

IVANEIDE ALVES SOARES DA COSTA
ADRIANA DE SOUZA SANTOS

ENSINO DE CIÊNCIAS PARA CIDADANIA:

CONTRIBUIÇÕES PARA A
FORMAÇÃO DE PROFESSORES



**IVANEIDE ALVES SOARES DA COSTA
ADRIANA DE SOUZA SANTOS**

ENSINO DE CIÊNCIAS PARA CIDADANIA: CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES



UERN

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Reitora

Cicília Raquel Maia Leite

Vice-Reitor

Francisco Dantas de Medeiros Neto

Diretora de Sistema Integrado de Bibliotecas

Jocelânia Marinho Maia de Oliveira

Chefe da Editora Universitária – EDUERN

Francisco Fabiano de Freitas Mendes



Conselho Editorial das Edições UERN

José Elesbão de Almeida

Isabela Pinheiro Cavalcanti Lima

Kalidia Felipe de Lima Costa

Regina Célia Pereira Marques

Maria José Costa Fernandes

José Cezinaldo Rocha Bessa

Diagramação

Maria Helena de Medeiros

**Catlogação da Publicação na Fonte.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.**

Costa, Ivaneide Alves Soares da.

Ensino de Ciências para Cidadania [recurso eletrônico]: contribuições para a formação de professores. / Ivaneide Alves Soares da Costa, Adriana de Souza Santos. – Mossoró, RN: Edições UERN, 2022.

229p.

ISBN: 978-85-7621-354-3.

1. Formação Continuada – Professor – Ciências. 2. Ensino - Ciências. 3. **Ensino de Ciências - Experiências Didáticas.** I. Santos, Adriana de Souza. II. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. III. Título.

UERN/BC

CDD 370.71

Bibliotecário: Jocelania Marinho Maia de Oliveira CRB 15 / 319

Editora filiada à:



Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

Meus amigos e minhas amigas,

O Programa de Divulgação e Popularização da Produção Científica, Tecnológica e de Inovação para o Desenvolvimento Social e Econômico do Rio Grande do Norte, pelo qual foi possível a edição de todas essas publicações digitais, faz parte de uma plêiade de ações que a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte (FAPERN), em parceria, nesse caso, com a Fundação Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (FUERN), vem realizando a partir do nosso Governo.

Sempre é bom lembrar que o investimento em ciência auxilia e enriquece o desenvolvimento de qualquer Estado e de qualquer país. Sempre é bom lembrar ainda que inovação e pesquisa científica e tecnológica são, na realidade, bens públicos que têm apoio legal, uma vez que estão garantidos nos artigos 218 e 219 da nossa Constituição.

Por essa razão, desde que assumimos o Governo do Rio Grande do Norte, não medimos esforços para garantir o funcionamento da FAPERN. Para tanto, tomamos uma série de medidas que tornaram possível oferecer reais condições de trabalho. Inclusive, atendendo a uma necessidade real da instituição, viabilizamos e solicitamos servidores de diversos outros órgãos para compor a equipe técnica.

Uma vez composto o capital humano, chegou o momento também de pensar no capital de investimentos. Portanto, é a primeira vez que a FAPERN, desde sua criação, em 2003, tem, de fato, autonomia financeira. E isso está ocorrendo agora por meio da disponibilização de recursos do PROEDI, gerenciados pelo FUNDET, que garantem apoio ao desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação (CTI) em todo o território do Rio Grande do Norte.

Acreditando que o fortalecimento da pesquisa científica é totalmente perpassado pelo bom relacionamento com as Instituições de Ensino Superior (IES), restabelecemos o diálogo com as quatro IES públicas do nosso Estado: UERN, UFRN, UFERSA e IFRN. Além disso,

estimulamos que diversos órgãos do Governo fizessem e façam convênios com a FAPERN, de forma a favorecer o desenvolvimento social e econômico a partir da Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI) no Rio Grande do Norte.

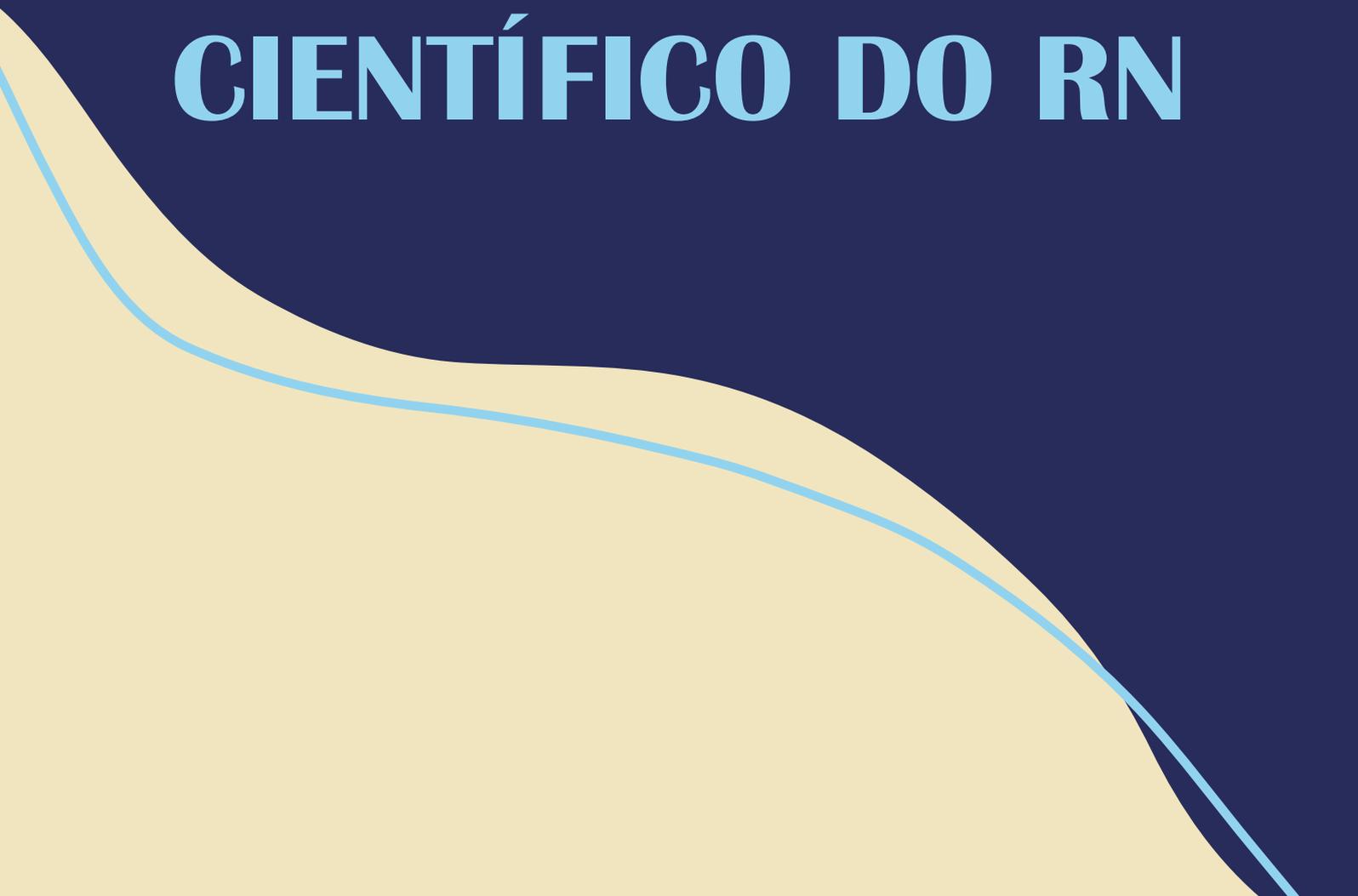
Por fim, esta publicação que chega até o leitor faz parte de uma série de medidas que se coadunam com o pensamento – e ações – de que os investimentos em educação, ciência e tecnologia são investimentos que geram frutos e constroem um presente, além, claro, de contribuir para alicerçar um futuro mais justo e mais inclusivo para todos e todas!

