



UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA A PARTIR DA MODELAGEM PARA ABORDAR FOTOSÍNTESE NO ENSINO MÉDIO

Angelita Lopes Dahmer (angelitadahmer@gmail.com)
Sandra Maria Wirzbicki (sandra.wirzbicki@uffs.edu.br)

Eixo temático 1. Experiências e Práticas Pedagógicas.

1 INTRODUÇÃO

No Ensino Médio são trabalhados conceitos da área de Ciências da Natureza (CN) que exigem um nível elevado de abstração dos estudantes. Um destes conceitos está relacionado ao metabolismo energético – fotossíntese. O conceito da fotossíntese perpassa todo o Ensino Médio, e é enfatizado ao tratar da citologia celular, da ecologia e em relação aos seres vivos. Percebe-se que os alunos não entendem com facilidade esse conceito, além de trazerem mitos relacionados ao mesmo, tais como: a fotossíntese é a respiração das plantas; ou as plantas respiram gás carbônico. Busca-se, com a sequência didática (SD) aqui descrita, proporcionar significados quanto ao conceito e suas relações com a vida na terra.

Conforme Zabala (1998, p. 18), sequências “[...] são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. As sequências permitem incluir as três fases de toda intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação (ZABALA, 1998). Para a construção desta SD será considerada a definição de Zabala (1998), aliada à modelagem na educação (BIEMBENGUT, 2014, 2016).

A modelagem na educação, para Biembengut (2014, 2016), segue três etapas que são interligadas: etapa 1 – *percepção e apreensão*, na qual se dá a escolha do tema e familiarização com o assunto; etapa 2 – *compreensão e explicitação*, a qual envolve a formulação do problema, do modelo e a explicitação da resolução do problema a partir do modelo; etapa 3 – *significação e expressão*, que se ocupa de interpretar e avaliar os resultados, verificando sua validade e expressando todo o processo a outros (estudantes, professores, comunidade) de forma oral e/ou escrita. Para a autora, Modelagem na Educação é o processo de adaptação da modelagem ao ensino, entendido como um método de ensino com pesquisa. Ao longo das três etapas da modelagem também estarão contemplados os conteúdos conceituais, procedimentais, factuais e atitudinais (ZABALA, 1998).

Destarte, o desenvolvimento de aulas que contemplem os modelos, especialmente a elaboração dos mesmos por meio da modelagem, além de atender à legislação educacional brasileira, pode proporcionar ao aluno atividades que consideram seus conhecimentos iniciais e o impulsiona a avançar em suas compreensões. Ao elaborar modelos mentais a que somente ele tem acesso, ao comunicar e avaliar, torna-os modelos expressos, de conhecimento dos outros, validados ou não por seus pares, num movimento que pode ser feito conforme a validação ou rejeição (JUSTI, 2015).



Esta proposta de sequência didática foi elaborada no componente curricular de Proposições e Práticas de Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação no Ensino de Ciências da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – *Campus Cerro Largo/RS*. O objetivo desta SD é compreender o processo da fotossíntese, fatores que influenciam e/ou alteram seu desempenho e a importância para a vida na terra por meio da modelação.

2 CONTEXTO E DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES

O assunto metabolismo energético, entre eles a fotossíntese, geralmente é trabalhado no 1º ano do EM, sendo retomado no 2º ano com os seres vivos e no 3º ao trabalhar a ecologia. Durante nossa trajetória profissional observamos que uma parte dos alunos do EM percebe o processo da fotossíntese de forma equivocada. Com frases como “a fotossíntese é a respiração das plantas; precisa ter oxigênio para que ela aconteça (como um dos reagentes); durante o dia a planta faz fotossíntese e durante a noite ela respira”, em alguns casos percebemos que identificam a luz e o gás carbônico como fundamentais ao processo, e desconsideram ou desconhecem a necessidade de água, entre outras situações que são observadas nas classes de biologia.

Souza e Almeida (2002) apresentam diversos estudos sobre concepções alternativas de estudantes, sejam crianças, adolescentes ou adultos, do Ensino Fundamental, Supletivo e Ensino Superior relacionadas à fotossíntese, quando identificamos observações iguais ou próximas às apontadas por nós.

