



INVESTIGANDO RELAÇÕES ENTRE O CICLO DO CARBONO E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS - UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO NO CONTEXTO DE UM ESTÁGIO DA LICENCIATURA

Arthur Santos Cavalcante¹, Natalia dos Santos Silva Vieira², Bruna Freire Soares³, Grazieli da Silva Cerqueira⁴

¹ Universidade de São Paulo/Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas/Instituto de Biociências, arthur.santos.cavalcante@usp.br

² Universidade de São Paulo/Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas/Instituto de Biociências, natalia.santos.vieira@usp.br

³ Universidade de São Paulo/Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas/Instituto de Biociências, bruna.freire.soares@usp.br

⁴ Universidade de São Paulo/Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas/Instituto de Biociências, grazieli.cerqueira@usp.br

INTRODUÇÃO

A sequência descrita neste trabalho foi desenvolvida por um grupo de quatro licenciandos do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP), no contexto da disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino de Biologia (ESEB). A proposta da disciplina envolve a aplicação de uma sequência didática investigativa (SDI) composta por, no mínimo, três aulas em duas turmas, a ser realizada no âmbito do ensino fundamental II ou ensino médio (regular ou EJA), em escolas da rede pública.

O grupo atuou na Escola Estadual Professor Emygdio de Barros, localizada na região do Butantã na Zona Oeste do município de São Paulo. O estágio foi realizado em três turmas do 1º ano do ensino médio, 1º B, C e E, dividindo as atividades entre horas de observação das aulas de biologia e horas de aplicação da SDI. Nessa conjuntura, foi desenvolvida uma SDI que contemplou quatro aulas de cinquenta minutos cada uma, que continha como pergunta norteadora “Por que o mundo está ficando mais quente?”.

A problemática ambiental em torno da temática “aquecimento global” está relacionada à sua classificação enquanto tema controverso. Autores como Reis e Galvão (2005) destacam a importância de se trabalhar com temas controversos dentro do ambiente de sala de aula, uma vez que a sociedade é constantemente submetida a um volume de informações diárias que nem sempre condizem com a realidade. Diante disso, Freitas *et al.* (2006) enfatiza o papel da escola como agente promotor em estimular a reflexão sobre a natureza da ciência e da interface entre ciência, tecnologia e sociedade, além de estimular também as competências argumentativas dos alunos.



A SDI desenvolvida levou em consideração a abordagem de um tema controverso, trazendo o conceito de aquecimento global como um fenômeno resultante do aumento das emissões artificiais de gás carbônico e o aumento da temperatura. Sendo este o tema central da SDI, relacionamos à dinâmica do ciclo do carbono (previsto no currículo) para desenvolvermos os eixos da alfabetização científica, integrantes do Ensino por Investigação, dentro de um contexto onde o problema é de cunho ambiental, econômico e social.

A SDI foi composta por um objetivo geral: i. Estabelecer relações entre o Ciclo do Carbono e as Mudanças Climáticas Globais; e três objetivos específicos: ii. Identificar onde o carbono está presente e suas transformações no ciclo; iii. Diferenciar os efeitos de emissões naturais e artificiais de carbono na atmosfera; e iv. Integrar e justificar relações de causa e efeito do aquecimento global a médio e longo prazo.

METODOLOGIA

A experiência de observação do estágio permitiu a tomada de decisão sobre qual grau de abertura a SDI teria, de acordo com a classificação de Banchi e Bell (2008). A escolha de um grau de abertura estruturado, onde a pergunta norteadora e a metodologia da SDI foram apresentadas aos alunos, levou em consideração a dinâmica funcional das turmas observadas, que tinham a figura da professora como referência constante e ativa nas interações, sendo que os alunos continham-se em fazer registros das respostas e correções sobre questões exploradas pela professora em aulas que são, em geral, expositivas. Dessa forma, como os alunos não são estimulados a levantarem hipóteses e formularem perguntas, encontramos nesse grau de abertura a vantagem de desenvolver a SDI em paralelo a uma estrutura que os alunos já estão familiarizados, mas que também possibilitasse uma postura mais participativa deles.