Boa leitura e bons aprendizados!



Fátima Bezerra

Governadora do Rio Grande do Norte



PARCERIA PELO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO DO RN

A Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte (FAPERN) e a Fundação Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (FUERN) sentem-se honradas pela parceria firmada em prol do desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação. A publicação deste livro eletrônico (e-book) é fruto do esforço conjunto das duas instituições, que, em setembro de 2020, assinaram o Convênio 05/2020–FAPERN/FUERN, que, dentre seus objetivos, prevê a publicação de quase 200 e-books. Uma ação estratégica como fomento de divulgação científica e de popularização da ciência.

Esse convênio também contempla a tradução de sites de Programas de Pós-Graduação (PPGs) das Instituições de Ensino Superior do Estado para outros idiomas, apoio a periódicos científicos e outras ações para divulgação, popularização e internacionalização do conhecimento científico produzido no Rio Grande do Norte. Ao final, a FAPERN terá investido R\$ 100.000,00 (cem mil reais) oriundos do Fundo Estadual de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNDET), captados via Programa de Estímulo ao Desenvolvimento Industrial do Rio Grande do Norte (PROEDI), programa aprovado em dezembro de 2019 pela Assembleia Legislativa na forma da Lei 10.640, sancionada pela governadora, professora Fátima Bezerra.

Na publicação dos e-books, estudantes de cursos de graduação da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) são responsáveis pelo planejamento visual e diagramação das obras. A seleção dos bolsistas ficou a cargo da Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE/UERN).

Foram 41 obras submetidas em sete (07) editais, 38 delas serão lançadas. Os editais abrangeram diferentes temáticas assim distribuídas: no Edital 17/2020 - FAPERN, os autores/organizadores puderam inscrever as obras resultantes de suas pesquisas de mestrado e doutorado defendidas junto aos PPGs de todas as Instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICTIs) do Rio Grande do Norte, bem como coletâneas que foram resultados de trabalhos dos grupos de pesquisa nelas sediados.

No Edital nº 18/2021 - FAPERN, realizou-se a chamada para a publicação de e-books sobre o tema “Turismo para o desenvolvimento do Rio Grande do Norte”. No Edital nº 19/2021 - FAPERN, foi inscrita a chamada para a publicação de e-books sobre o tema “Educação para a cidadania e para o desenvolvimento do Rio Grande do Norte: relatos de ações exitosas”. No Edital nº 20/2021 - FAPERN, foi realizada a chamada para a publicação de e-books sobre o tema “Saúde Pública, desenvolvimento social e cidadania no Rio Grande do Norte: relatos de ações exitosas”. O Edital nº 21/2021 - FAPERN trouxe a chamada para a publicação de e-books sobre o tema “Segurança pública, desenvolvimento social e cidadania

no Rio Grande do Norte: relatos de ações exitosas”. O Edital nº 22/2021 - FAPERN apresentou a chamada para a publicação de e-books sobre o tema “Pesquisas sobre o Bicentenário da Independência do Brasil (1822-2022): desdobramentos para o desenvolvimento social e/ou econômico do RN”. O Edital nº 23/2021 – FAPERN realizou a chamada para a publicação de e-books sobre o tema “Pesquisas sobre o Centenário da Semana de Arte Moderna (1992-2022) desdobramentos para o desenvolvimento social e/ou econômico do RN”.

Com essa parceria, a FAPERN e a FUERN unem esforços para o desenvolvimento do Estado do Rio Grande do Norte, acreditando na força da pesquisa científica, tecnológica e de inovação que emana das instituições potiguares, reforçando a compreensão de que o conhecimento é transformador da realidade social.

Agradecemos a cada autor(a) que dedicou seu esforço na concretização das publicações e a cada leitor(a) que nelas tem a oportunidade de ampliar seu conhecimento, objetivo final do compartilhamento de estudos e pesquisas.



**Maria Lúcia
Pessoa Sampaio**

Diretora-Presidente da FAPERN



**Cicília Raquel
Maia Leite**

Presidente da FUERN

COMISSÃO CIENTÍFICA*

Profa. Dra. Elinei Araújo de Almeida (PPGECNM/UFRN)

Profa. Dra. Fernanda Marur Mazé (PPGECNM/UFRN)

Profa. Dra. Giuliana Paiva Viana de Andrade Souza (PPGECNM/UFRN)

Profa. Dra. Ivanise Cortês de Sousa Guimarães (PPGECNM/UFRN)

Profa. Dra. Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo (PPGECNM/UFRN)

*Avaliadoras das bancas de qualificações e de defesa das dissertações de mestrado e revisão dos artigos. Todas credenciadas no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática – PPGECNM da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

APRESENTAÇÃO

Apresentamos uma coletânea de dez relatos de experiências exitosas destinadas ao professor (a) de Ciências e Biologia do Ensino Básico, sobre resultados de pesquisas de dissertações de mestrado profissional desenvolvidas no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências – PPGECN e acadêmico do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, ambos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

Os trabalhos contaram com o apoio do fomento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e Conselho Nacional de Pesquisa Científica – CNPq, por meio da concessão de bolsas a estudantes e recursos de projetos coletivos dos referidos programas de pós-graduação.

Ao compartilhar nossas experiências na área de Ensino de Ciências, esperamos contribuir para a formação de professores e ampliar possibilidades de ensinar e aprender Ciências, visando à formação de uma cidadania crítica e responsável.

As experiências e propostas didáticas não representam uma receita de como ensinar, mas mostram possibilidades inovadoras de trabalho com base nas tendências atuais do Ensino de Ciências com vistas à Alfabetização Científica. Assim, transitamos por abordagens em uma perspectiva crítica e reflexiva, traduzindo o significado prático dos conhecimentos para a vida.