Ao analisarmos o período de tempo em que foram desenvolvidos os estudos apresentados por Souza e Almeida (2002) entre 1978 e 2000, e as compreensões que ainda hoje são apresentadas em salas de aula, justifica-se a preocupação com a aprendizagem do conceito da fotossíntese. O ensino, portanto, continua com o desafio:

[...] como a escola e a educação em ciência podem dar um maior acesso aos alunos ao conhecimento científico da forma como o entendemos com suas contradições e conflitos, tendo em vista a ciência como um processo histórico-social, quando a pensamos como uma atividade humana, portanto sujeita a erros, com uma história inacabada da qual estamos vivenciando uma pequena parte, que produz certos conhecimentos, muitas vezes contrários a nossa memória discursiva, repleta de conflitos e valores (SOUZA; ALMEIDA, 2002, p. 109).

Pelo exposto, observamos que a compreensão do conhecimento científico tem um longo caminho a ser percorrido em relação ao processo histórico-social da construção da Ciência e às compreensões dos conceitos construídos pela Ciência, utilizados em nossos discursos em sala de aula e no cotidiano.

Neste ano, desafiadas a repensar a prática de sala de aula, construímos uma SD com modelagem, apoiadas em autores que indicam o potencial da modelagem no ensino (BIEMBENGUT, 2014, 2016; BONOTTO; SCHELLER, 2018; DUSO, 2012, 2013; FERREIRA, 2006; FERREIRA; JUSTI, 2008; JUSTI, 2015; MOUL; SILVA, 2017). Acreditamos que se os alunos tiverem trabalhado intensamente na construção de modelos deste assunto no 1º ano, será facilitada essa retomada nos 2º e 3º anos, assim como o conceito terá significado na vida do aluno.



Esta proposta de SD foi planejada para ser desenvolvida em turma de primeiro ano do Ensino Médio, com duração prevista de seis aulas, quando contaremos com a participação das professoras de química e física em momentos que demandam o entendimento de conceitos da área de CN. A turma será dividida em grupos de quatro componentes para facilitar a interação entre os alunos durante a realização das atividades propostas, que podem ser desenvolvidas presencial ou virtualmente.

A seguir encontram-se as etapas e atividades a serem desenvolvidas:

Etapas 1 – Percepção e apreensão

Aula 1 – Apresentação da situação e formulação do problema a partir de questionamentos acerca de uma salada de frutas, quando pode ser questionada a origem dos frutos utilizados na salada, as condições necessárias para sua produção, as explicações para ocorrência de frutos com aspecto, tamanho e gosto diferenciados, quais frutos são produzidos no município e em qual época do ano, conduzindo a discussão, por meio de questionamentos, até o processo da fotossíntese. Cada grupo deverá escrever sobre o processo da fotossíntese em uma folha e entregar ao professor para se ter o registro das ideias iniciais dos alunos, que serão discutidas com a turma sem o intuito de classificar em certa ou errada. Após as discussões, o professor, juntamente com a turma, deverá formular o problema a ser investigado. Sugestão: Em nosso município, qual(is) fatores afetam com maior intensidade a atividade fotossintética na produção de cítricos (ou fruto de interesse dos alunos produzido no município)?

Etapas 2 – Compreensão e Explicitação

Aulas 2 a 5 – Busca de Informação/Elaboração do modelo

Aula 2 – Será realizado um experimento sobre fotossíntese. Fatores que afetam a fotossíntese em *Elodea canadenses*¹. O experimento será descrito e os alunos serão desafiados a formular hipóteses acerca dos possíveis resultados. Em seguida, serão orientados a anotar os procedimentos e os resultados alcançados. Após o experimento, os alunos deverão avaliar as hipóteses que haviam formulado e buscar explicar os resultados. A participação da professora de física e de química nesta aula será importante, uma vez que teremos, durante o experimento, aspectos trabalhados nesses componentes.

