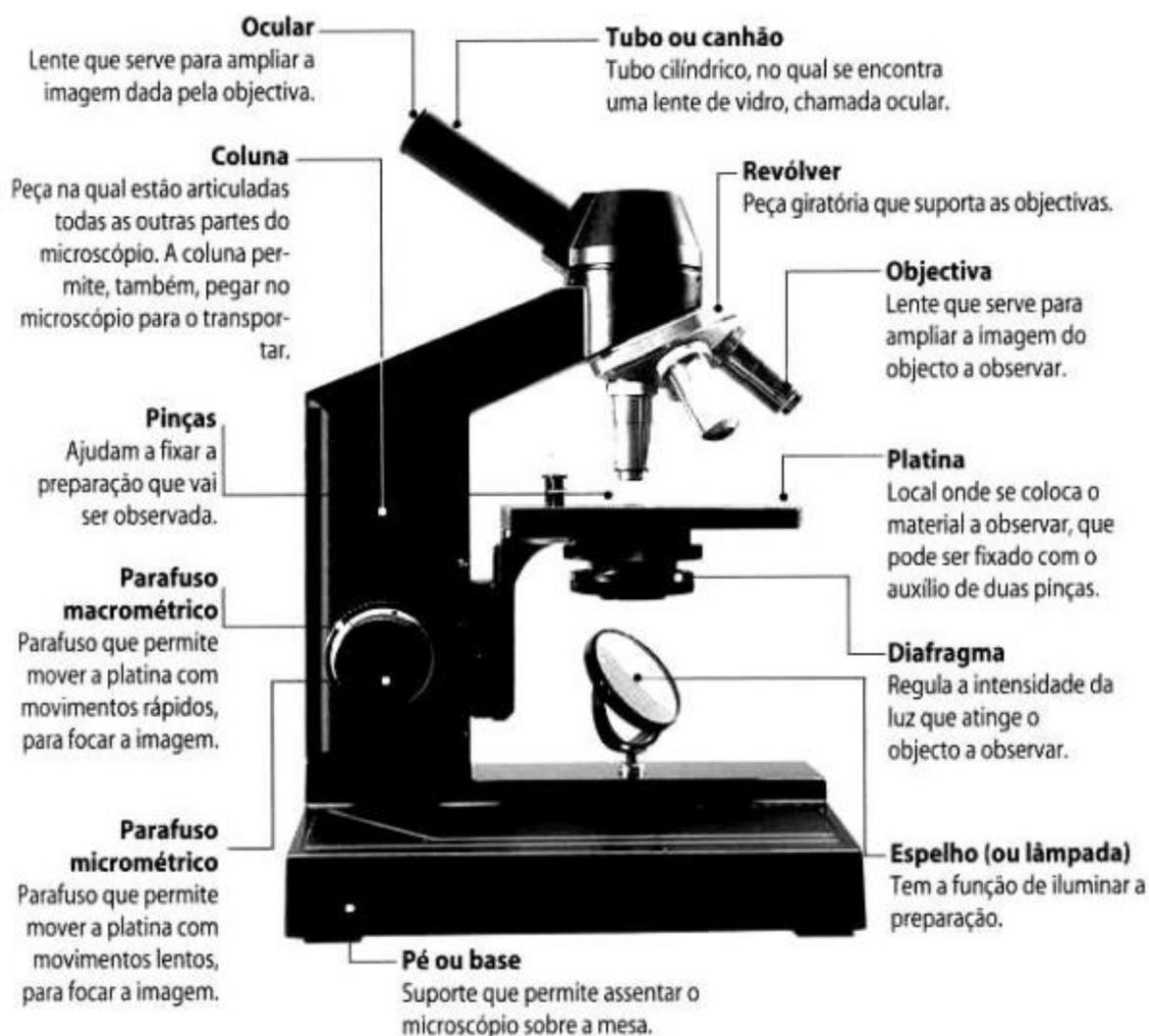
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



1. Qual foi a intenção de Robert Hooke ao observar o pedaço de cortiça?
2. O que é uma célula?
3. Qual é a diferença entre um microscópio simples e um microscópio composto?
4. O aperfeiçoamento das técnicas de microscopia (melhoria dos microscópios) foi o único responsável pelo progresso dos conhecimentos sobre as células? Justifique.
5. Por que Robert Hooke não conseguiu compreender a importância das células desde a primeira vez que as observou ao microscópio?
6. Por que não devemos atribuir o mérito de um conhecimento a poucos cientistas?
7. A Teoria Celular foi apresentada em 1839 sendo aceita até os dias atuais. Entretanto, sabemos que ela está bastante diferente do que foi proposto por Schwann e Schleiden. O que ocasionou essas mudanças?
8. Por que a Teoria Celular foi importante para a citologia (estudo das células)?
9. Quais são as principais diferenças entre as células procariontes e eucariontes?
10. As células animal e vegetal pertencem a qual tipo celular?
11. Diferencie organismos unicelulares de pluricelulares.
12. Quais são os dois tipos de células e em quais organismos podemos encontrar cada uma delas?
13. Como as células dão origem a novas células e por que esse processo acontece?
14. Onde podemos encontrar as células?
15. Durante uma das aulas práticas, percebemos que as imagens da célula presentes no livro são bastante diferentes das que observamos no microscópio do laboratório. Faça apontamentos sobre essas diferenças.

ANEXO

Partes de um microscópio ótico



Fonte - <<http://einftronic.blogspot.com.br/2016/09/as-partes-de-um-microscopio.html>>. Acesso em: 9 fev. 2016.