

DESENVOLVENDO O PENSAMENTO CIENTÍFICO NO ENSINO MÉDIO**DEVELOPING THE SCIENTIFIC THINKING IN HIGH SCHOOL**

Raphaela Junqueira Carvalho¹
Ana Carolina Morais Apolônio²

Resumo

O propósito dessa pesquisa foi estruturar uma sequência didática, que auxiliasse o desenvolvimento do pensamento científico em alunos do ensino Médio, por meio da abordagem investigativa. A pesquisa foi desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional do programa de pós-graduação em ensino de Biologia em rede Nacional (PROFBIO) da UFJF, e da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e aplicada em turmas do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública na cidade de São Lourenço/MG. A análise qualitativa dos dados contou com a participação direta da pesquisadora que descreveu e relatou os dados coletados. A aplicação da sequência didática, que foi feita de forma aleatória para adequação ao currículo e programação escolar, possibilitou os alunos adquirir autonomia intelectual com os debates, reflexões e protagonismo, que são características indispensáveis para o desenvolvimento do pensamento científico. Os alunos também conseguiram propor mudanças de hábitos em sua comunidade baseando-se em evidências científicas. Essa atuação, ativa na sociedade, contribui para formação cidadã dos educandos. O papel da escola, representado aqui pelo professor de Biologia, aproxima o trabalho científico à realidade dos alunos, sendo essencial no enfrentamento dos desafios da sociedade atual.

Palavras-chave: Atividades investigativas; estratégias de ensino; sequência didática; ensino de Biologia.

Abstract

The aim of this study was to structure a didactic sequence for assist the scientific thinking development in high school students through the investigative approach. The research was developed within the scope of the Professional Master's Degree in Biology Teaching (PROFBIO) at the Federal University of Juiz de Fora (UFJF) and applied to classes in the 1st year of high school at a public school in the city of São Lourenço/MG. The qualitative analysis of the data had the direct participation of the researcher who described and reported the collected data. Through the application of the didactic sequence, that was

¹ Mestre pelo PROFBIO Mestrado Profissional em Ensino de Biologia pela Universidade Federal de Juiz de Fora Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 36036-900, Brasil. E-mail: carolina.apolonio@ufjf.br Telefone: +55 32 2102 3213.

² Possui doutorado (2009) e mestrado (2005) em Microbiologia, e graduação em Odontologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2003), curso técnico em Química Industrial pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (1996). Atualmente é Professora Adjunta da Universidade Federal de Juiz de Fora no Departamento de Parasitologia, Microbiologia e Imunologia. Tem experiência na área de Microbiologia e Odontologia, atuando principalmente nos seguintes temas: identificação e caracterização microbiana, produtos com atividade antimicrobiana, avaliação de compostos bioativos, perfil de sensibilidade e resistência a antimicrobianos, ecologia bucal. Atua na formação continuada de professores orientando no Programa de Pós-graduação em Odontologia (UFJF) e no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO, UFJF/UFMG). Scopus ID: 16506163000; Research ID: P-3254-2018; ORCID : 0000-0001-9049-7660.

done at random to adapt them to the needs of the curriculum and of the school's annual schedule, enabled students to acquire intellectual autonomy through the debates, reflections and protagonism, which are essential characteristics for the development of scientific thinking. The students also were able to propose changes on habits in their community based on scientific evidence. This activity, active in society, contributes to the citizens' education of students. The role of the school, represented here by the Biology teacher, brings scientific work closer to the students' reality, being essential in facing the challenges of society nowadays.

Keywords: Investigative activities; teaching strategy; scientific thinking; following teaching; Biology teaching.

1. Introdução

A relação entre professores e alunos é considerada um ponto chave na educação. De um modo geral, ao longo dos anos, o professor deixou de ser o detentor do conhecimento, aquele que transmitia o saber para um aluno receptor/ouvinte, e passou a oportunizar a participação dos alunos no processo de ensino, onde estes podem compartilhar suas ideias e conhecimentos adquiridos ao longo de sua existência (KRASILCHIK, 2004; CACHAPUZ et al., 2005). Essa mudança no foco de atuação do professor é apenas um dos obstáculos que têm sido enfrentados pela educação.