Os trabalhos contemplam abordagens de Ensino por Investigação; Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA; Questões Sociocientíficas – QSC; Educação e Divulgação Científica; Espaços Não Formais de Ensino; Concepções Alternativas e Dificuldades de aprendizagens na perspectiva de inclusão.

Essa coletânea é composta por três unidades; na primeira, há três capítulos direcionados a contribuições para a formação de professores a partir de nossas vivências em cursos de formação continuada, incluindo a educação formal e não formal. A segunda unidade contempla cinco capítulos sobre experiências de elaboração e aplicação de sequências de ensino usando abordagens inovadoras no Ensino de Ciências. Na terceira e última unidade, mostramos dois capítulos referentes a concepções alternativas, sendo um deles sobre aspectos relacionados à investigação de concepções alternativas sobre o tema microbiologia de estudantes surdos e ouvintes e o outro sobre percepção ambiental e divulgação científica em trilha ecológica interpretativa.

Desejamos uma boa leitura e esperamos atingir o nosso objetivo de fornecer apoio didático ao professor de Ensino Básico, cumprindo com o papel social da Universidade que é o de transferir o conhecimento para a sociedade e aproximar cada vez mais a escola da Universidade.

As organizadoras

"A todos os professores e todas as professoras de Ciências e Biologia comprometidos (as) com a educação para a cidadania"

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos a todos os professores e todas as professoras de Ciências e Biologia comprometidos (as) com a educação para a cidadania, especialmente à Professora Maria do Rosário Alves Araújo (in memoriam).

SUMÁRIO

PARTE 1. CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES	15
FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS NA ÓTICA DA PESQUISA- AÇÃO PARA APROPRIAÇÃO E MELHORIA DA PRÁTICA DO ENSINO INVESTIGATIVO	16
Kaline Soares de Oliveira & Ivaneide Alves Soares da Costa	
CONTRIBUIÇÕES DE UMA AÇÃO FORMATIVA PARA A PRÁTICA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS	38
Adriana de Souza Santos & Ivaneide Alves Soares da Costa	
QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS COMO ABORDAGEM PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: CONTRIBUIÇÕES NA FORMAÇÃO DOCENTE	59
Aleson da Silva Fonseca & Ivaneide Alves Soares da Costa	
PARTE 2. EXPERIÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS	73
AS TRILHAS INTERPRETATIVAS COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO DE CONCEITOS ECOLÓGICOS	74
Emilie Saraiva Alves da Costa & Ivaneide Alves Soares da Costa	
UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS): UMA PROPOSTA PARA A TRANSPOSIÇÃO DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE GENÉTICA	97
Adriana Damasceno Pereira Pinto Cirne & Ivaneide Alves Soares da Costa	
ENSINO DE ECOLOGIA SOB A PERSPECTIVA CTS E INVESTIGATIVA: UM CAMINHO PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO	117
Bruna Lorena Valentim da Hora & Ivaneide Alves Soares da Costa	
ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: UMA ESTRATÉGIA PROPULSORA PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	141
Brunna Crislayne Câmara da Costa & Ivaneide Alves Soares da Costa	
AVALIAÇÃO DE CARTILHA EDUCATIVA ADAPTADA AO SEMIÁRIDO E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA PERCEPÇÃO SOCIOAMBIENTAL	169
Pryscila Cynara Soares Vieira & Ivaneide Alves Soares da Costa	

PARTE 3. CONCEPÇÕES NO ENSINO DE CIÊNCIAS	185
CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DE ESTUDANTES SURDOS E OUVINTES SOBRE MICRORGANISMOS	186
Naama Pegado Ferreira & Ivaneide Alves Soares da Costa	
CONCEPÇÕES SOBRE CIÊNCIA E CIENTISTA ENTRE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL - ANOS INICIAIS	209
Layana Alves de Moraes & Ivaneide Alves Soares da Costa	
SOBRE OS AUTORES	227



PARTE 1 CONTRIBUIÇÕES PARA
FORMAÇÃO DE PROFESSORES

FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS NA ÓTICA DA PESQUISA-AÇÃO PARA APROPRIAÇÃO E MELHORIA DA PRÁTICA DO ENSINO INVESTIGATIVO

Kaline Soares de Oliveira
Ivaneide Alves Soares da Costa

1 APRESENTANDO A TEMÁTICA

Diante das transformações sociais, tecnológicas e científicas, torna-se imprescindível à dinâmica docente o investimento na formação continuada, visando à problematização da prática pedagógica, o aprimoramento dos conceitos apreendidos e a articulação de novos saberes frente às exigências de situações de ensino-aprendizagem que atendam às necessidades dos discentes.

No contexto do Ensino de Ciências no Brasil, ocorreram mudanças dos enfoques educacionais ao longo dos anos, influenciadas fortemente pelos contextos histórico, político, econômico e social. No ambiente educacional, as propostas de transformações pretendem substituir os métodos tradicionais teóricos, memorísticos e passivos por uma metodologia ativa em que se busca a incorporação da expansão do conhecimento científico nos currículos escolares, bem como a inserção de atividades práticas (KRASILCHIK, 1987).

Nessa perspectiva, estudos e reflexões sobre as tendências atuais no Ensino de Ciências apontam a importância de incorporar metodologias ativas na prática docente. Dentre elas, pode-se destacar o ensino com uma abordagem investigativa que possibilita ao educando resolver problemas, estabelecer relações, explicar evidências e construir argumentos, promovendo a aprendizagem de conceitos e fenômenos científicos. Assim, em uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas à observação ou manipulação, ela deve conter características de um trabalho científico (AZEVEDO, 2010).

Nesse cenário, a utilização de práticas metodológicas que instiguem os estudantes a participarem ativamente na construção do seu próprio conhecimento tem se mostrado eficiente em relação a um aprendizado mais contextualizado com a realidade e, conseqüentemente, mais consistente no que diz respeito à apropriação, por parte dos alunos, dos conhecimentos necessários a sua formação acadêmica (SILVA; BASTOS, 2012).

Para tanto, é preciso destacar a formação docente, seja no processo inicial ou continuado quanto aos desafios da prática escolar, da contemporaneidade e do avanço tecnológico. O professor é um profissional que precisa estar sempre atualizado, aliando a tarefa de ensinar à tarefa de estudar (BONZANINI; BASTOS, 2009).

Diante desse contexto, se faz necessário trabalhar a formação continuada de professores com foco no Ensino de Ciências e nas práticas pedagógicas, especificamente o Ensino por Investigação, por entender que essa abordagem contribui para o uso de metodologias ativas. A formação continuada, por sua vez, facilita que haja apropriação dessa metodologia. Isso pode representar a construção de novos caminhos no processo de formação docente e na diversificação de estratégias de ensino-aprendizagem.

Na perspectiva de formação de um professor emancipado e pesquisador reflexivo de sua prática para superar a limitação dos saberes, no ano de 2012, professores de Ciências da Rede Municipal de Educação de Natal/RN participaram de um curso de formação continuada sobre ensino por investigação do Projeto intitulado *Em Busca de Novos Talentos para a Ciência: Uma Intervenção no Ensino Público*, financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte em parceria com a Secretaria Municipal de Educação de Natal/RN.