Aula 3 – Cada grupo deverá buscar informações sobre como ocorre a fotossíntese nos vegetais: organela celular, reações químicas, explicações para o processo biossintético, fatores que afetam a fotossíntese e a importância do processo para a manutenção da vida na terra. As informações podem ser buscadas em livros, sites e artigos publicados em revistas, e devem ser sistematizadas pelos grupos sempre com orientação do professor.

Aula 4 – A turma fará uma visita, previamente agendada, ao escritório da Emater local e a um produtor local, para levantar informações sobre a produção de frutos no município, as condições exigidas para o cultivo, as necessidades das plantas para uma boa produtividade, assim como as dificuldades encontradas para a produção. Caso a SD ocorrer em ambiente virtual, o extensionista e o produtor poderão ser convidados a participar da aula por meio do aplicativo utilizado pela escola para aulas *on-line*.

¹ *Elodea canadenses* planta aquática comumente utilizada em aquarofilia.



Aula 5 – Na volta para a sala de aula, seja ela física ou virtual, as informações serão sistematizadas por grupo e, juntamente com o material da pesquisa, os alunos deverão encontrar uma forma de apresentar à turma um modelo que responda o problema inicial. Para a apresentação do modelo, os grupos poderão utilizar-se das tecnologias disponíveis, sejam *slides*, jogos, maquetes, mapas mentais, dentre outras estratégias.

Etapa 3 – Significação e Expressão

Aula 6 – Apresentação dos modelos e validação – cada grupo deverá apresentar seu modelo à turma, que o avaliará, baseando-se nas pesquisas realizadas sobre o tema, propondo modificações de forma a atender o objetivo. Para a finalização do trabalho os grupos deverão rever as respostas das questões sobre fotossíntese escritas na primeira aula, apresentando ao grupo as modificações alcançadas com o trabalho desenvolvido.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RELATO

Conforme Zabala (1998), atividades que levam os alunos a expressar suas próprias ideias, com possibilidade de revisar as mesmas, ampliar com ideias novas, perceber suas limitações, propor modificações, se necessário, ao mesmo tempo em que buscam outras alternativas, têm potencial para que aconteça o avanço conceitual, e elas, geralmente, são desenvolvidas em ambiente escolar.

Ao pensarmos e organizarmos as atividades desta SD apoiamo-nos em Zabala (1998), que concebe:

[...] a intervenção pedagógica como uma ajuda adaptada ao processo de construção do aluno; uma intervenção que vai criando Zonas de Desenvolvimento Proximal (Vygotsky, 1979) e que ajuda os alunos a percorrê-las. Portanto, a situação de ensino e aprendizagem também pode ser considerada como um processo dirigido a superar desafios, desafios que possam ser enfrentados e que façam avançar um pouco mais além do ponto de partida (p. 38).

Acreditamos que a SD, aliada à modelagem, é um desafio, tanto ao professor quanto ao aluno, e que, ao realizar o trabalho, estaremos auxiliando nosso aluno no desenvolvimento de novos conteúdos e novas habilidades no processo de ensino e de aprendizagem, buscando a zona de desenvolvimento proximal, na qual a criança “revela que pode fazer hoje o que ontem não conseguia fazer” (VIGOTSKY, 2000, p. XI).

O conceito da fotossíntese está relacionado ao de energia, sendo este considerado um dos conceitos unificadores de segunda ordem, uma vez que perpassa diferentes áreas do conhecimento (ANGOTTI, 1991). Segundo Angotti (1991, p. 136), “energia é o conceito mais adequado e mais potente para estabelecer, mentalmente, comunicação entre ‘conteúdos’ encerrados em ‘garrafas de saber’. Conteúdos necessários por um lado, não suficientes por outro”. Tal conceito ainda é pouco explorado por professores em sala de aula por ser trabalhado em disciplinas isoladas e não de forma transdisciplinar.