Especificamente no Ensino de Biologia, outras questões desafiam o trabalho do professor em sala de aula. O conhecimento científico é fundamental para auxiliar no entendimento da vida e, por isso, a disciplina de Biologia é de grande importância no Ensino Médio. Porém, devido à complexidade dos termos e dos processos biológicos, somando-se ao modo de trabalho do professor, a disciplina pode se apresentar pouco atraente para os alunos sobretudo quando não há envolvimento dos mesmos no processo ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, para Krasilchik (2004, p. 11) o currículo de biologia deve ser objeto de intensos debates, para que a disciplina possa, de fato, contribuir para a formação de cidadãos, e ser merecedora da atenção dos alunos. Além disso, o professor precisa trabalhar com diversos conceitos e processos de difícil compreensão e observação por parte dos alunos, incluindo no processo de ensino-aprendizagem as experiências de vida dos próprios alunos. Ainda, segundo Krasilchik (2004, p. 57),

A palavra só passa a ter significado quando o aluno tem exemplos e suficientes oportunidades para usá-las, construindo sua própria moldura de associações. Como às vezes os termos apresentados são desnecessários, uma vez que nunca mais voltarão a

ser usados, o professor deve tomar cuidado para não sobrecarregar a memória dos alunos com informações inúteis (Krasilchik, 2004, p. 57).

Outro aspecto importante e desafiador no ensino de Biologia é a alfabetização científica, tão necessária e que contribui com uma aprendizagem mais significativa, questionadora, reflexiva e crítica. Sobre este aspecto, Wieman (2007, p.9) destaca que:

O objetivo do ensino de ciências não é mais simplesmente treinar aquela minúscula fração da população que se tornará a próxima geração de cientistas. Precisamos de uma população alfabetizada em ciência que se preocupe com os desafios globais que a humanidade enfrenta e que a ciência pode explicar, para que assim possa tomar decisões sábias, informadas por compreensão científica (WIEMAN, 2007, p. 9).

Ao ensinar Biologia é importante mostrar aos alunos que as questões abordadas pela disciplina são dinâmicas, e que o conhecimento está em constante processo de construção, muitas vezes atrelado ao desenvolvimento tecnológico. Além disso, é fundamental relacionar o contexto histórico ao conteúdo abordado, para que o aluno perceba que o conhecimento científico é construído ao longo dos anos, por várias pessoas, e não é engessado, inquestionável e absoluto (BRASIL, 2018, p. 550).

Nos últimos anos, com as diversas transformações da sociedade, tornou-se necessário modificar as formas de ensinar (VAILLANT, 2012), exigindo do professor novos métodos e abordagens de ensino. Considerando essa necessidade de mudança no ensino, especificamente no campo da Biologia, neste trabalho foi utilizada a abordagem investigativa na construção de uma sequência didática para desenvolver o pensamento científico em alunos do ensino Médio de uma escola pública.

2. Abordagem investigativa

Primeiramente, é válido salientar que neste trabalho não serão aprofundadas discussões sobre a validade e eficácia do método científico, pois, para os fins desse projeto, o método científico foi utilizado apenas como forma de registro do processo investigativo. O ensino por investigação tem como objetivo estimular os estudantes a analisar fenômenos da natureza de modo profundo, para que possam construir um conhecimento mais próximo do científico do que do senso comum, e não formar verdadeiros cientistas (CAMPOS e NIGRO, 2009, p.25).

De acordo com Gil Pères (1993, p. 197-212), o ensino por investigação acontece por meio da proposição de situações-problema, com estudo qualitativo e formulação de hipóteses tratadas cientificamente (validação, reformulação, experimentação, análise dos resultados).

Através desse ambiente investigativo, os professores podem mediar um processo simples de trabalho científico, para que gradativamente os alunos ampliem sua cultura e linguagem científica (SASSERON E CARVALHO, 2008, p. 333-352).

Além disso, é importante proporcionar aos alunos condições de apresentarem seus conhecimentos prévios, ideias próprias e discuti-las, a fim de transpor o saber espontâneo ao científico, adquirindo assim compreensão do aprendizado estruturado por gerações anteriores (CARVALHO *et al.*, 2013, p. 9). Sobre essa participação ativa dos alunos nas atividades investigativas, Freire (2009, p. 105) evidencia que:

O ensino por investigação constitui uma orientação didática para o planejamento das aprendizagens científicas dos alunos, reflete o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência, dá ênfase ao questionamento, à resolução de problemas, à comunicação e usa processos da investigação científica como metodologia de ensino [...] Incide naquilo que os alunos fazem e não somente naquilo que o professor faz ou diz, o que exige uma mudança de um ensino mais tradicional para um ensino que promova uma compreensão abrangente dos conceitos, o raciocínio crítico e o desenvolvimento de competências de resolução de problemas. Os alunos são envolvidos em tópicos científicos, colocando uma prioridade na evidência e na avaliação de explicações alternativas [...] O uso de atividades de investigação podem ajudar os alunos a aprender ciência, a fazer ciência e sobre ciência (Freire, 2009, p.105).

Na literatura encontram-se estudos que apresentam diferentes definições de atividades investigativas (MONK e DILLON 1995; WELLINGTON, 2000; NSTA, 2002; CARLSON, HUMPHREY e REINHARDT, 2003; MAGNUSSON, PALINCSAR e TEMPLIN, 2006; CARVALHO *et al.*, 2013). Todas as definições apresentam aspectos em comum, que se relacionam com a identificação e a resolução do problema, análise e discussão de dados e procedimentos que geram aprendizado. Considerando a importância dos estudos mencionados, a seguir são apresentados alguns aspectos de cada um deles a respeito das atividades investigativas.

