

SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE CÉLULA A PARTIR DA BIOLOGIA DO CONHECER

Beatriz Maria Santos Macedo (IC) e Prof.^a Dr.^a Magda Medhat Pechliye (Orientadora)

Apoio: PIBIC Mackenzie

RESUMO

O ensino de célula continua priorizando a memorização, e o enaltecimento de respostas prontas, além da fragmentação e descontextualização do conteúdo, distanciando-se da realidade dos alunos e dificultando a aprendizagem. Uma saída para modificar isso, seria o uso de perspectivas que permitam abordar discussões diferenciadas para explicar conteúdos de difícil compreensão dos alunos. As sequências didáticas e ou projetos favorecem a relação entre conteúdos desejados, além de priorizar a participação dos alunos proporcionando-lhes protagonismo. Partindo disto, o objetivo deste trabalho foi propor e analisar uma sequência didática na perspectiva da Biologia do Conhecer, tendo como tema estruturador a citologia. A sequência foi enviada para duas professoras do ensino básico, para analisar a produção proposta, acompanhada de um roteiro avaliativo constituído por cinco questões, que compõem os resultados para posterior análise. A partir do parecer das avaliadoras, vemos que esta sequência apresenta um novo olhar para o ensino de citologia por apoiar-se na peculiaridade que a Biologia do Conhecer possui, além de conter potencial nas atividades, que são aplicáveis e podem contribuir para a área de ensino e de aprendizagem de citologia. Por fim, questionam sobre a aplicabilidade relacionada ao tempo escolar e de aprendizagem, nos direcionando a reestruturações para melhor aproveitamento das aulas, e preocupações que devemos levantar quanto à proposta. Assim sendo, concluímos que a sequência didática aqui proposta cumpre com o objetivo de propor uma nova possibilidade ao ensino de citologia, contudo, os limites apresentados evidenciam a necessidade de aprofundamento, reorganização e melhor preparação de material de apoio.

Palavras-chave: citologia – sequência didática – Biologia do Conhecer

ABSTRACT

Cell education continues to prioritize the memorization and enhancement of ready-made responses, as well as the fragmentation and decontextualization of content, distancing itself from the reality of students and making learning difficult. One way to change this would be to use perspectives that allow us to approach differentiated discussions to explain difficult-to-understand content for students. The didactic sequences and / or projects favor the relation between desired contents, besides prioritizing the participation of the students, giving them protagonism. From this, the objective of this work was to propose and analyze a didactic sequence from the perspective of the Biology of Knowing, having the cytology as the structuring theme. The sequence was sent to two elementary school teachers, to analyze the proposed production, accompanied by an evaluative roadmap consisting of five questions, which compose the results for later analysis. From the opinion of the evaluators, we see that this sequence presents a new look at the teaching of cytology because it relies on the peculiarity that the Biology of Knowing possesses, besides containing a potential in the activities, that are applicable and can contribute to the area teaching and learning of cytology. Finally, they question the applicability related to school time and learning, directing us to the restructurings for better use of the classes, and concerns that we should raise regarding the proposal. Thus, we conclude that the didactic sequence proposed here fulfills the objective of proposing a new possibility to the teaching of cytology, however, the limits presented evidences the need for deepening, reorganization and better preparation of support material.

Keywords: cytology - didactic sequence - Biology of Knowing.

1. INTRODUÇÃO

O ensino ainda tem valorizado a transmissão de conhecimentos pautando-se na memorização e fragmentação dos conteúdos abordados em sala de aula. Porém, ao invés de permitir a compreensão destes conteúdos, a alta fragmentação, proporcionou a descontextualização e a aprendizagem sem sentido, priorizando a devolução de respostas prontas e dificultando a reflexão e o questionamento entre as relações existentes, e isto ocorre com o ensino de Biologia. Dentre os temas que sofrem com este ensino estático é a citologia, que deveria possibilitar o entendimento do funcionamento da unidade celular sendo importante para a percepção dos alunos sobre si mesmos e sobre os seres vivos de maneira geral.

Existem meios que possibilitam ao professor fugir desta descontextualização e fragmentação dos conteúdos permitindo um processo de ensino e de aprendizagem por construção. Um desses meios é o olhar para novas perspectivas dentro da ciência, que permitam novas discussões, a Biologia do Conhecer proposta por Maturana e Varela é uma maneira interessante de promover aos alunos discussões e reflexões sobre o conteúdo e a Biologia, por destacar uma nova visão sobre a fenomenologia dos sistemas vivos e viabilizar uma interpretação diferente da que é utilizada hoje nas escolas. Mas, para favorecer a relação entre o ensino de citologia e a Biologia do Conhecer, seria interessante a elaboração de uma sequência didática, visto vez que estas flexibilizam relações intencionais entre diferentes temas.

O referencial teórico explicita a relação entre a Biologia do Conhecer e a Citologia, fazendo um panorama das teorias que influenciaram Maturana e Varela, além de apresentar algumas diferenças entre a teoria proposta e o que é estudado desde então na citologia. Assim, relacionamos a maneira como a ciência tem buscado compreender a célula e como a escola vem tentando ensinar seus alunos. Partindo de tal problematização levantamos as possibilidades que o viés da Biologia do Conhecer poderia propor ao ensino de citologia, e destacamos a importância de uma sequência didática e ou projeto para proporcionar relações entre os temas desejados. Logo, apresentamos uma sequência didática que busca promover um ensino de citologia diferenciado, e a partir dos questionamentos e resultados das análises feitos pelas avaliadoras, produzimos nossa discussão.