Segundo o ciclo investigativo descrito por Pedaste *et al.* (2015), as quatro atividades da SDI dividiram-se da seguinte forma: na fase de orientação e conceitualização, com o intuito de estimular o interesse dos alunos sobre o tema, foram selecionadas manchetes com informações frequentemente veiculadas na mídia sobre causas e consequências do aquecimento global. Os alunos fizeram a leitura dessas manchetes e responderam às questões que buscavam identificar os fenômenos apresentados, a problemática ambiental e estabelecer relações de causa e efeito. Após o compartilhamento das respostas entre os



estudantes houve uma discussão retomando os pontos principais trazidos em suas conclusões.

Para que os alunos tivessem elementos que os permitissem responder a pergunta da SDI, foram realizadas três atividades na fase de investigação: na segunda atividade da SDI, os alunos montaram o ciclo do carbono e indicaram onde esse elemento está presente por meio da leitura de textos complementares; na terceira atividade, os alunos analisaram e argumentaram sobre as possíveis consequências da construção de uma carvoaria, utilizando as informações de um estudo sobre o estoque de carbono na Mata Atlântica; na última atividade de investigação, os alunos leram e interpretaram gráficos que apresentavam um histórico e previsões das mudanças na temperatura global e algumas consequências. Todas as atividades foram feitas em grupo e orientadas por meio de roteiros com questões norteadoras.

A SDI foi finalizada com a retomada e sistematização das informações levantadas nas atividades realizadas nas quatro aulas, visando possibilitar que os alunos respondessem à pergunta norteadora individualmente.

RELATO DE EXPERIÊNCIA

As atividades da SDI têm roteiros que orientam os alunos e também servem como formas de registro. As respostas dos roteiros foram usadas para avaliação tanto das turmas quanto dos objetivos propostos. Também consideramos as respostas presentes nas discussões conjuntas das turmas durante os momentos de compartilhamento, assim como os registros na lousa das hipóteses levantadas pelos alunos, para avaliação dos nossos objetivos. Consideramos evidências de que os objetivos foram alcançados quando os textos ou falas trouxeram paralelos com o que estava sendo proposto, mas não foi possível generalizar para todos os alunos, pois os elementos não estavam presentes em todas as respostas.

Com relação ao objetivo geral, os aspectos da interferência humana nos processos naturais do ciclo do carbono apareceram em diversas respostas individuais à questão norteadora, como demonstrado nos exemplos abaixo:

- Aluno 1: *“Por causa do efeito estufa que está com CO₂ em excesso, isto por consequência de desequilíbrios no ciclo do carbono, muito CO₂ liberado e pouco local (arvorés) (sic) para armazená-lo.”*



- Aluno 2: *“Todos os dias o mundo está ficando mais quente, por causa da emissão (sic) de CO₂ e outros fenômenos por exemplo desmatamento e a queima de árvores, sem as árvores não tem absorver (sic) o CO₂, quanto mais CO₂ maior a temperatura da terra.”*
- Aluno 3: *“O mundo está ficando mais quente porque a atmosfera ta cada dia mais quente, com o aumento de CO₂ faz com que aumente a temperatura ao longo do tempo, o desmatamento ajuda nesse aumento.”*

Diversas respostas apontavam interferências ou associações ao ciclo do carbono - como o desmatamento, a poluição e o efeito estufa -, mas por aparecerem como aspectos isolados, não é possível atrelar como fatores causais com as mudanças climáticas.

Com relação aos objetivos específicos, as transformações no ciclo foram indicadas pela maioria dos grupos de forma correta no próprio roteiro, apesar de poucos terem identificado onde o carbono estava presente nos elementos do esquema. A sistematização conjunta ajudou a alinhar o que foi trazido pelos diferentes grupos, ajustando incorreções e compartilhando o que se esperava com base nas informações fornecidas.