Monk e Dillon (1995) defendem a necessidade de que no decorrer de uma atividade investigativa sejam contempladas três fases. A primeira fase é a definição do problema, que pode ser aberto (exploratório) ou fechado (problema bem definido, explícito). A segunda é sobre a escolha do método, em que o professor pode fornecer o material e os procedimentos (fechado) ou a escolha do material e procedimento adotado é livre (aberto) aos alunos. Já na terceira fase, a atividade aberta tem várias soluções como corretas, enquanto a fechada conta com apenas uma solução correta do problema apresentado.

Para Wellington (2000), as atividades investigativas variam de acordo com o grau de abertura e orientação (direta ou indireta). O professor ou o aluno podem ser mais ativos no

processo, e as soluções para os problemas podem apresentar apenas um caminho ou vários caminhos. Além disso, o autor defende que o processo investigativo deve ser cíclico, permitindo ao aluno propor novas questões, rever o plano e a partir disso fazer novas previsões durante todo processo.

Já a proposta de modelo de atividade investigativa elaborada pela *National Science Teacher Association* (NSTA, 2002) segue o padrão geral das atividades investigativas. Porém, permite que o professor faça uma avaliação formativa durante o processo, melhorando o desempenho dos alunos ao favorecer a avaliação como aprendizagem.

Carlson, Humphrey e Reinhardt (2003) consideram que a atividade investigativa deve ser desenvolvida em quatro etapas, sendo: apresentação do problema, exploração, proposição de soluções e reflexão. O modelo, segundo os citados autores, também se apresenta de forma cíclica, permitindo ao aluno retornar a etapas anteriores sem necessariamente seguir um fluxo unidirecional.

Já o modelo de Magnusson, Palincsar e Templin (2006) inclui a etapa de motivação, importante para o engajamento do aluno durante todo o processo de investigação e comunicação, onde poderão apresentar e debater suas hipóteses e explicações. Outro ponto de destaque apresentado por estes autores é a etapa de comunicação, pois permite que o aluno perceba a importância da comunicação e publicação de resultados para o avanço científico.

Por fim, temos a contribuição de Carvalho *et al* (2013, p.14) sobre atividades investigativas não experimentais. Esse tipo de atividade visa à introdução de um novo conhecimento a partir da leitura e da análise de gráficos, tabelas, reportagens de jornal, notícias, entre outros materiais. A atividade deve ser mediada pelo professor, sendo que este conduz a investigação por meio de questionamentos, enquanto os alunos confrontam suas hipóteses com a análise do material disponível.

De fato, a abordagem investigativa vem ganhando destaque como estratégia de ensino de Biologia. Isso pode ser evidenciado pela análise da proposta da Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018), que será implementada nos próximos anos no Ensino Médio brasileiro.

3. Base nacional comum curricular

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio foi homologada em dezembro de 2018, mas ainda não ocorreu sua implementação. Esse documento normativo estabelece um conjunto de aprendizagens essenciais que os educandos devem desenvolver ao decorrer da Educação Básica (BRASIL, 2018, p. 9). A BNCC destaca as competências gerais da Educação Básica, proposta pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, LDB – Lei 9.394 de 1996) e, entre essas diretrizes, duas servem como alicerce para este trabalho. São elas:

[...] 2-Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas [...]. 7-Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (BRASIL, 2018, p. 9).

Essas competências reforçam a Biologia como uma ciência experimental e sistematizada, que pode ser evidenciada por meio da utilização do método científico na escola. Além disso, enfatiza a importância da veracidade dos fatos para o debate de ideias e tomada de decisões em diferentes situações cotidianas.

Com relação às competências específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Médio, uma delas foi norteadora para o desenvolvimento da sequência didática que fundamentou este trabalho:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2018, p. 553).

É possível identificar que o ensino por investigação estimula a curiosidade, inerente à natureza do aluno, possibilita a prática reflexiva a respeito de diversas situações, desenvolve o pensamento crítico e questionador, fundamentais para a prática da cidadania, além de promover o protagonismo dos alunos e incentiva a criatividade na busca por soluções:

A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos, como no caso das matrizes energéticas e dos processos industriais, em que são indispensáveis os conhecimentos científicos, tais como os tipos e as transformações de energia, e as propriedades dos materiais. Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente (BRASIL, 2018, p. 551).