Embora o referido curso tenha alcançado resultados significativos, Oliveros (2013) relata que, para muitos professores, o curso possibilitou o primeiro contato com essa abordagem, enquanto outros já haviam experimentado essa prática mesmo sem fundamentação teórica consistente. O estudo revelou ainda algumas fragilidades na compreensão do embasamento teórico, aceitação e mudança na prática pelo professor e também do aluno; a relação do que é o ensino por investigação e como utilizá-lo à aplicação do método científico; dificuldades relacionadas ao tempo para planejamento e aplicação de atividades investigativas.

Nessa conjuntura, essa pesquisa objetivou contribuir com a formação continuada de professores de Ciências participantes do curso “*Novos Talentos*” anterior a essa ação, seguindo elementos da pesquisa-ação, para (re)aproximação, envolvimento e reflexão, visando à melhoria da compreensão e da prática do ensino investigativo, além de identificar as dificuldades e os avanços dos professores no planejamento e execução de atividades investigativas durante a formação continuada.

1.1 CONCEPÇÕES SOBRE ABORDAGEM INVESTIGATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Ao longo dos anos, o Ensino de Ciências passou por diferentes mudanças referentes ao currículo escolar e aos objetivos atribuídos ao conhecimento científico no processo de formação dos estudantes. Na medida em que a ciência e a tecnologia foram reconhecidas como essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social, o Ensino das Ciências em todos os níveis teve sua importância destacada, sendo alvo de vários movimentos de transformação do ensino (KRASILCHIK, 2000).

Sendo assim, as propostas educativas, nos dias atuais, enfatizam a necessidade de levar os estudantes a desenvolverem o pensamento reflexivo e crítico, a questionarem as relações

existentes entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente e a se apropriarem de conhecimentos científicos, sociais e culturalmente relevantes (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990).

Nessa perspectiva, propõem-se práticas pedagógicas com base no modelo construtivista, no qual o conhecimento escolar deixa de ser compreendido como um produto pronto e passa a ser visto como um processo, uma construção contínua, e a passagem de um estágio para outro é caracterizada por formação de novas estruturas intelectuais e cognitivas. Nesse aspecto, o ensino é baseado na pesquisa e investigação e na solução de problemas por parte do aluno. O professor, por sua vez, promove a mediação do processo de ensino-aprendizagem (FERNANDES; MEGID NETO, 2009).

Diante disso, a utilização de práticas metodológicas que instiguem os estudantes a participarem ativamente na construção do seu próprio conhecimento tem se mostrado eficiente em relação a um aprendizado mais contextualizado com a realidade e, conseqüentemente, mais consistente no que diz respeito à apropriação, por parte dos alunos, dos conhecimentos necessários para sua formação acadêmica (SILVA; BASTOS, 2012).

Assim, a utilização de estratégias de ensino que permitem ao aluno a aprendizagem efetiva de conceitos, habilidades e atitudes deve fazer parte da prática docente do professor. Para isso, uma metodologia que contribui para o desenvolvimento dessas competências é o ensino por meio de atividades investigativas, visto que elas exercem um papel protagonista na aprendizagem, levando o aluno a pensar, elaborar explicações, compartilhar ideias, argumentar, construir conceitos, fazer relações, exercitar a fala e a escrita e trabalhar colaborativamente.

Com essa linha de pensamento, Sá, Maués e Munford (2008) apontam que o Ensino por Investigação é uma estratégia didática que engloba atividades centradas no aluno, possibilitando o desenvolvimento da autonomia e da capacidade de tomar decisões, de avaliar e de resolver problemas. Brito e Fireman (2018) mencionam que o Ensino de Ciências por investigação, ao apresentar os conteúdos por meio de problemas em que os alunos são chamados a resolvê-los de forma ativa, possibilita tornar o conteúdo mais interessante.

Nesse sentido, aprender a investigar envolve aprender a observar, planejar, levantar hipóteses, realizar medidas, interpretar dados, refletir e construir explicações de caráter teórico (SÁ; MAUÉS; MUNFORD, 2008). Entretanto, em uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas à manipulação ou observação. Ela deve conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar e socializar (AZEVEDO, 2010).

Nessa perspectiva, Gil Pérez e Valdes Castro (1996) apontam algumas características fundamentais nas atividades investigativas, dentre elas: (i) apresentar situações problemáticas; (ii) propiciar a reflexão dos estudantes sobre a relevância e os objetivos das situações propostas; (iii) enfatizar as análises qualitativas e significativas que ajudem a compreender e a limitar as situações planejadas e a formular perguntas sobre o que se busca; (iv) propor a elaboração de hipóteses como parte central da atividade de investigação; (v) considerar a análise dos resultados

à luz do corpo de conhecimentos disponível, das hipóteses levantadas e dos resultados dos outros grupos; (vi) propor considerações de possíveis perspectivas quanto à reelaboração do estudo; (vii) Potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico por meio de trabalho em equipes que interagem entre si.

Brito e Fireman (2018, p.476) também destacam que a proposição de conduzir o aluno à compreensão da natureza do conhecimento científico é uma das pretensões do Ensino de Ciências por investigação. Assim, é possível o desenvolvimento de uma concepção crítica da Ciência percebendo seus processos como atividade humana diretamente relacionada às construções sociais e culturais.

Desta forma, o Ensino de Ciências por investigação contribui com a utilização de metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem, sendo uma estratégia dentre outras que o professor pode selecionar ao procurar diversificar sua prática. Para isso, é essencial que haja uma aproximação dessas metodologias inovadoras na formação dos professores, uma vez que o conhecimento está em constante mudança.

1.2 ASPECTOS GERAIS SOBRE A FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES

A formação de professores é considerada estratégica para a implementação de mudanças e melhorias na Educação Básica (DIAS; FERREIRA, 2017). Os estudos sobre formação continuada de professores apontam uma crescente reflexão sobre qual seria o papel do professor na sociedade moderna, com a produção de um quadro teórico que define um novo modelo para a sua formação, no qual o saber sobre o ensino deixa de ser visto pela visão da racionalidade técnica e incorpora a dimensão do conhecimento construído e assumido a partir de uma prática crítico-reflexiva (FREITAS; VILLANI, 2002).

A perspectiva mais proeminente centra-se, hoje, em uma concepção construtivista, em que vários modelos precisam ser conhecidos (considerando possibilidades e limitações) pelos professores. Esses modelos assumem o aluno como sujeito ativo do processo de aprendizagem e faz do professor um mediador. Dessa forma, professor e aluno são percebidos como espíritos investigativos, autônomos, críticos e reflexivos sobre suas respectivas ações (CARVALHO, 2008, p.21).