O tema surgiu no Grupo de estudos e pesquisa sobre a perspectiva biológico-cultural no ensino de Ciências e de Biologia, a partir de discussões sobre a linha de pesquisa: ensino e aprendizagem de Ciências e de Biologia à luz da teoria da Biologia do Conhecer. Em que a produção de um curso de extensão, para professores de Ciências e de Biologia com o intuito de introduzir o viés da Biologia do Conhecer na sala de aula, permitiu aos

professores participantes levantarem a dificuldade de se utilizar o viés da Biologia do Conhecer em sala de aula. Assim sendo, a produção de aulas feitas por um integrante do grupo de pesquisa poderia facilitar a utilização do viés de Maturana e Varela na sala de aula.

Portanto, este projeto tem por objetivo geral propor e analisar uma sequência didática na perspectiva da Biologia do Conhecer, tendo como tema estruturador a citologia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Compreensões sobre a vida

A vida vem sendo compreendida pelo ser humano de diversas maneiras ao longo da construção da humanidade, embasada em visões que foram se complexificando e aprimorando com o passar dos anos. Uma dessas visões é o mecanicismo cartesiano, que persiste até os dias de hoje, e busca olhar para a compreensão da vida pelo entendimento de suas partes, e vê nestas as explicações para o todo (CAPRA, 2010, LEWONTIN, 2002). Entretanto, existem movimentos que discordam desta separação e compreensão do todo apenas pelas partes, buscando um olhar complexo do todo que leva ao pensamento sistêmico, enxergando o ser vivo como uma rede e enfatizando as relações e interações entre as partes que são propriedades do todo (CAPRA, 2010, MAGRO, 2002).

Dentre esses movimentos destacamos a Cibernética, que procura romper com a separação que é empregada a especificidade de conteúdos para a explicação de um fenômeno. Após alguns anos de amadurecimento, este grupo sofreu uma separação gerando a cibernética de 1º ordem, que busca a construção de máquinas que criem e transformem a informação, e de 2º ordem, que procura a possibilidade de construir máquinas que simulem a complexidade humana, esta segunda inicia um processo de explicações e compreensões sobre a complexidade dos seres vivos (MAGRO, 2002; OLIVEIRA, 2010).

Dentro deste contexto e a partir destes questionamentos sobre a complexidade dos seres vivos, Humberto Maturana questiona-se “Qual a organização da vida?”, que o encaminha junto com Francisco Varela para a construção da teoria da autopoiese, que redefini o conceito de ser vivo (CAPRA, 2010, MAGRO, 2002).

2.2 Autopoiese

Muitas vezes o entendimento do que é um ser vivo nos direciona para uma lista de características, em que buscamos enumerar o que nos permite identificá-lo como tal. Segundo Tavares (2000), este é um dos critérios mais utilizados pelos estudiosos em Biologia, e tem por finalidade diferenciar os seres vivos dos seres inanimados buscando

uma “definição” para a vida. Contudo, de acordo com a mesma autora, esta escolha é cercada de problemas, dentre elas as exceções que hora excluem ou incluem características. Para Maturana e Varela (2011), um critério que nos permite fugir da incompatibilidade para estabelecer o que é ou não vivo é a organização, comum a todos os seres vivos.

Segundo os autores, a organização é estabelecida por relações, e são essas que nos permitem reconhecer algo como pertencentes a uma classe, sendo assim, existem relações específicas que devem ser satisfeitas para que uma organização seja reconhecida, e é isto que ocorre com os seres vivos. De acordo com Maturana e Varela (2011), a especificidade gerada por essas relações e comum a todos os seres vivos é a organização autopoietica. O termo *autopoiese* foi cunhado pelos próprios autores, sendo que “auto” significa “si mesmo” e “poiese” significa “criação”, desta maneira a organização autopoietica é a autoprodução dos seres vivos, isto é, eles produzem a si mesmos de modo contínuo a partir da produção de seus componentes.

Segundo os autores os componentes são as partes que compõe uma unidade, e as relações existentes entre eles caracterizam sua estrutura. Para ficar mais claro vamos a um exemplo: olhando para uma mesa, enxergamos as relações entre seus componentes, sendo assim, vemos as relações entre as pernas e o tampo. Contudo, a estrutura pode ser diferente dentre a classe, pois as mesas podem ter quatro pernas, ou um eixo central, podem ser de madeira, de metal, de plástico, e as pernas e o tampo podem ser parafusados, fundidos ou pregados. Então podemos perceber que mesmo os componentes tendo naturezas diferentes, a organização se mantém, e identificamos essa infinidade de mesas como pertencentes à mesma classe (PELLANDA, 2009, CAPRA, 2010).

Assim, os componentes são partes fundamentais da produção e transformação de outros componentes criando uma rede complexa de processos e interações que levam a produção de si mesmos, assim a organização existe por ser produto de sua própria operação (CAPRA, 2010). A organização autopoietica, então, só ocorre com o conjunto de relações e produções que a determinam, mas sem ser um processo sequencial. Sendo esta relação importante para a formação de uma fronteira, que não é apenas a distinção entre o ser e o meio, mas por ser integrante da organização e a abertura, e o fechamento que impede a homogeneização com o meio (MORIN, 1997). Segundo Morin (1997), denominamos os sistemas vivos como fechados organizacionalmente para troca de informação, mas ao mesmo tempo aberto para fluxo de matéria e energia, pois este se alimenta deste fluxo não apenas para trabalhar, mas para existir.