A BNCC ainda discute historicamente os fatores culturais, econômicos e sociais que influenciam a construção do conhecimento, e dessa forma reconhece que a ciência não pode ser entendida como verdade absoluta e infalível, mas como conhecimento em constante construção e aperfeiçoamento. Nesse sentido, segundo a BNCC (BRASIL, 2018, p. 550):

Ainda com relação à contextualização histórica, propõe-se, por exemplo, a comparação de distintas explicações científicas propostas em diferentes épocas e culturas e o reconhecimento dos limites explicativos das ciências, criando oportunidades para que os estudantes compreendam a dinâmica da construção do conhecimento científico (BRASIL, 2018, p. 550).

Portanto, a BNCC permite, através do currículo, que os alunos vivenciem discussões éticas, socioculturais, políticas e econômicas relacionadas às Ciências da Natureza e a cultura científica, exercendo o pensamento crítico e a tomada de decisões ao solucionar situações-problemas que poderão ser utilizadas em seu cotidiano.

Diante da crescente necessidade de desenvolver o currículo de Biologia de acordo com a abordagem investigativa, sobretudo para melhorar a formação científica dos alunos, é que se justifica a aplicação da sequência didática que apresentou dois propósitos: desenvolver o pensamento científico dos educandos e disponibilizar um material de cunho investigativo, acessível a qualquer professor de ensino médio, e aplicável a diferentes tópicos.

4. Metodologia

Esta pesquisa foi desenvolvida no âmbito do Programa de Pós Graduação, categoria Mestrado Profissional, em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e aplicado em turmas do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Doutor Humberto Sanches, na cidade de São Lourenço/MG.

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de ética em Pesquisa Humana da Universidade Federal de Juiz de Fora em 08/02/2019 sob número CAAE 07878819.0.0000.5147, e aprovado pelo parecer 3.420.661 em 27/06/2019. Somente após a aprovação ética as atividades foram iniciadas.

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, na qual a coleta de dados contou com a participação direta da pesquisadora, que descreveu os discursos dos alunos, relatou os acontecimentos e intercorrências durante as aulas, e analisou a aplicação da sequência didática. Neste processo da pesquisa foram utilizadas diferentes ferramentas tais como: diário de campo, questionários, fotos e anotações dos alunos durante todas as atividades. Conforme Ludke e André (2018)

A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento [...] a pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada, via de regra através do trabalho intensivo de campo. (LUDKE e ANDRÉ, 2018 p.11)

As atividades referentes ao desenvolvimento da sequência didática ocorreram no horário regular das aulas de Biologia, com alunos do 1º ano do Ensino Médio, que tinham entre 14 e 17 anos, e se encontravam devidamente matriculados na Escola Estadual Doutor Humberto Sanches, em São Lourenço/MG. Foram desconsiderados para as atividades os alunos transferidos, evadidos, infrequentes e licenciados (doença, gestação, etc.). As atividades foram desenvolvidas entre os meses de agosto e outubro de 2019 e contou com a participação de no máximo 24 alunos.

4.1 Sequência didática

A sequência didática estruturada para o presente trabalho foi organizada a partir de quatro atividades e um questionário avaliativo, os quais podem ser desenvolvidos de forma aleatória, a critério do professor. As atividades de 1 a 3 foram retiradas e adaptadas da literatura, a partir dos trabalhos de Martins (2010) e Martins (2017). Já a atividade 4 foi elaborada pela pesquisadora. A sequência didática foi desenvolvida ao longo de 13 aulas com duração de 50 minutos cada. O horário das aulas foi alterado para que as mesmas fossem geminadas, a fim de otimizar o tempo das atividades, com 100 minutos de aula semanal.

Como as atividades não foram desenvolvidas de forma sequencial, a professora pôde adequá-las às necessidades do currículo e da programação anual da escola, e, portanto, foram utilizadas de acordo com o objetivo proposto para cada uma delas. Uma avaliação qualitativa ocorreu durante todas as atividades e posteriormente através do questionário. A seguir, são descritas de forma detalhada as quatro atividades que compuseram a sequência didática e o questionário avaliativo.

4.1.1 Atividade 1: a garrafa azul

Inicialmente foi realizada a seguinte reflexão: “O que a Ciência representa para a sociedade?” Em seguida, abriu-se espaço para que os alunos pudessem expressar e confrontar suas ideias. Após a reflexão deu-se início à primeira atividade, que foi desenvolvida durante duas aulas (100 minutos) com a participação de 20 alunos. O objetivo foi estimular a curiosidade dos alunos em investigar fenômenos.