Nesse caso, a reflexão deve ser inerente ao papel do professor, não somente a reflexão sobre conceitos nem a reflexão isolada da prática. O modo reflexivo de atuar como professor deve ser permeado de discussões sobre teorias e práticas, para que as pessoas envolvidas no processo educativo possam conquistar uma postura questionadora, que problematize a prática e construa, a partir daí, conhecimentos alicerçados em bases sólidas (SILVA; BASTOS, 2012). Por esse ângulo, muitos pesquisadores apontam a necessidade de se investir em propostas teórico-metodológicas que promovam a relação escola-universidade, no intuito de contribuir

para a formação por meio de atividades mediadas por processos colaborativos que os consideram dentro de uma perspectiva crítico-reflexiva (IBIAPINA, 2008; VICTOR, 2011).

Frente a isso, Ibiapina (2008, p. 51) afirma que “a colaboração cria novos conhecimentos, habilidades, atitudes e valores essenciais para o entendimento compartilhado e para a efetivação das parcerias reflexivas”. Nessa perspectiva, a pesquisa-ação na área da educação apresenta-se como uma possibilidade para a formação do professor numa abordagem que valoriza a imersão reflexiva consciente em sua prática, ou seja, a análise refletida intencional, a problematização orientada da prática e a produção de conhecimentos pela pesquisa da própria vivência como apoio para a emancipação e para a aprendizagem profissional (MOLINA, 2007).

Conforme Figueirêdo e Justi (2011), uma participação ativa do professor em seu processo de formação, expondo e discutindo suas concepções e conhecimentos prévios, analisando e refletindo criticamente sobre sua prática, promove a busca por mudanças e melhorias por meio da construção consciente de novos conhecimentos a partir de suas experiências. Um estudo realizado por Marli André (2002) mostra que a participação de professores na pesquisa da sua própria prática tem sido especialmente valorizada nos últimos anos, ganhando o professor voz sobre o que deve ser pesquisado, exercendo o papel de ator social nas investigações.

Sendo assim, Ibiapina (2008, p. 67) aponta que “o professor é um pesquisador da própria prática, devendo refletir sobre os conceitos nela implícitos. A ênfase na atividade reflexiva está no ato de pensar, de examinar com senso crítico e sistemático a própria atividade prática”. Os modelos de formação com esse viés superam as ações formativas que distanciam a teoria da prática. Nesse contexto, destaca-se a importância da pesquisa na formação de professores, uma vez que compreende os docentes como sujeitos que podem construir conhecimento sobre o ensinar na reflexão crítica sobre sua atividade na dimensão coletiva e contextualizada (PIMENTA, 2005).

Diante disso, a pesquisa-ação no âmbito educacional desponta como uma possibilidade para o desenvolvimento de professores e pesquisadores, de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar o ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos (TRIP, 2005). Nesse sentido, Passarelli (2012) aponta três aspectos indissociáveis no processo de investigação da própria prática: mudança na prática; desenvolvimento do currículo e aperfeiçoamento do professor. Para tanto, exige-se contínua reflexão de todos que dele participam, visando modificar o contexto em que se encontram, bem como a si próprios.

Dessa maneira, a pesquisa-ação propicia momentos de reflexão e avaliação diante das situações de ensino, no intuito de buscar soluções para problemas enfrentados na prática, a fim de promover mudanças na realidade. Ou seja, a consciência de sua atividade docente pode levar a uma melhoria significativa na prática, fazendo com que o docente supere dificuldades do cotidiano.

2 DELINEANDO O PERCURSO

No contexto em que se insere a formação continuada de professor e o ensino por investigação, no intuito de contribuir com o processo de mudança, adotaram-se elementos da pesquisa-ação, por viabilizar uma ação prática reflexiva frente à prática pedagógica dos professores.

Nesse aspecto, Moreira (1988), no final da década de 80, aponta para a necessidade de fazer surgir a concepção de professor-pesquisador como elemento fundamental para o avanço no Ensino de Ciências.

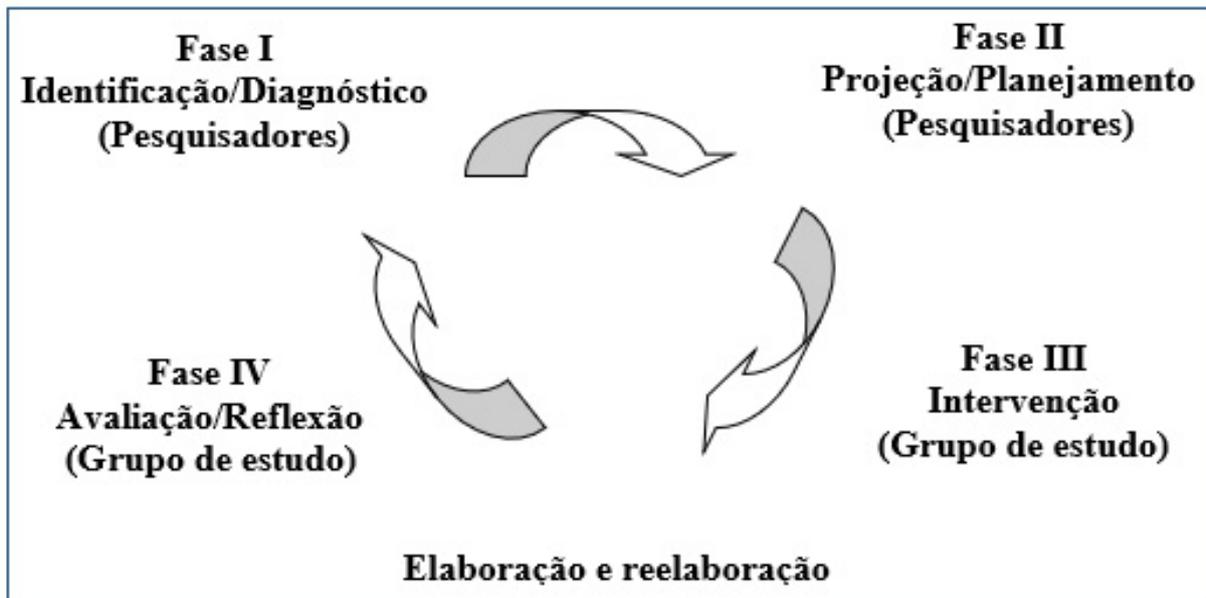
Com isso, o desenvolvimento da pesquisa-ação na formação do professor propicia uma abordagem que valoriza o momento de reflexão consciente do professor em sua prática, que envolve a problematização da prática e a produção de conhecimentos pela pesquisa da própria experiência vivenciada como apoio para a emancipação e para a aprendizagem profissional (MOLINA, 2007). Fazer pesquisa-ação significa planejar, observar, agir e refletir de maneira mais consciente, mais sistemática e mais rigorosa do que na nossa experiência diária, para que se possa garantir um conhecimento que existe sobre o assunto tratado (KEMMIS; MCTAGGART *apud* RICHARDSON, 2004).