Para Maturana e Varela (2011), os seres autopoieticos estão sempre em constantes perturbações, esse termo se refere a todas as mudanças de estado ou estruturais que uma unidade autopoietica pode sofrer. Este conceito é importante por estar relacionado ao que a unidade pode experimentar sem perder a sua organização, isto é, sua autopoiese. Segundo os autores, somos meios perturbadores e somos perturbados pelo meio, sendo que estas perturbações não determinam as mudanças resultantes das interações. As mudanças estão diretamente relacionadas à estrutura do agente perturbado, que é chamado de determinismo estrutural, porém se ocorrem além desta estrutura o ser perde sua organização autopoietica (MATURANA; VARELA, 2011). Desta maneira, os sistemas vivos são definidos pelo seu próprio sistema, sua organização, e assim os consideramos como autônomos, e isso se dá, pois, os seres vivos se especificam gerando algo próprio, delimitando o que ocorre com sua estrutura, contudo não são independentes pois precisam do fluxo de matéria e energia para se manter vivos (CAPRA, 2010, MATURANA; VARELA, 2011, MORIN, 1997).

Portanto, a autopoiese nos apresenta uma nova visão sobre os sistemas vivos, ampliando e relacionando nosso entendimento, não só como fenômeno, mas pelas relações geradas a partir de uma unidade autopoietica. E para permitir uma compreensão da teoria proposta Maturana e Varela (2002), explicam-na baseados em um exemplo biológico, a célula.

2.3 Da célula ao ensino

A primeira referência à célula na ciência ocorre com Robert Hooke em 1663, que ao observar uma fatia de cortiça identificou pequenas cavidades, que foram chamadas por ele de “cellula” (significa cubículo). Outros estudiosos como Grew e Malpighi também fizeram considerações sobre observações a espécimes vegetais, identificando “bolhas” e “poros” (CAPRA, 2010, TAVARES; PRESTES, 2012). A primeira estrutura a ser identificada e descrita foi o núcleo, e questionamentos sobre ela levaram a teoria celular. Schwann e Schleidenn, a partir da construção de suas teorias limitaram o organismo a célula, e a viram como indispensável para a organização do corpo (SILVA; AIRES, 2016). E com esta visão passou-se a construir a visão de que somos formados por unidades microscópicas, por associações celulares. Segundo Capra (2012), esta visão passou a limitar o entendimento do organismo aos componentes celulares básicos, e com isso se intensificou a comparação da célula com uma fábrica, fragmentando os componentes para entender o funcionamento da unidade.

O ensino também passou a segmentar a organização escolar, deixando a fragmentada, restringindo ao aluno a atuação de expectador, priorizando a obediência e a

submissão da autoridade, assim como os processos industriais que impediam os empregados de ter voz e os fazia focar em uma única produção (SANTOMÉ, 1998; GARCIA, 1999). Além disso, os conteúdos são trabalhados da mesma forma, valorizando a memorização de conceitos, contribuindo para a descontextualização e fragmentação, levando o aluno a um aprendizado sem significado, e ensinamos dessa forma para facilitar a compreensão (RUPPENTHAL, 2013, ZABALA, 2010). Quando voltamos nosso olhar para o ensino de Biologia, especificamente citologia, é exatamente isso que vemos, a explicação de conceitos distantes da realidade do aluno, abstratos, microscópicos, representações caricatas e que favorecem a memorização e não a compreensão (JÚNIOR; BARBORA, 2009, MELO; CARMO, 2009, RUPPENTHAL, 2013).

O entendimento que Maturana e Varela (2002) apresentam sobre a célula vai além do entendimento das partes. Segundo os autores “a célula é uma materialização molecular da autopoiese” (2002, p.84), quando olhamos atentamente vemos a autoprodução, e a automanutenção que definem, concretizam a organização. Para a existência da unidade celular que conhecemos, foi necessária a interação entre diversos componentes até chegar a uma rede dinâmica de transformações, que conhecemos como metabolismo, gerando uma fronteira, que podemos considerar a membrana (MATURANA; VARELA, 2011). E esta fronteira participa ativamente das interações, para a construção da organização, permitindo a comunicação e o limite entre o ser vivo e o meio, sendo assim, relações constitutivas que precisam existir para definir a unidade celular (MORIN, 1997, MATURANA; VARELA, 2002). Segundo Maturana e Varela (2002), este sistema possui uma individualidade e identidade o descrevendo como sistema homeostático (estabilidade para o equilíbrio do corpo) em um equilíbrio com diversas transformações com desordens e reorganizações que permitem a manutenção da autopoiese.

E a partir disso, percebemos que o foco nas partes destrói o entendimento e a compreensão sistêmica dos organismos, impedindo o aluno de ver o mundo pelas relações, e as infinitas redes que os tesem, e concluímos que o ensino fragmentado não proporciona ao aluno uma construção (CAPRA, 2010, 2012). Portanto, se considerarmos que os alunos aprendem por relações e por construção de significados próprios das experiências que vivenciam, proporcionar uma nova visão como a que Maturana e Varela (2011) apresentam permite uma aprendizagem diferenciada.

2.4 Sequências Didáticas e Projetos

Visando proporcionar ao ensino de citologia uma nova possibilidade de compreensão da unidade celular, a partir da Biologia do Conhecer e a autopoiese, as sequências didáticas e os projetos são uma ferramenta para aproximar esta proposta. Segundo Brasil (1998),

estas estratégias são desafiadoras na medida em que buscam uma articulação e diálogo entre os conhecimentos, desconstruindo a fragmentação empregada no currículo escolar, pois estas permitem a liberdade de relações entre os temas a serem abordados, além de permitirem uma participação efetiva do aluno.