Desta forma, apontamos a necessidade de o conceito da fotossíntese ser trabalhado de forma interdisciplinar, pelo menos na área de CN, para que o aluno compreenda, de maneira não fragmentada, os conceitos envolvidos no processo. Assim,



tanto em sala de aula quanto no acompanhamento de processos de formação, percebe-se a importância de compreender as formas como os estudantes podem alcançar níveis de significação conceituais mais elevados, considerando a influência de graus de assimetria das interações nestes processos. Sujeitos que interagem orientados para uma linha de entendimento do objeto de conhecimento, abordado sob pontos de vista diversos, têm mais possibilidades de avançar nas compreensões conceituais, na medida em que participam ativamente na verbalização, na escrita e na reconstrução de saberes (WIRZBICKI, 2015, p. 52).

Oportunizando diferentes pontos de vista ao aluno sobre o objeto do conhecimento em questão, juntamente com atividades que o conduzam a construir explicações verbais ou escritas e avaliar as mesmas na interação com o outro, professor ou colega, estaremos auxiliando na construção de significados, deixando de ser apenas memorização ou cópia de palavras vazias.

Ao trazer o conceito da fotossíntese consideramos a visão de Vigotsky (2000), de que todo conceito é uma generalização, sendo a generalização um procedimento necessário para alcançar um nível mais elevado de percepção dos fenômenos. É por meio das generalizações que o conhecimento científico vai sendo construído na criança, e é nesse processo que a educação escolar assume participação importante.

Para acontecer aprendizagem, Vygotski (1991)

acreditava que a internalização dos sistemas de signos produzidos culturalmente provoca transformações comportamentais e estabelece um elo de ligação entre as formas iniciais e tardias do desenvolvimento individual. Assim, [...] o mecanismo de mudança individual ao longo do desenvolvimento tem sua raiz na sociedade e na cultura (p. 11).

Nesta perspectiva, a aprendizagem é um processo que ocorre internamente no indivíduo mediado pelo outro, que pode ser seu colega, seu professor ou aquele com quem ele estabelece um diálogo.

Ao analisar aspectos do processo de apropriação dos conceitos da fotossíntese e respiração celular por alunos em aulas de biologia, Trazzi e Oliveira (2016) consideram que

os conceitos de “fotossíntese” e “respiração celular” têm alto grau de generalidade e, para se formarem, precisam de uma série de outros que compõem um sistema de conceitos numa relação determinada. Devido à sua complexidade, são encontradas grandes lacunas entre as formas cotidianas de pensar dos alunos e esses conceitos científicos, por isso a aprendizagem se configura como processo desafiador para o aluno. Assim, é papel do professor organizar a ação mediada de forma a auxiliar o estudante a entender como os conceitos se relacionam dentro de um sistema, ou seja, como eles se inter-relacionam com outros conceitos (p. 104).

Percebe-se a importância de abordagens que conduzam os alunos a compreenderem as inter-relações entre os conceitos abordados. Neste sentido, as práticas interdisciplinares ou transdisciplinares são uma oportunidade para esclarecer as relações conceituais nas ciências, à medida que desenvolvem os conhecimentos dos alunos de forma não fragmentada.

Precisamos, contudo, estar atentos

quando uma abordagem não desafia o pensamento para aprender os necessários processos de inter-relação conceitual, ela limita, distorce ou compromete a aprendizagem, em prejuízo ao entendimento conceitual e a potencialização dos processos de desenvolvimento sociocognitivo dos educandos (WIRZBICKI; PANSERA-DE-ARAÚJO; DEL PINO, 2014 p. 190).



Desta forma, cabe ao professor refletir sobre a abordagem utilizada em aula para identificar se a mesma está sendo transformadora dos conhecimentos dos alunos ou está apenas mantendo a repetição das palavras relacionadas ao conceito. Para a reflexão, o professor conta com os conhecimentos de sua formação inicial e continuada, fatores que podem levar a melhorar sua prática pedagógica, especialmente a formação continuada, séria e comprometida com o avanço no ensino e na aprendizagem, e, ainda, potencializadora dos processos.