Segundo Richardson (2004), existem muitas possibilidades de uso da pesquisa-ação, desde um professor afastado em uma pequena escola da zona urbana até um estudo sofisticado com um grande grupo. Cohem e Maniom (*apud* Richardson, 2004) apontam que a pesquisa-ação pode ser realizada individualmente para produzir determinadas mudanças, por um grupo que trabalha solidariamente (assessorado ou não por um pesquisador externo) e, ainda, por um professor ou professores que trabalha(m) com um pesquisador ou equipe de pesquisa.

Como referencial teórico-metodológico, optou-se pela utilização de elementos da pesquisa-ação com adaptações do modelo de Dionne (2007), que considera uma intervenção planejada em quatro tempos: identificação, projeção, intervenção e avaliação para reduzir a distância entre teoria e prática. Incorporaram-se, também, sugestões do modelo de Carr e Kemmis (1988 *apud* IBIAPINA, 2008), que considera o replanejamento (elaboração-reelaboração) como um passo importante das etapas que configuram a investigação – planejamento, ação, observação, reflexão e replanejamento.

De acordo com Carr e Kemmis (1988 *apud* IBIAPINA, 2008), o processo de investigação-ação pode se dar a partir da constituição de um grupo, em que todos os sujeitos são participantes e no qual a natureza interpretativa da investigação-ação lhes permite assumir questões práticas, transformando-as em problemas de investigação, partilhar dilemas com parceiros e produzir saberes genuínos legitimados no grupo de pesquisa. Nesse contexto, a figura 1 mostra as fases da pesquisa-ação adaptada de Dionne (2007) com o intuito de promover a mudança entre os sujeitos participantes dessa pesquisa.

Figura 1: Fases da Pesquisa-ação adaptada do ciclo de uma intervenção planejada (DIONNE, 2007)



Fonte: Autoria própria

Para a coleta de dados, utilizaram-se diferentes instrumentos. No diagnóstico inicial, foram aplicados questionários com perguntas abertas e fechadas. A entrevista semiestruturada também foi realizada no diagnóstico inicial e na avaliação final. Durante a intervenção, realizou-se entrevista em grupo focal por meio de uma roda de conversa para promover a socialização e discussão das opiniões que teve uma função complementar à observação participante e às entrevistas individuais.

A observação participante foi utilizada durante a formação por permitir maior proximidade e vivência no contexto investigado (LAVILLE; DIONNE, 1999). Os dados coletados por meio das gravações foram transcritos, transpondo a linguagem oral para a escrita.

Durante as atividades desenvolvidas na pesquisa, os participantes realizaram registros escritos em roteiros previamente elaborados, os quais foram utilizados na coleta e análise de dados e considerados como documentos (SEVERINO, 2007).

Para fins de análise dos dados construídos, utilizou-se como referencial teórico a análise de conteúdo que, segundo Bardin (2010), envolve três etapas: (i) pré-análise: organização dos dados; (ii) exploração do material: operações de codificação, decomposição ou enumeração a partir de critérios definidos; (iii) tratamento dos resultados, inferências e interpretação: os resultados encontrados podem ser tratados de maneira significativa e válida.

3 TRAÇANDO OS APONTAMENTOS

3.1 IDENTIFICAÇÃO E DIAGNÓSTICO DAS SITUAÇÕES INICIAIS

Esta pesquisa foi desenvolvida em 2014, após dois anos de realização do primeiro curso de formação – *Novos Talentos* – sobre ensino por investigação. Após socialização e convite, onze das quinze professoras de Ciências que participaram do primeiro curso aceitaram fazer parte dessa pesquisa. No entanto, apenas três prosseguiram até as fases finais.

Considerando que as professoras já haviam participado de um curso de formação, partiu-se para investigação das contribuições e repercussão, na prática, desse curso por meio de um questionário composto por questões abertas e fechadas para levantar informações (SEVERINO, 2007) e entrevista semiestruturada (LAVILLE e DIONNE, 2008), a fim de identificar fragilidades e buscar estratégias para romper os obstáculos, incentivando e ampliando o uso do Ensino por Investigação com todas as suas potencialidades. Em linhas gerais, evidenciou-se, a partir desse diagnóstico, que, apesar de o curso *Novos Talentos* ter conferido contribuições significativas para as professoras envolvidas no estudo, uma vez que três delas (27%) utilizam o Ensino por Investigação na sua prática docente com frequência, outras atuam sem explorar totalmente o potencial da abordagem.

No entanto, percebeu-se a persistência de algumas fragilidades já apontadas por Oliveros (2013) durante o curso *Novos Talentos*, tais como a falta de compreensão do embasamento teórico, aceitação e mudança na prática, o que pode ter contribuído para a permanência das dificuldades quanto às concepções do Ensino por Investigação, dificultando o planejamento das atividades investigativas e a incorporação efetiva na prática. A identificação dessas informações forneceu subsídios para a formulação de um plano de intervenção com base nos elementos da pesquisa-ação.

3.2 O PLANEJAMENTO DAS AÇÕES

Para a elaboração do plano de ação, realizou-se uma revisão de literatura em livros, artigos, teses e dissertações para fornecer o aporte teórico para a proposta da intervenção. Partindo-se da hipótese de que a ação do envolvimento fazer e refazer, a partir da reflexão e avaliação, permite melhoria na apropriação dos princípios do ensino investigativo e mudança na prática docente, projetou-se a intervenção em cinco encontros presenciais, com a realização de atividades não presenciais e acompanhamento por e-mail, resultando numa carga horária total aproximada de 60 horas. Os encontros foram planejados, incluindo os objetivos, as estratégias e os instrumentos para serem executadas e fornecer subsídios para a produção de uma proposta de oficina de formação de professores.

3.3 O PROCESSO DA PESQUISA-AÇÃO COM AS PROFESSORAS: A INTERVENÇÃO

A intervenção iniciou-se com a formação do grupo de estudo constituído por três professoras, apresentadas de modo codificado por Ana, Camila e Maria, além da pesquisadora e da orientadora, para a execução das atividades previstas no plano de ação. Essa etapa da pesquisa tornou-se bastante importante, pois, na medida em que concretizam as ações projetadas, torna-se possível a modificação da situação inicial (DIONNE, 2007).

A princípio, as professoras interessadas em participar das atividades da pesquisa-ação foram apresentadas à problemática e ao plano de ação, deixando espaço aberto para socialização das intenções, opiniões e sugestões. Quando o grupo compreendeu e aceitou o problema e a sugestão do plano de ação, este passou a fazer parte das ações planejadas para uma possível mudança na prática docente. Algumas sugestões foram socializadas e incorporadas para o ajuste do cronograma dos encontros e atividades.

3.4 IDENTIFICANDO AS CONCEPÇÕES ATUAIS SOBRE O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

No primeiro encontro, realizou-se uma roda de conversas para as professoras socializarem as concepções sobre o ensino por investigação, seguida de análise e socialização de duas propostas de ensino investigativo. Depois, aconteceu a entrega do material e as orientações sobre as atividades não presenciais.