As sequências didáticas são conjuntos de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas que buscamos para alcançar objetivos desejados. Estas atividades são montadas propositalmente com atividades que discutam os temas, que levem conhecimentos prévios, a confecção de um projeto que é colocado em prática, permitindo uma participação de professor e aluno e indo além de conteúdos escolares, como capacidades motoras, afetivas e etc. (ARAÚJO, 2013, ZABALA, 2010). Já os projetos, visam relacionar a característica humana de ser guiada por planejamento, relacionando a necessidade dos alunos de propostas que os conduzam a atingir um objetivo. Os projetos são definidos por possuírem uma referência ao futuro, com ações efetivas, e necessidades de algo a se projetar que não tenham certeza e assim são definidas metas a partir de estratégias, sendo fundamental a abertura para o novo (MACHADO, 2004; ZABALA, 2010).

Estes instrumentos possibilitam que o professor reconheça que cada aluno possui o seu tempo, capacidade, motivação e interesse e o conduz a produção de atividades que respeitem a diversidade, o acompanhamento individual, o diálogo, e que favoreça o compromisso com os estudantes de forma dinâmica e contínua (ARAÚJO, 2013, SÃO PAULO, 2007, ZABALA, 2010). Além de permitir a articulação entre conteúdos de diferentes áreas, a resolução de problemas, a investigação e exploração de gêneros discursivos e de linguagem, as sequências didáticas e os projetos proporcionam uma aprendizagem significativa, e devem sempre possuir metas claras e objetivas, que não ocorram de forma automática como receitas ou com uso acrítico do conhecimento.

3. METODOLOGIA

O objetivo deste trabalho é propor e analisar uma sequência didática na perspectiva da Biologia do Conhecer, com o tema citologia. A escolha desta perspectiva se deu pela participação no Grupo de estudos e pesquisa sobre a perspectiva biológico-cultural no ensino de Ciências e de Biologia que pauta as discussões na melhoria do ensino básico com o viés da Biologia do Conhecer proposta pelos autores Maturana e Varela.

A sequência proposta foi desenvolvida para alunos do ensino médio, pelo grau de complexidade apresentado nas discussões que serão proporcionadas, por conta da Biologia do Conhecer que é pautada na complexidade e busca discutir e propor novas denominações aos sistemas vivos. Esta sequência didática busca apresentar a Biologia do Conhecer como uma das explicações possíveis ao ensino de célula. A apresentação de uma explicação

diferenciada, para alunos do ensino médio seria interessante, visto que, nesta etapa os alunos podem ser direcionados a uma reflexão além dos conceitos biológicos, relacionando ao dia-a-dia, contrapondo as explicações comumente apresentadas, e permitindo que eles com liberdade relacionem diferentes assuntos a serem abordados, propondo e resolvendo desafios.

Logo, para propiciar a relação entre a Biologia do Conhecer e a citologia esta sequência terá como tema central a unidade celular abordada em ambos. A sequência proposta possui 15 aulas, e apresenta uma articulação entre os temas por meio da sensibilização, problematização, levantamento de conhecimentos prévios, organização do conhecimento, síntese e finalização. A aula 1 apresenta uma sensibilização e problematização a partir da discussão sobre o conceito de ser vivo, questionando a lista de características, em seguida as aulas 2,3,4,5, e 6, introduzem os conceitos: organização, estrutura e componentes, presentes na Biologia do Conhecer e utilizados para compreender a organização autopoietica, permitindo diversas discussões, construções e reconstruções dos conceitos apresentados.

Os alunos apresentam seus conhecimentos prévios sobre célula em um questionário na aula 7, e é discutido na aula 8, respondendo e questionando os alunos sobre as respostas. A aula 9 apresenta um vídeo de fagocitose e busca provocar a percepção dos alunos de que a membrana plasmática não é apenas uma barreira, mas parte integrante da autopoiese, já discutida anteriormente. A aula 10 retoma a discussão anterior e busca reflexão sobre a participação e a presença de relações que permitem que esta organização autopoietica ocorra.

Para a síntese é apresentada uma situação problema na aula 11, que permite aos alunos aplicarem as discussões feitas ao longo da sequência, e na aula 12 é desenvolvida uma teia e discute os conceitos trabalhados ao longo da sequência. A conclusão é feita com um projeto final que compõe as aulas 13, 14, e 15 e propõe a produção, por parte dos alunos, de cenas de teatro que apresentem as discussões realizadas em sala de aula e possam causar ao público questionamentos sobre os temas trabalhados. Desta forma, as aulas finais são destinadas a confecção de roteiros e discussões em grupo, com a participação integral da sala em toda a produção, além da confecção de figurino, palco, e das organizações para a apresentação. Sendo que esta apresentação pode ocorrer em um evento cultural que a escola já possui, ou um dia escolhido especialmente para a apresentação convidando outras salas a participarem do evento com produções de teatro.

A avaliação de aprendizagem, ao longo da sequência é apresentada de diversas maneiras, desde produções textuais individuais a produção artística em grupo, possibilitando

ao aluno a organização do conhecimento de forma individual ao permearem por diferentes meios de discussão. É importante ressaltar, que algumas dessas produções possuem um direcionamento de feedback o que permite aos alunos refazerem, a partir dos comentários do professor, as atividades propostas.