A atividade consistia em observar e deduzir o que acontecia com o fenômeno da “Garrafa azul” no qual durante repouso o líquido em seu interior se apresenta incolor e após agitação fica azul intenso. Todos os materiais necessários à atividade foram preparados previamente pela professora, especialmente as garrafas por conterem soda cáustica em sua composição. A garrafa foi lacrada para evitar possíveis acidentes (a descrição da atividade e as instruções para preparo constam no anexo A – atividade 1: a garrafa azul). A garrafa era confeccionada em plástico, e no interior da mesma se encontrava o líquido que a preenchia parcialmente. Os alunos observaram a garrafa e fizeram registros seguindo as orientações abaixo: “Descreva as características do líquido presente no interior da garrafa; Após a garrafa ter sido agitada com força, o que você observou? Houve alguma alteração do líquido? Após alguns minutos de repouso sobre a mesa, o que aconteceu com o líquido?”. Com essas informações os alunos começaram a levantar as hipóteses respondendo a seguinte pergunta: “O que você acha que está acontecendo dentro da garrafa para ocorrer essas alterações?”.

Após o levantamento das hipóteses, os testes para comprovação das mesmas foram iniciados. Para tanto, foi utilizada uma segunda garrafa, a qual os alunos não tinham visto anteriormente. Esta estava completamente preenchida com solução. Esse momento foi destinado ao confronto dos resultados e consenso entre os alunos sobre o fenômeno da garrafa.

Ao final do processo, os alunos tiveram a oportunidade de expressar como foi a vivência dessa investigação e debater sobre a importância da curiosidade para as descobertas científicas. Ao final, foram conhecidas as etapas do método científico como registro do processo.

4.1.2 Atividade 2: observando uma vela

A segunda atividade também contou com a participação de 20 alunos, que foram divididos em quatro equipes, com cinco integrantes cada, e duração de 100 minutos (2 aulas). O objetivo da atividade foi ampliar a capacidade dos alunos de levantar hipóteses, fazer observações e registrá-las no formato de um relatório.

Os alunos foram orientados sobre os cuidados que devem ter no laboratório, especialmente sobre o uso de fogo, que era um dos elementos utilizados na atividade. Cada equipe recebeu os seguintes materiais fornecidos pela professora: vela, caixa de fósforos, pratinho de louça e régua de metal.

Com os materiais em mãos, as equipes dos alunos relataram as características da vela que já conheciam. Em seguida, observaram e registraram, com a maior riqueza de detalhes possível, as características da vela apagada (cor, tamanho, material do qual é feita, peso, etc.) e depois, acessa (características da chama e tamanho). Alguns registros foram acompanhados por desenhos confeccionados pelos alunos.

Finalizada essa primeira etapa, os alunos apagaram a chama da vela e responderam as questões a seguir: “O que vocês são capazes de observar e sentir logo após a chama da vela ser apagada?; O que queima na vela: o pavio ou a parafina?”.

Após consenso entre seus membros, cada uma das equipes apresentou suas respostas aos demais grupos, e prosseguiu-se para a etapa de teste das hipóteses, sob orientação da professora. O teste consistia em acender a vela e, após detecção de chama contínua, apagá-la. Rapidamente, o aluno deveria acender um fósforo, encostar sua chama na fumaça originada pela chama da vela recém apagada, e observar. Era esperado que o aluno conseguisse acender a vela por meio da fumaça. Com o resultado do teste e as hipóteses em mãos, os alunos confrontaram suas respostas iniciais ao questionamento “o que queima na vela: o pavio ou a parafina?”

Com as novas observações, os alunos chegaram a uma conclusão que posteriormente foi apresentada aos demais grupos. Finalizada essa primeira parte, eles receberam orientações sobre a confecção de um relatório, como forma de registro da experiência que fizeram.

4.1.3 Atividade 3: podem moscas surgirem de bananas?

Participaram dessa atividade 24 alunos que foram divididos em duas equipes com 12 alunos cada. No total, foram utilizadas três aulas (150 minutos). O objetivo dessa atividade foi permitir o protagonismo dos alunos na execução do experimento proposto, para que pudessem compreender a importância de se fazer uma experiência controlada, com observações e registros criteriosos, além do tempo gasto no processo. Para isso, cada equipe recebeu da professora os seguintes materiais: 2 bananas maduras, 2 potes de vidro transparentes, 2 etiquetas, 1 caneta azul, 1 faca de plástico, 1 pote de gaze, e 2 elásticos.

Com os materiais em mãos, os alunos cortaram as bananas e colocaram nos potes. Etiquetaram um pote identificado como “A” que deveria ser fechado com gaze e elástico e outro identificado como “B” que foi fechado após uma semana. Os alunos escolheram um local para colocar os potes que deveria ser próximo a portas ou janelas. Assim que terminaram, os alunos responderam aos seguintes questionamentos: “É possível moscas surgirem de bananas?; O que vocês acham que vai acontecer daqui a duas semanas com as bananas?”.