A partir da análise das falas das professoras, durante a roda de conversa, inicialmente constatou-se a existência de certo equívoco por parte de Maria, ao relacionar o ensino por investigação à aplicação do método científico, assim como a necessidade de existir um experimento. As demais participantes apresentaram certa compreensão em relação à proposta de metodologia de ensino quanto às suas características e quanto ao papel do professor e do aluno.

Em relação à sequência de atividades desenvolvidas no ensino por investigação, foi constatado que as professoras ressaltaram a problematização, a elaboração de hipóteses e a conclusão. Houve, também, menção por parte de Ana a outras atividades pertinentes, como, por exemplo, a escolha do tema e a atividade para resolver o problema.

Primeiro ter um tema [...] uma situação, um questionamento [...] debate de hipóteses [...] uma atividade a nível experimental [...] eu posso trabalhar um texto, um vídeo [...] E no final se ele puder escrever o conhecimento do que ele conseguiu compreender (Ana).

A problematização; [...] as hipóteses [...] você chega a uma conclusão [...] gerar novas hipóteses (Camila).

Tem a fase do questionamento, da hipótese e depois a pesquisa para que ele chegue a essa resposta (Maria).

Nesse sentido, as etapas citadas incluíam algumas daquelas sugeridas por Campos e Nigro (2010), Nunes e Ramalho (2004) e Oliveros (2013). Segundo esses autores, uma atividade investigativa apresenta os seguintes passos: a definição do tema, conteúdo e objetivo; a problematização; a produção das hipóteses; a elaboração e execução da metodologia de investigação; o registro e interpretação dos dados; novo conhecimento, comunicação e avaliação, novas hipóteses.

Em relação à abordagem do Ensino por Investigação e atividade experimental, percebeu-se que as professoras Ana e Camila compreendiam que o Ensino por Investigação não envolvia apenas atividades experimentais, enquanto Maria não percebia diferença entre as atividades investigativas e atividades experimentais.

Essa concepção é destacada por Munford e Lima (2008) como um equívoco. Os autores ressaltam que o ensino por investigação não envolve necessariamente atividades práticas ou experimentais nem se restringe a elas. Muitas vezes, atividades que não são experimentais podem ser mais investigativas, dependendo de cada situação.

Ao ser questionada sobre a possibilidade de implementação de atividades com uma abordagem investigativa na escola, percebeu-se na fala da professora Ana a satisfação de vivenciar a metodologia e o interesse em ampliá-la para mais turmas. As falas das demais professoras evidenciaram a vontade de mudar a prática e passar a utilizá-la.

Eu comecei a usar, repetindo uma proposta [...] O resultado foi muito bom, a gente viu o envolvimento. [...] A partir daí, foi que surgiu, minha escola como o projeto [...] Se eu pudesse em todas as salas seria assim, exige muito, é muito corre-corre (Ana).

Eu estou com esperança, eu queria conseguir implementar (Camila).

Eu acho que consigo. Eu acho que o ensino por investigação é um caminho, uma possibilidade de fazer ensinar o aluno a pensar, ele vai ter que refletir sobre aquilo. Então, assim acho que é possível fazer em sala de aula. Com todas as dificuldades, não estou dizendo que você vai chegar e vai conseguir. Pode ter as dificuldades que vão aparecendo, mas acho que é possível. Nessa turma dá certo assim, nessa outra forma (Maria).

Ao final dos questionamentos e momentos de reflexão, foi solicitado que as professoras relatassem sobre as expectativas em relação ao grupo de estudo e aplicação da metodologia do Ensino por Investigação. As participantes destacaram entusiasmo em aprofundar os estudos e superar as dificuldades.

Após a realização da roda de conversa, as professoras analisaram duas propostas baseadas no Ensino por Investigação, com o objetivo de analisar o nível de entendimento dessa abordagem: A proposta 01 compreendeu uma atividade prática de demonstração investigativa, com o título “Medindo a densidade de líquidos”, presente em uma apostila sobre Ensino por Investigação (CENFOP, 2011). A proposta 02 tratou-se de uma atividade prática investigativa intitulada “De onde vem a água que brota dos cristais de sal?” (autoria própria).

Para isso, elas deveriam identificar etapas do Ensino por Investigação, bem como as potencialidades e fragilidades de cada proposta. Os resultados foram os seguintes: [...] Proposta 1: “*Problematização; análise dos resultados*” (Ana); “*Problematização; experimento; interpretação de resultados*” (Camila); “*Problematização; socialização*” (Maria); Proposta 2: “*Observação, situação-problema, levantamento de hipóteses, registros, orientação e acompanhamento do professor*” (Ana); “*Apresentam uma questão problematizadora; formulação de hipóteses; testar as hipóteses; registrar o que foi observado; interpretação dos resultados e socialização dos resultados*” (Camila); “*A contextualização, a problematização, o problema, elaboração das hipóteses, registro, socialização do conhecimento, pode fazer o experimento se for necessário, confirma a hipótese, pode refazer, nova investigação*” (Maria) [...]. Assim, verificou-se que a proposta 2 possuía maior riqueza de passos para o ensino investigativo.

Em relação às potencialidades das propostas, as professoras relataram que a proposta 01 “*(...) apresenta um tema interessante*” (Camila) e “*(...) pode servir de subsídios para outra atividade*” (Maria). Quanto à proposta 02, o grupo destacou a contextualização, o estímulo à curiosidade e as diversas etapas que envolvem a investigação.

Já em relação às fragilidades, todas as professoras mencionaram que a proposta 01 encontrava-se muito pronta e direta, fazendo com que o aluno não construísse o conhecimento. Quanto à atividade 02, duas professoras registraram fragilidades: a professora Camila destacou a falta de comparação com outras situações do dia a dia e a professora Maria mencionou o medo de perder o controle da situação.

Diante da fragilidade destacada pela professora Maria, observou-se que não se trata de uma fragilidade da proposta de ensino e sim uma dificuldade que pode surgir ao utilizar a metodologia de ensino em questão. Nesse aspecto, o medo de perder o controle da situação enquadra-se no que Galiazzi, Moraes e Ramos (2003) denominam de resistência tradicional, em que pouco é exigido nas aulas, cujas tarefas já são de inteiro domínio de professores e alunos: explicar, copiar, transmitir e estudar dias antes da prova para memorizar e responder ao esperado. Esse medo reforça a individualidade ao invés do coletivo, a passividade ao invés da autonomia.

Nesse sentido, a avaliação de uma proposta de ensino como adequada ou não vai depender do enfoque que o professor quer abordar. Como as professoras analisaram com base na metodologia do Ensino por Investigação, constatou-se uma avaliação adequada realizada para as duas atividades analisadas.

Ao final do encontro, os momentos de ação e reflexão permitiram que as professoras socializassem as dificuldades quanto aos fundamentos e utilização do ensino por investigação, o que contribuiu para dar continuidade aos estudos e superar as lacunas existentes.