A sequência foi submetida à análise de duas professoras, que não possuem afinidade com o viés da Biologia do Conhecer, e estas foram escolhidas por possibilitarem o apontamento sobre as dificuldades que se pode encontrar na discussão dos conceitos pertencentes a esta vertente. A indicação foi baseada no contato desses sujeitos com a orientadora. Ambas as avaliadoras foram contatadas via e-mail e junto com o pedido de colaboração para com este trabalho, receberam um questionário as direcionando, para que as análises possuíssem os mesmos critérios e facilitassem uma posterior análise. Este questionário contém:

- A) Os conceitos de organização, estrutura, componentes, organização autopoietica, autoprodução, manutenção, e autonomia são suficientemente definidos ao longo da sequência? Explique.
- B) As atividades permitem que os alunos se apropriem dos conceitos propostos? Se for o caso separe as aulas consideradas apropriadas e aquelas que não explicando o motivo.
- C) É possível entender que a membrana faz parte da célula e não é um envoltório apenas? Comente sua opinião.
- D) Quais aspectos positivos você destacaria nessa sequência?
- E) E os negativos?

As considerações feitas por elas compõem os resultados e são utilizadas para um contraponto entre a produção e o referencial teórico, trazendo reflexões sobre a construção do trabalho.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho foram às análises das avaliadoras a partir do questionário sobre a sequência didática e estão apresentadas no **QUADRO 1** abaixo:

QUADRO 1: Resultado das análises

| Perguntas | Avaliadora A | Avaliador B |
|---|---|--|
| Os conceitos de organização, estrutura, componentes, organização autopoietica, autoprodução, manutenção, e autonomia são suficientemente definidos ao longo da sequência? Explique. | Considero que organização, estrutura e componentes sim, principalmente pela atividade da mesa. Mas avalio que os outros conceitos deveriam ser abordados em mais situações e exemplificados para melhorar o entendimento | Para alguém que tem familiaridade com esses conceitos, sim. (...) Mas tive algumas dificuldades em compreender alguns termos, talvez a linguagem ainda esteja um pouco complexa. |
| As atividades permitem que os alunos se apropriem dos conceitos propostos? Se for o caso separe as aulas consideradas apropriadas e aquelas que não explicando o motivo. | Organização, estrutura e componentes considero que sim por conta da atividade prática. Os outros conceitos, na minha opinião, ainda precisam ser exemplificados e melhores discutidos com atividades práticas e em outras situações | Eu realmente não acredito que uma sequência didática seja suficiente para que os alunos se apropriem de todos esses conceitos. Seria interessante que essa perspectiva seja abordada em outros conteúdos também... Mas dentro desse tema, conforme os seus objetivos, acredito que é possível aproximá-los dessa perspectiva, fazendo-os conhecer outra abordagem, outras explicações. |
| É possível entender que a membrana faz parte da célula e não é um envoltório apenas? Comente sua opinião. | Sim, principalmente com o vídeo. | Acredito que isso dependerá da maneira que o professor explicará tal fato e a forma com que mediará a discussão. (...) Entretanto, de todas as aulas da sequência, acredito que essa aula precisaria ser melhor elaborada, já que parece ser um componente muito importante da sua sequência |
| Quais aspectos positivos você destacaria nessa sequência? | Referência utilizada, levantamento de conhecimentos prévios, e atividades práticas. | As aulas são muito interessantes, (...) apresentam atividades legais que eu acredito que motivariam os alunos e os engajariam nas atividades. Acho que o seu trabalho será de grande contribuição para a área de ensino e aprendizagem de citologia, pois apresenta uma perspectiva pouco trabalhada pelos professores (...) |
| E os negativos? | Não iniciar com uma situação problema, muitas aulas expositivas, pouco tempo para a proposta. | É uma sequência longa, portanto, reconhecendo a nossa realidade, a aplicabilidade da SD não é muito boa. Entretanto, compreendo a necessidade desse número de aulas. |

Legenda: (...) trecho desconsiderado.

Como apresentado no quadro acima a primeira pergunta questiona se os conceitos apresentados na sequência didática e referentes à teoria são suficientemente desenvolvidos permitindo a compreensão dos alunos. Para a avaliadora A os conceitos “*organização, estrutura e componente*” são suficientemente definidos a partir da atividade da mesa. Podemos relacionar tal visão com a realização de uma atividade prática, discutindo de forma lúdica e próxima dos alunos os três conceitos, o que segundo Zabala (2010) desenvolve

diversas relações e permite a construção de novos significados. Contudo, esta avaliadora destaca que os outros conceitos *“deveriam ser abordados em mais situações e exemplificados para melhorar o entendimento”*. Que vai ao encontro da análise da avaliadora B, ao dizer que as explicações são realizadas de forma complexa, o que *“pessoas com familiaridade com o tema”* podem superar.

Segundo Magro (2002), os conceitos trabalhados na autopoiese são de difícil compreensão por serem embasados na complexidade, partindo do entendimento das relações, portanto, do todo. Contudo, para Zabala (2010), temos dificuldade na compreensão de conceitos complexos, como os apresentados nesta sequência didática, por buscarmos facilitar a compreensão dos alunos, e até mesmo a nossa, com fragmentações e simplificações impedindo-os de ver as relações que constituem os sistemas vivos. Desta forma, muitas vezes vemos conceitos como difíceis, mas não damos oportunidade aos alunos de pensar e relacionar o que já conhecem com conceitos novos por apresentarmos já relacionados. A partir disto, podemos perceber que as aulas não são o suficiente para propiciar o entendimento, portanto, precisam apresentar os conceitos de forma mais clara e objetiva, mas ao mesmo tempo proporcionando desafios aos alunos para construírem relações diferentes das que estão acostumados (PELLANDA, 2009; ZABALA, 2010).