Durante duas semanas os alunos observaram as alterações nos dois potes e fizeram anotações. Como tarefa, os alunos pesquisaram o ciclo de vida da mosca *Drosophila melanogaster* para posteriormente identificar as etapas do ciclo de vida desta espécie na experiência. Ao final das duas semanas, os alunos confrontaram suas observações com suas proposições iniciais, relataram suas intercorrências, e colocaram suas percepções acerca da vivência do processo. Conversou-se a respeito da geração espontânea e da biogênese. Além disso, o tema foi trabalhado no contexto histórico, apontando os cientistas envolvidos e suas experiências.

4.1.4 Atividade 4: movimento antivacina

Essa atividade foi desenvolvida com 21 alunos, organizados em seis equipes de três a quatro integrantes. No total foram utilizadas cinco aulas (250 minutos). O objetivo desse momento foi proporcionar aos alunos um debate a respeito de um problema de saúde pública,

o movimento antivacina, além da reflexão sobre a importância do embasamento científico para as decisões diárias da sociedade.

Esta atividade foi iniciada com a seguinte situação problema: “Em 1922, duas crianças de uma mesma família morreram no mesmo dia. Anna Ivone Miller, com dois anos e meio, e Stanley Lee Miller, que tinha acabado de fazer um ano, foram vítimas de caxumba, sarampo e coqueluche, simultaneamente. As outras crianças da família, total de cinco, também adoeceram, mas sobreviveram”.

Os alunos analisaram a situação e responderam a questão: “Diante da problematização apresentada elabore uma hipótese que explique por que as duas crianças morreram e as outras cinco não, apesar de terem adoecido”.

As equipes apresentaram e debateram suas propostas. Em seguida, tiveram acesso ao artigo científico “Por que as vacinas são tão importantes”, de autoria de Natalia Pasternak Taschner, publicado em 05 de junho de 2017 pelo jornal da USP (TASCHNER, 2017). Ao término da leitura, foram levantados os principais pontos abordados pelo artigo, e os alunos responderam à seguinte pergunta: “Qual a importância da fundamentação científica e veracidade de fatos quando propagamos informações?”.

Com as respostas em mãos, os alunos retornaram à reflexão e ao debate, o que os levou a propor mudanças de hábitos, a fim de combater a disseminação de falsas notícias. Em seguida, foram levados ao laboratório de informática, e acessamos o site do Ministério da Saúde destinado ao combate às *Fake News*. Como forma de sensibilização e conscientização, os alunos foram também à sala de vídeo, e assistiram a um vídeo sobre as vacinas, produzido pelo Ministério da Saúde. O calendário nacional de vacinação também foi apresentado a eles e os conceitos de soro e vacina foram abordados.

4.1.5 Última etapa: Questionário

Um questionário estruturado com seis questões foi aplicado individualmente aos 21 alunos que estavam presentes (n=21). Na primeira questão, o aluno deveria identificar o conhecimento científico que levou à tecnologia da pasteurização, a partir da leitura de um texto. As segunda e terceira questões traziam também um texto, mas agora sobre o antraz, e nelas o aluno deveria identificar a hipótese (questão 2) levantada pelo médico alemão Robert Koch

(1843-1910) para a causa da doença, e o teste para seu diagnóstico (questão 3). Essas questões, de um a três foram retiradas da literatura (AMABIS & MARTHO 2010).

As demais questões (quatro, cinco e seis) foram elaboradas pela professora, e estão descritas, em sua ordem, a seguir: “Qual a importância do estudo científico para a sociedade?; Quais prejuízos causados pela disseminação de falsas notícias relacionadas à Ciência?; Cite medidas que poderiam ser adotadas para evitar tais prejuízos; Qual a importância de trabalhar a abordagem investigativa no ensino de Ciências da natureza?”.

Todas essas questões tinham como objetivo analisar a percepção dos alunos acerca do trabalho desenvolvido ao longo das aulas.

5. Resultados

Os excertos da pesquisa entendidos como mais relevantes foram transcritos e estão apresentados a seguir. Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, muito material foi produzido durante a aplicação das atividades, inviabilizando assim a transcrição de sua totalidade no espaço de um artigo.

Os aspectos relacionados às percepções dos alunos e à aplicação da sequência didática foram analisados e categorizados a partir das situações descritas no diário de campo, das informações coletadas por áudios, dos registros das atividades, dos debates, e dos questionários.

5.1 Percepções dos alunos durante as atividades

Os alunos tiveram um momento inicial, que antecedeu a primeira atividade, de reflexão e debate sobre o quê a Ciência representa para a sociedade. Abaixo estão apresentados alguns posicionamentos que contemplam de forma geral o pensamento dos alunos quanto ao tema:

Aluno A: “A Ciência é muito importante para nós, através dela temos entendimento amplo do mundo...”.

Aluno B: “A Ciência é uma tecnologia humana. Ela não é falada é demonstrada, faz descobertas através das experiências”.

Aluno C: “A Ciência é muito importante, pois ela pode comprovar muitas coisas com fatos”.