Quanto ao segundo objetivo específico, notamos que os elementos surgiram de forma muito clara durante a sistematização oral da atividade 3, mas que as respostas textuais ficaram mais voltadas a aspectos da queima e do desmatamento, não necessariamente relacionando com as emissões naturais e as diferenciando. Como mostrado nas respostas abaixo:

- Grupo 01: *“Desequilíbrio no ecossistema que é causado pelo desmatamento e queimas que causaria liberação em excesso do carbono e uma quebra do ciclo do carbono.”*
- Grupo 02: *“Não é conveniente a abertura da carvoaria pois a queima das árvores ocasionará o excesso de liberação de CO₂.”*

Ainda assim, as emissões naturais foram melhor contempladas pela atividade 2, ao se apontar processos como a respiração, a decomposição e a própria fotossíntese, o que apareceu no debate sobre essa atividade. Algumas respostas individuais para a questão norteadora trouxeram esses aspectos, como nos exemplos acima, relacionando a participação das árvores como agentes fundamentais no ciclo do carbono, mas com um enfoque no estoque desse elemento, não necessariamente na sua emissão.

No que diz respeito ao último objetivo específico, o efeito estufa como agente causador do aumento da temperatura apareceu em diversas respostas individuais à questão



norteadora. Também houve respostas que buscaram relacionar os dados trazidos entre os diferentes gráficos da última atividade, como no exemplo abaixo:

- Grupo 03: “O primeiro gráfico trata do aumento da temperatura que causa o derretimento do gelo, tratado no gráfico 2, que causa o aumento do nível do mar que emite gases estufa no gráfico 3 e a emissão desses gases por alimentos, no gráfico 4.”

Sobre o aspecto dos efeitos a médio e longo prazo, surgiram apontamentos sobre como eram as previsões do aumento do nível do mar em dois cenários diferentes, relacionados à emissão de gás carbônico. Nas falas, também foram apontadas possíveis consequências disso, como o fato de algumas cidades estarem correndo risco de serem submergidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no desenvolvimento da SDI e nos registros, avaliamos que os alunos relacionaram o ciclo do carbono e as mudanças climáticas globais tanto com os elementos fornecidos pelas atividades quanto pelos pontos levantados nas discussões ao formularem hipóteses. Através da identificação do carbono como componente essencial dos seres vivos e de suas transformações, da diferenciação dos efeitos de emissões naturais e artificiais de carbono na atmosfera e da previsão de alterações causadas por essas emissões em uma perspectiva global, os estudantes estabeleceram relações entre o Ciclo do Carbono e as Mudanças Climáticas Globais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a equipe da disciplina de ESEB pelo subsídio para realização dessa SDI, especialmente às professoras Daniela Lopes Scarpa e Maíra Batistoni e Silva. Também agradecemos muito a professora Sílvia, responsável pelas turmas que acompanhamos durante o estágio, por ser muito companheira e estar aberta às nossas ideias. Por fim, um agradecimento aos alunos dos primeiros anos que se engajaram na realização das atividades e tornaram esse relato possível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANCHI, H.; BELL, R. The many levels of inquiry: inquiry comes in various forms. *Science and Children*, v. 46, 2008, p. 26-29.

FREITAS, D. *et al.* A natureza dos argumentos na análise de temas controversos: estudo de caso na formação de pós-graduandos numa abordagem CTS. In: III Colóquio Luso- Brasileiro sobre Questões Curriculares, 2006, Braga - Portugal. Anais em CD-Rom: III Colóquio Luso-Brasileiro sobre Questões Curriculares, 2006.



2º EnECI – Encontro de Ensino de Ciências por Investigação

25 a 27 de maio de 2020

PEDASTE, M. *et al.* Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, v.14, 2015, p. 47-61.

REIS, P.; GALVÃO, C. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, Instituto de Física, UFRGS. v. 10, N. 2, junho de 2005.