Já na segunda pergunta, buscamos perceber se a sequência didática permite aos alunos a apropriação dos conceitos, pedindo a indicação das aulas apropriadas e das não apropriadas. Para a avaliadora A, a atividade prática proposta para discussão de organização, estrutura e componente é suficiente para a definição dos mesmos, mas *“os outros conceitos, (...), ainda precisam ser exemplificados e melhores discutidos com atividades práticas e em outras situações”*. A partir desta colocação percebemos que apenas as aulas que discutem esses três conceitos permitem a apropriação dos alunos, deixando explícito que os outros conceitos apresentados em outras aulas são trabalhados de maneira superficial.

É perceptível que para esta avaliadora a apropriação de conceitos está atrelado a atividades práticas, pois quando se refere aos conceitos que não foram bem definidos ressalta que *“ainda precisam ser exemplificados e melhores discutidos com atividades práticas”*. Em um ensino que busca a participação dos alunos, e de acordo com Capra (2010, 2012a) que vejam o mundo por relações, necessitamos contribuir e apresentar atividades que lhes façam construir redes de significado e apropriação para o entendimento. Mas, segundo Zabala (2010), para que isto ocorra devemos apresentar diferentes atividades, não apenas atividades práticas, para que se propicie a aprendizagem.

Para a avaliadora B, *“uma sequência didática não é o suficiente para que os alunos se apropriem de todos esses conceitos. Seria interessante que essa perspectiva seja abordada em outros conteúdos também”*. Entretanto, Zabala (2010) ressalta que é justamente em uma sequência didática que podemos alcançar objetivos desejados por montarmos atividades propositalmente que permitem uma relação próxima entre professor e aluno. As sequências didáticas adquirirão as características que o professor achar necessário, pois ela permite articulações e relações desejadas, podendo se adequar a necessidade de apropriação dos conceitos de forma suficiente, como a avaliadora acha necessário. Contudo, a sequência aqui apresentada não possui todas as características necessárias para apropriação satisfatória dos conceitos. E ao dizer que seria interessante abordar em outros conteúdos, traz uma possibilidade de agregar ao trabalho e permitir maior apropriação dos conceitos relacionando com outros temas centrais ou até mesmo outras disciplinas, que é uma característica importante das sequências didáticas por permitir tal articulação com diferentes áreas proporcionando a interdisciplinaridade, como destaca Zabala (2010) e Araújo (2013).

A avaliadora B ainda aponta que *“dentro desse tema, conforme os seus objetivos, acredito que é possível aproximá-los dessa perspectiva, fazendo-os conhecer uma outra abordagem, outras explicações”*. Neste trecho vemos que a avaliadora reconhece que abordar uma nova perspectiva aproxima os alunos de uma nova discussão, que segundo Zabala (2010), é o que fornece modificações nos conhecimentos prévios dos alunos complexificando suas relações. Pois, buscamos olhar para a organização, assim como a teoria da autopoiese, proporcionando, de acordo com Capra (2006), o favorecimento das relações e o fenômeno inteiro, se afastando da visão de ensino fragmentado e compartimentalizado.

A terceira questão é de extrema importância e aborda participação ativa da membrana plasmática no funcionamento da célula, abrangendo a compreensão da organização autopoietica. Portanto a pergunta questiona se ficou claro o entendimento de que a membrana faz parte da célula e não é apenas um envoltório. Para a avaliadora A, a aula permite entender que a membrana faz parte da célula e não é apenas um envoltório, *“principalmente com o vídeo”*, podendo destacar que o instrumento escolhido tem potencial para proporcionar tal discussão.

As colocações da avaliadora B apontam que a compreensão de que a membrana é parte da célula, *“dependerá da maneira que o professor explicará tal fato e a forma com que mediará a discussão”*. Fica claro que a descrição da aula não é o suficiente para a percepção de que a membrana não é só uma barreira para o professor, assim podemos também considerar que o aluno poderá também não compreender o que é proposto.

Segundo Araújo (2013) e Zabala (2010), uma sequência didática deve ser capaz de propiciar ao professor os mecanismos necessários para a discussão e compreensão de um conteúdo desejado, aqui percebemos que a aula proposta não possui o embasamento necessário ao professor possibilitando o erro, e prejudicando a compreensão da nova perspectiva que é a autopoiese.

A avaliadora B enfatiza que, *“de todas as aulas da sequência, acredito que essa aula precisaria ser melhor elaborada, já que parece ser um componente muito importante da sua sequência”*, e realmente o é. Entretanto, destacar e proporcionar esta discussão quebra a visão estática da membrana como barreira, e permite o questionamento sobre as relações em todo o funcionamento da célula, ainda que a discussão não proporcione o entendimento de forma completa. Segundo Pellanda (2009), ao levantarmos tal discussão propiciamos um universo dinâmico em evolução constante contrapondo o universo imóvel que ensinamos diversas vezes em sala de aula, e principalmente com a membrana. Consequentemente, a aula precisa de uma reestruturação, dando suporte ao professor com um material mais claro e que possibilite aos alunos novas conexões e relações dentro do que já possuem. Parte essencial da produção de uma sequência didática é a oportunidade de aprimoramento, que de acordo com Zabala (2010), permitem melhorar a aula proposta alcançando de forma efetiva nosso objetivo.