Aluno D: “A ciência está nas pequenas coisas desde a água fervendo na panela até a formação da chuva”

Aluno E: “A Ciência muito importante, pois através dela novos medicamentos são produzidos para combater as doenças.”.

Aluno F: “A Ciência não faz muito sentido”.

Aluno G: “A Ciência é o conhecimento mais consistente, mesmo se alterando frequentemente devido a novos estudos”.

Durante as atividades investigativas os alunos discutiram e apresentaram diversas hipóteses que posteriormente foram testadas. Entre elas, algumas estão transcritas a seguir.

Aluno A: “Está acontecendo uma reação quando o ar presente dentro da garrafa se mistura com os ingredientes da solução”.

Aluno B: “... o corante pode estar reagindo com as substâncias da solução e sobressai mais em relação aos outros solutos”.

Aluno C: “está acontecendo uma reação química entre as substâncias da solução”.

Aluno D: “A tampa da garrafa possui algum pigmento que se espalha quando a garrafa é agitada”.

A seguir, são apresentados excertos das considerações das equipes sobre a atividade 2, denominada “Observando uma vela”:

Equipe 1: “O que queima na vela é o pavio o que faz com que a parafina derreta”.

Equipe 2: “O pavio e a parafina queimam, a parafina serve de combustível e o pavio desacelera a queima”.

Equipe 3: “A parafina serve como combustível para a queima da vela”.

Foram selecionados também alguns trechos sobre as considerações das equipes referentes à atividade 3, intitulada “Moscas podem surgir de bananas?”:

Equipe 1: “Depende da situação, se uma mosca preexistente botar um ovo na superfície da banana vai acabar surgindo uma mosca ou o cheiro da decomposição pode atrair moscas”.

Equipe 2: “Não, as bananas não podem originar moscas”.

Sobre a atividade 4, “Movimento antivacina”, são apresentados alguns trechos das ponderações realizadas pelas equipes:

Equipe 1: “As duas crianças que acabaram morrendo não tomaram as vacinas”.

Equipe 2: “Devido à pouca idade talvez as crianças ainda não teriam tomado as vacinas”.

Equipe 3: “As cinco crianças que sobreviveram provavelmente foram vacinas e as que morreram não”.

Por fim, com relação aos prejuízos causados pela disseminação de falsas notícias e possíveis formas de combate à sua disseminação, os alunos fizeram as seguintes propostas:

Aluno A: “As pessoas devem pesquisar e verificar se a notícia que receberam é verdadeira antes de passar a diante”.

Aluno B: “Pessoas deixam de usar medicamentos, tomar vacinas e ir ao médico, pois a notícia falsa deixa-os com medo. Por isso devemos compartilhar ou notícias com procedência verídica”.

Aluno C: “Por exemplo, se as pessoas acreditarem em uma notícia falsa sobre as vacinas e não tomarem pode ser que isso faça mal lá na frente. Você tem que pesquisar direito antes de repassar alguma informação”.

Aluno D: “Notícias falsas podem dar um falso laudo do que você tem e assim você toma remédios ou faz tratamentos errados, piorando sua doença. Para impedir isso

basta verificar em muitos sites seguros ou a melhor opinião ir num médico especializado. Devemos denunciar as *Fake News*”.

Já com relação à importância das atividades investigativas para o aprendizado de Biologia, alguns posicionamentos dos alunos estão apresentados a seguir:

Aluno A: “É importante para desenvolver a curiosidade sobre certos fenômenos”.

Aluno B: “As aulas investigativas ensinam os alunos a aprenderem na prática”.

Aluno C: “Na minha opinião, foi bem incrível, pois não foi só teórico e é mais fácil aprender com a prática então quando trabalhamos a prática é muito mais legal e gera interesse”.

Aluno D: “Ensinar aos alunos que os cientistas fazem seus experimentos e tem de onde tirar as informações as quais são passadas para a sociedade que os experimentos são sim necessários”.

Aluno E: “Na minha vida abriu portas para a biologia, que antes não me chamaria tanta atenção. Aulas práticas nos dão a oportunidade de saber como é a vida e o trabalho de um cientista e descobrir se é de nosso interesse”.

5.2 Considerações sobre a sequência didática

A sequência didática seguiu as quatro etapas da abordagem investigativa. Assim, todas as atividades apresentaram (1) problematização que, conduzida ou não pela pesquisadora, desencadeava a (2) levantamento das hipóteses. Estas hipóteses eram então, (3) testadas por meio de experimentos ou pesquisas (leitura do artigo), gerando (4) debate e reflexão.

A quarta etapa, destinada ao debate e à reflexão, foi importante para a autonomia intelectual dos alunos, que traziam suas vivências e posicionamentos acerca de diferentes temas para o centro dos debates. Assim, eles tiveram a oportunidade de propor soluções para problemas reais do nosso cotidiano, como no caso do movimento antivacina.