Neste sentido, a SD, com a série de atividades ordenadas e estruturadas com objetivos conhecidos de professores e alunos, aliada à modelagem, que propõe a construção de modelos a partir dos conhecimentos que os alunos possuem sobre um determinado fenômeno e a argumentação estabelecida entre professor-aluno e aluno-aluno, pode contribuir com a significação de conceitos que ainda não estejam consolidados ou mesmo novos conceitos, numa construção mediada pela pesquisa e pelo diálogo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observamos que no trabalho com modelagem teremos alguns desafios a serem superados: a motivação do grupo para buscar, pois prevalece uma cultura escolar de que o professor deve dar as respostas e, neste trabalho, o professor formula perguntas e orienta os alunos na investigação das respostas; o engajamento de todos os integrantes do grupo na realização do trabalho; a disponibilidade de professores dos componentes de Química e Física; a disponibilidade de recursos tecnológicos a todos os alunos, em especial se a atividade for realizada de forma remota e/ou encontrar formas de atender os alunos que não tenham os recursos necessários; a argumentação durante a apresentação dos modelos, pois, assim como a pesquisa, não é algo que está presente em todas as salas de aulas como prática docente e discente; e a habilidade de argumentar, que deve ser desenvolvida na maioria de nossos alunos. Considerando que, ao trabalhar com modelagem professores e alunos serão desafiados a buscar novas formas de ensinar e aprender, e que estas estão relacionadas ao crescimento pessoal e intelectual dos sujeitos, propomos a SD descrita como um ponto de partida para o redesenho das salas de aula em CN.

5 REFERÊNCIAS

ANGOTTI, José André Peres. **Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e ensino de ciências**. 1991. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48133/tde-20052015-095531/pt-br.php>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem no Ensino Fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem na educação matemática e na ciência**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.



BONOTTO, Danusa de Lara; SCHELLER, Morgana. Avaliações do Agir Modelagem na Formação Continuada do Professor de Matemática da Educação Básica. **Interfaces da Educação**, Paranaíba, v. 9, n. 25, p. 350-377, 2018.

DUSO, Leandro. O uso de modelos no ensino de biologia. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO, 16., 2012, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: FE/Unicamp, 2012. p. 428-437.

DUSO, Leandro; CLEMENT, Luiz; PEREIRA, Patrícia Barbosa; FILHO, José de Pinho Alves. Modelização: uma possibilidade didática no ensino de Biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 29-44, maio/ago. 2013.

FERREIRA, Poliana Flávia Maia. **Modelagem e suas contribuições para o ensino de ciências**: uma análise no estudo de equilíbrio químico. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/FAEC-85UP2D>. Acesso em: 20 abr. 2021.

FERREIRA, Poliana Flávia Maia; JUSTI, Rosária da Silva. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 28, p. 32-36, maio 2008.

JUSTI, Rosária. Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do ensino de ciências. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 31-48, nov. 2015.

MOUL, Renato Araújo Torres de Melo; SILVA, Flávia Carolina Lins da. A modelização em genética e biologia molecular: ensino de mitose com massa de modelar. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 12, n. 2, p. 118-128, 2017.

SOUZA, Suzani Cassiani de; ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de. A fotossíntese no Ensino Fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 1, p. 97-111, 2002.

VIGOTSKY, Lev Semenovich. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VYGOTSKI, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

TRAZZI, Patrícia Silveira da Silva; OLIVEIRA, Ivone Martins de. O processo de apropriação dos conceitos de fotossíntese e respiração celular por alunos em aulas de Biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 85-106, jan./abr. 2016.

WIRZBICKI, Sandra Maria. **As aprendizagens do conceito energia do metabolismo celular nas interações entre professores e estudantes mediadas pelos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio**. 2015. Tese (Doutorado).



Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/134860>. Acesso em: 25 mar. 2021.

WIRZBICKI, Sandra Maria; PANSERA-DE-ARAÚJO, Maria Cristina; DEL PINO, José Claudio. Descritores das abordagens de energia em livros didáticos brasileiros de Biologia do Ensino Médio. **Bio-grafia**, Colômbia, v. 7, n. 13, p. 177-191, jul./dez. 2014.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre, RS: Artmed, 1998.