Analisando a sequência didática de maneira geral, a quarta questão conduzia a análise destacando os aspectos positivos da proposta. Primeiramente para a avaliadora A um dos aspectos é a principal referência utilizada. Podemos relacionar esta observação à apresentação de conceitos e de uma teoria diferente das convencionalmente utilizadas no ensino básico que, para Pellanda (2009), é uma potencialidade da Biologia do Conhecer. Assim a proposta de Maturana e Varela (2011) visa compreensão dos sistemas vivos nos direcionando, segundo Capra (2006), para uma visão complexa que considera o fenômeno como um todo, que é uma maneira completamente diferente da que estamos acostumados. Outros destaques desta avaliadora são a presença de *“levantamento de conhecimentos prévios e atividades práticas”*, o que reforça a importância de participação do aluno no processo de aprendizagem, e de acordo com Araújo (2013) são essências em uma sequência didática.

Já a avaliadora B manifesta, *“as aulas são muito interessantes, (...) apresentam atividades legais que eu acredito que motivariam os alunos e os engajariam nas atividades”*. Desta fala podemos destacar a visão de que as atividades promovem a motivação e o engajamento dos alunos, para Garcia (1999), esta participação ativa do aluno é extremamente importante por favorecer o sentimento de pertencimento ao ambiente escolar. A avaliadora B ainda diz que este trabalho *“será de grande contribuição para a área de*

ensino e aprendizagem de citologia, pois apresenta uma perspectiva pouco trabalhada pelos professores". A partir desta colocação percebemos que esta sequência traz um novo olhar para o ensino de citologia, pois discuti a célula como um todo, evidenciando as relações que especificam a célula e não se restringindo a explicação de funções perdendo a compreensão das relações. Segundo Maturana e Varela (2011), ao olharmos atentamente para as relações conseguimos perceber a autopoiese, isto é, a autoprodução e automanutenção. Sendo esse olhar diferenciado que as aulas aqui propostas buscam evidenciar, diferente das aulas já trabalhadas na escola, que propiciam a memorização dos termos sem entendimento das relações que estabelecem, assim como aborda Ruppenthal (2013).

Finalizando a análise, a quinta questão aborda sobre os pontos negativos desta sequência. A avaliadora A aponta que é negativo "*não iniciar com uma situação problema*", entretanto a sequência é iniciada com uma discussão sobre os seres vivos que tira os alunos da comodidade das respostas prontas que podem ter ouvido ou aprendido anteriormente, o que na realidade é algo importante para se iniciar a discussão de um tema, causar provocação. Segundo Zabala (2010), em uma sequência didática o professor escolhe a ordem e a maneira como deseja trabalhar, sendo assim a primeira aula não precisa necessariamente iniciar com uma situação problema, ou provocação, mas com um levantamento de conhecimentos prévios por exemplo. Sendo assim, podemos perceber que para esta avaliadora uma situação problema é essencial para iniciar um tema, o que para outros pode não ser.

Outro ponto abordado pela avaliadora A é o fato de existirem "*muitas aulas expositivas*". Olhando para a sequência vemos que a cada aula com atividade, ou produção de material é seguida de uma aula para discussão de forma expositiva dialogada, apresentando e definindo os conceitos. A escolha desta organização das aulas se dá pela necessidade de explicação dos conceitos que são abordados, e de acordo com Magro (2002), são de difícil compreensão. Contudo, não existem tantas aulas expositivas, mas sim uma valorização das produções realizadas pelos alunos, permitindo um aprofundamento dos conceitos abordados. Segundo Zabala (2010), e Araújo (2013), a valorização do trabalho do aluno é de extrema importância para o diálogo entre ambos, e se estas não são discutidas ou devolvidas, para ocorrer um feedback, uma avaliação processual não existe.

As avaliadoras assumem posicionamentos similares em relação ao tempo, enquanto a avaliadora A considera que o tempo é curto para a proposta, a avaliadora B considera que o tempo é inviável considerando a realidade do ensino atual. Estas colocações são de extrema importância, por mostrar a dificuldade de se aplicar esta sequência tendo em vista o tempo escolar, e o tempo de aprendizagem. E esta preocupação nos direciona a

importância destas aulas serem apresentadas em uma sequência didática, pois, segundo Zabala (2010), estas têm flexibilidade e podem se ajustar as necessidades do professor e dos alunos. Desta forma, as aulas podem ser reorganizadas, ou rearranjadas para atender à necessidade, contudo, os conceitos precisam ser melhores abordados como já mencionado anteriormente para dar à possibilidade de um professor que não domine o tema possa flexibilizar as aulas. E é o que a avaliadora B aponta, “*compreendo a necessidade desse número de aulas*”, pois a dificuldade de explicação dos conceitos nos leva a destrinchar as aulas para aproveitar as discussões e propiciar o entendimento. Entretanto, talvez seja necessária uma aplicação desta sequência para sentir as necessidades de aprimoramento, além das ressaltadas pelas avaliadoras.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com Ruppenthal (2013) e Zabala (2010), podemos perceber que o ensino de Biologia ainda se encontra pautado na memorização, no enaltecimento da transmissão de conhecimento, fragmentando e descontextualizando. Sendo a citologia um dos conteúdos que dificultam a compreensão das relações, e anulam a participação do aluno por valorizar a utilização de respostas prontas. Contudo, existem perspectivas que podem distanciar-se da organização escolar que vivenciamos hoje, mais precisamente a teoria da autopoiese proposta por Maturana e Varela (2011), visando entender o mundo a partir das relações e da complexidade dos sistemas vivos. E não somente abrem as portas para compreendermos que somos seres complexos, como propiciam novos questionamentos sobre a ciência. De acordo com Capra (2006) e Pellanda (2009), é partir desta teoria que podemos enxergar as relações e o fenômeno inteiro, e principalmente relacionar o universo como um todo.