Para que a sequência didática fosse colocada em prática, a escola precisou alterar a distribuição das aulas, de forma que as aulas de Biologia pudessem ser seguidas e contar com 100 minutos de aula semanal, otimizando assim o tempo da pesquisa. Porém, cada atividade da sequência apresenta um objetivo específico, o que permite a qualquer professor do Ensino Médio utilizá-las da melhor forma possível dentro da sua programação letiva, sem necessariamente aplicá-las de forma sequencial.

A abordagem investigativa pode ser utilizada em diferentes conteúdos e de várias maneiras. O professor que adota essa abordagem pode utilizar-se de pequenos momentos da aula para fazer questionamentos que leve os alunos à reflexão sobre determinada situação problema.

O professor tem o papel de mediador do conhecimento, sendo indispensável para o desenvolvimento do pensamento científico dos alunos. Quando o professor permite o protagonismo dos alunos em sala de aula, e mostra como a Ciência é feita, ele consegue aproximar o trabalho científico à realidade dos alunos, contribuindo para diminuir o abismo entre a Ciência e a sociedade. Essa relação mais próxima ajuda a enfrentar e resolver problemas cotidianos nos lugares de atuação dos alunos, com base em conhecimento científico construído em sala de aula.

Considerações finais

Existem vários caminhos para se elaborar uma atividade investigativa, mas a base dessa construção é a resolução de um problema inicial que proporcione aos alunos uma reflexão mais profunda sobre os conteúdos, e que pode ser sistematizada com a leitura de textos complementares. Essas atividades podem ser demonstrativas, experimentais ou de contextualização social. A utilização dessa abordagem no desenvolvimento do currículo de Biologia pode contribuir para o engajamento e protagonismo dos alunos durante o processo de ensino aprendizagem. No geral, de acordo com as evidências expostas ao longo desse trabalho e, considerando as perspectivas da BNCC, é possível perceber que as atividades investigativas, se bem planejadas e conduzidas, possibilitam o pensamento crítico e reflexivo, além de construir de forma gradual o pensamento científico.

Além disso, os alunos conseguiram propor mudanças de hábitos em seus meios de atuação, com base em evidências científicas, o que mais uma vez demonstra que a implementação da BNCC no ensino Médio poderá contribuir para a formação cidadã e a autonomia intelectual dos educandos. O papel da escola, representado aqui pelo professor de Biologia, aproxima o trabalho científico à realidade dos alunos, sendo essencial no enfrentamento dos desafios da sociedade atual.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências bibliográficas

- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia das células – Ensino Médio**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2010.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. **Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996.
- CACHAPUZ, A. *et al.*. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Teoria e prática em ciências na escola: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 2009.
- CARLSON, L.; HUMPHREY, G.; REINHARDT, K. **Weaving science inquiry and continuous assessment**. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2003.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- FREIRE, A. M. Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 13., 2009, Castelo Branco. **Actas...** Castelo Branco, 2009.
- GIL-PEREZ, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Rio de Janeiro: EPU, 2018.
- MAGNUSSON, S.; PALINCSAR, A.; TEMPLIN, M. Community, culture and conversation in inquiry-based instruction. In: FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. (Org.). **Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching for teaching, learning, and teacher education**. Dordrecht: Springer, 2006.
- MARTINS, J. M. **Manual do professor de Ciências, Ensino Fundamental, 6º ano**. São Paulo: Anglo, 2010. (Apostila).
- MARTINS, J. M. **Manual do professor de Ciências, Ensino Fundamental, 7º ano**. São Paulo: SOMOS Sistemas de Ensino, 2017. (Apostila)

MONK, M.; DILLON, J. **Learning to teach science:** Activities for students, teachers and mentors. London: Falmer Press, 1995.

NSTA (National Science Teachers Association). **Science educator's guide to laboratory assessment.** Arlington: NTSA press, 2002.

SASSERON, L. H.; DE CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, p. 333-352, 2008.

TASCHNER, N. P. **Por que as vacinas são tão importantes.** Jornal da USP: São Paulo, 5 de junho de 2017. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/por-que-as-vacinas-sao-tao-importantes/> Acesso em 04 Jan. 2019.

VAILLANT ALCAIDE, D. E.; MARCELO GARCÍA, C. **Ensinando a ensinar:** as quatro etapas de uma aprendizagem. Curitiba: UTFPR, 2012.

WELLINGTON, J. **Teaching and learning secondary science:** Contemporary issues and practical approaches. London and New York: Routledge, 2000.

WIEMAM, C. Why not try a scientific approach to Science education. **Change: The Magazine of Higher Learning**, v. 39, n. 5, p. 9-15, 2007.