A sequência didática aqui proposta busca justamente esta nova perspectiva para proporcionar um novo olhar no ensino de citologia da educação. Porém, é visível a dificuldade em apresentá-la de forma clara, pois esta teoria é embasada na complexidade e a apresentação, explicação dos conceitos demandam muitas discussões e leituras dos autores que a propõem. De acordo com as avaliadoras, a peculiaridade que o viés da Biologia do Conhecer proporciona permite a apresentação de um novo olhar ao ensino de citologia tornando esta sequência interessante. Elas destacam que mesmo com conceitos complexos, e de difícil compreensão, as aulas apresentam um potencial vindo das atividades diferenciadas. Devemos ressaltar que em relação ao tamanho desta sequência, precisamos tomar um devido cuidado para não impossibilitar a aplicação, e muito menos impedir a compreensão dos conceitos para professores e alunos.

As análises feitas pelas avaliadoras foram de grande colaboração para a reflexão e o engrandecimento deste trabalho. Isto se deu, pois, a partir das análises vemos que a sequência precisa ser melhor discutida, e embasada quanto aos conceitos, ao tempo de aplicação e de aprendizagem dos alunos, além de precisar fornecer um material de apoio mais elaborado. Portanto, a partir do objetivo deste trabalho de propor e analisar uma sequência didática na perspectiva da Biologia do Conhecer, tendo como tema estruturador a citologia, concluímos que esta sequência didática cumpriu com o objetivo de propor uma nova possibilidade ao ensino de citologia. Entretanto, os limites presentes nesta sequência referentes às definições dos conceitos apresentados pela teoria da autopoiese fazem com que a mesma necessite de uma reestruturação para que a aplicação aconteça da maneira mais proveitosa. Mas, ainda assim, abrimos as portas para discutir sobre perspectivas que acrescentariam no ensino de Biologia.

6. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D. L. O Que é (como faz) sequência didática? Fortaleza: **Entrepalavras**, v.3, n.1, 2013, p. 322-334. Disponível em: <<http://ead.bauru.sp.gov.br/efront/www/content/lessons/46/texto%201%20Aula%205.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2017.
- BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais/ Secretaria de Educação Fundamental** – Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2017.
- CAPRA, F. **A Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. 16. ed. São Paulo: Editora Cultrix, 2010.
- CAPRA, F. A influência do pensamento cartesiano-newtoniano: a concepção mecanicista da vida. In: CAPRA, F. **O ponto de mutação**. 30. ed. São Paulo: Cultrix, 2012, p. 95-115.
- GARCIA, J. **Indisciplina na Escola: uma reflexão sobre a dimensão preventiva**. R. paran. Desenv. Curitiba, n.95, jan./abr. 1999, p. 101-108.
- JUNIOR, A.N. S; BARBOSA, J.R.A. Repensando o Ensino de Ciências e de Biologia na Educação Básica: o Caminho para a Construção do Conhecimento Científico e Biotecnológico. Instituto Superior de Educação da Zona Oeste/ Faetec/Sect. Rio de Janeiro: **Democratizar**, v. 3, n.1, 2009.
- LEWONTIN, R. Partes e todos, causas e efeitos. In: LEWONTIN, R. **A tripla hélice: gene, organismo e ambiente**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002, p. 75-110.
- MACHADO, N. J. **Educação: Projetos e Valores**. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.
- MAGRO, C. Afinidades eletivas: cibernética, ciências cognitivas e a biologia do conhecer. **Margem**, n.15, jun. 2002, p. 13-36.
- MATURANA, H.; VARELA, F. **De Máquinas e seres vivos: autopoiese – a organização do vivo**. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.
- MATURANA, H.; VARELA, F. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. 9. ed. São Paulo: Palas Athenas, 2011.

MELO, J. R.; CARMO, E. M. Investigações sobre o ensino de Genética e Biologia Molecular no Ensino Médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 15, n. 3, 2009, p. 592-611.

MORIN, E. Organização: A abertura. In: MORIN, E. **O Método: 1. A natureza da natureza**. Portugal: Publicações Europa – América, LDA, 1997, p.186-196.

OLIVEIRA, C. C. Da Cibernética à Autopoiesis: continuidades e descontinuidades. **Revista Informática na Educação: teoria & prática**, vol. 12, n. 2, jul./dez. 2010, p. 23-34.

PELLANDA, N.M.C. **Maturana & a educação**. Autentica, 2013.

RUPPENTHAL, R. **O ensino do sistema respiratório através da contextualização e atividades práticas**. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências, Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, 2013.

SANTOMÉ, J. T. As origens da Modalidade de Currículo Integrado. In: SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Tradução Cláudia Schilling. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998, p. 9-24.

SÃO PAULO. **Orientações curriculares e proposições de expectativas de aprendizagem para o ensino fundamental: ciclo II**. 2007. Disponível em: <<http://portaleducacao.prefeitura.sp.gov.br>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

SILVA, E.C.C.; AIRES, J.A. Panorama histórico da teoria celular. **História da Ciência e Ensino; construindo interfaces**, v.14, 2016, p.1-18.

TAVARES, M. L. **A Terra é viva? Hipótese Gaia e definições de vida**. 2000. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas Bacharelado) – Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2000.

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

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2010.

Contatos: mariabeatrizmac@gmail.com e magda.pechliye@mackenzie.br