3.5 FUNDAMENTAÇÃO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

O segundo encontro foi dedicado à discussão das questões presentes no roteiro de estudo que foi entregue previamente, relacionado aos temas natureza da ciência, características e etapas do Ensino por Investigação, papel do professor e do aluno e a avaliação, discutidos com base nos textos destinados à fundamentação. Logo após a discussão, foi ministrada uma apresentação dialógica em slides, para sistematização dos temas abordados.

Para iniciar a atividade, promoveu-se a discussão em grupo, guiada pelos questionamentos presentes no roteiro, no intuito de compartilhar conhecimentos e trocar experiências. As professoras ressaltaram não ter cumprido integralmente a atividade referente à leitura dos textos e à realização dos apontamentos no roteiro de estudo. O motivo apresentado foi a indisponibilidade de tempo.

O primeiro item de discussão esteve relacionado às visões distorcidas que existem sobre a natureza da ciência e do conhecimento científico. Durante o diálogo, foram ressaltadas impressões errôneas relacionadas ao estereótipo criado para o cientista, como também a visão empirista que não procede de uma teoria.

Uma visão de que o cientista é sempre maluco, aquele cientista isolado, que não tem nenhuma relação com a sociedade, [...] o aluno diz logo que não quer ser desse jeito, chama o estereótipo do cientista (Ana).

Ele fala visão empirista distante da teoria [...] ele dá como exemplo 'a maçã caiu na cabeça de Newton' e ele chegou e disse que descobriu a lei da gravidade [...] só que na verdade tem toda uma teoria por trás daquilo, isso não surge do nada. Eu não sabia o que era essa visão empirista (Maria).

Nesse aspecto, Gil Peres et al. (2001) e Briccia (2013) relatam que essas são percepções equivocadas da ciência, tornando-se necessário que os professores e os alunos tenham um novo olhar sobre essa temática importante na construção do conhecimento científico.

No decorrer do diálogo, para esclarecer que o ensino por investigação não era seguir o método científico, embora se utilizassem algumas etapas na realização das atividades, adotou-se uma definição proposta por Sá, Maués e Munford (2008). Nessa perspectiva, foi levantada a importância de se utilizar atividades com uma abordagem investigativa. Com isso, alguns aspectos relacionados à diversificação na prática foram destacados pelas professoras: além da compreensão de conceitos, eles permitiam a aprendizagem de procedimentos e atitudes essenciais à formação do aluno.

A partir do entendimento dos objetivos de uma aula investigativa, esclareceram-se os diversos níveis em que a investigação pode ser planejada, importantes na hora do planejamento de uma proposta. Para isso, destacou-se a classificação proposta por Sá, Paula e Munford (2008): (i) investigação estruturada: o professor propõe o problema; fornece os materiais; indica os procedimentos; propõe questões para orientar os alunos a uma conclusão; (ii)

investigação semiestruturada: o professor apresenta o problema, mas não as questões a serem investigadas; especifica os materiais, mas não os procedimentos; os alunos geram conclusões sem a intervenção do professor; (iii) investigação aberta: contexto problemático; o estudante formula o problema e as questões, escolhe os procedimentos e chega às conclusões.

Diante da análise das falas das professoras, percebeu-se que a professora Maria preferia iniciar com uma atividade investigativa mais simples, ou seja, a estruturada. Isso foi ressaltado como forma de adquirir segurança e confiança, uma vez que não tinha o hábito de trabalhar com esse tipo de estratégia de ensino. Já a professora Ana, que utilizava o ensino por investigação, tanto da forma estruturada quanto da semiestrutura, planejava realizar uma investigação aberta com os alunos. Durante essa discussão, a professora Ana destacou a utilização do material produzido por Oliveros, Souza e Araújo (2013) como texto base para orientar o planejamento das atividades investigativas.

Um ponto levantado na discussão foi a sequência de atividades para uma aula investigativa, uma vez que as professoras, nas vezes solicitadas, mencionavam etapas relacionadas ao cumprimento do método científico. Para isso, foi levantada uma discussão com base nos textos de Campos e Nigro (2010), Azevedo (2010), Gil Pérez e Valdés Castro (1996) Oliveros, Souza e Araújo (2013) e elaborada uma síntese com as etapas (Quadro 1) em conjunto com as professoras.

Quadro 1: Síntese das etapas do Ensino por Investigação e suas características

ETAPAS	CARACTERÍSTICAS
Definição do conteúdo e objetivos	Temas relacionados ao cotidiano do aluno; Contextualização que faça sentido para os alunos; Relevância
Problematização, definição do problema	Despertar o interesse; Motivação; Nível cognitivo dos alunos; Favorecer a reflexão
Produção das hipóteses	Possíveis explicações para resolver os problemas; Pré-concepções dos estudantes
Elaboração da metodologia de investigação	Pesquisa, atividade experimental, demonstração, atividade de campo, vídeos; Elaborar o próprio modelo de investigação
Registro e interpretação dos dados	Registro dos dados; Construção de gráficos ou tabelas; Questionamentos
Conclusão e novo conhecimento	O problema foi resolvido; Novo conhecimento
Avaliação e comunicação dos resultados	Socialização e avaliação do processo; Dimensão coletiva do trabalho científico; Construção do conhecimento

Fonte: Autoria própria

Durante a discussão sobre a sequência de atividades, pôde-se concluir que a realização de uma proposta de aula investigativa não envolvia necessariamente a realização de uma atividade experimental. Nesse sentido, a professora Maria, que apresentava a concepção da existência de um experimento para ser considerada uma investigação, demonstrou superar esse equívoco.

Para finalizar a discussão, aspectos relacionados ao papel do professor e do aluno foram mencionados pelas professoras. Diante disso, percebeu-se que as professoras compreendiam as atribuições dos professores e alunos ao vivenciarem uma metodologia ativa por meio do ensino por investigação:

O papel do professor é aquele motivador, vai instigar, é aquele que vai mediar a situação, propor situações, dentro da opção de investigação, vai coordenar. É esse dinamizador desse processo de aprendizagem. E o aluno, a partir dessa motivação, que pode vir do professor ou de um tema que o aluno tá querendo trabalhar. De repente, o aluno também tá trazendo uma situação-problema, que ele seja um aluno que busque, leia, investigue, que queira, participe, seja envolvido na produção dos resultados e compreensão, tendo outras habilidades, não só a cognitiva (Ana).

Que aprendam a pensar. Eles têm tantas informações, mas não sabem pensar. Essa metodologia do ensino por investigação, ela vai levar o aluno a pensar, refletir (Maria).

3.6 ELABORAÇÃO, REELABORAÇÃO E REFLEXÃO DAS PROPOSTAS DE ENSINO

Para o terceiro encontro, inicialmente, as professoras receberam um roteiro livre para a elaboração de uma proposta. Em seguida, entregou-se um novo roteiro com as etapas de uma proposta de ensino por investigação para comparar com o roteiro já elaborado, permitindo, assim, uma autoavaliação e reflexão para a reelaboração da proposta, realizando alterações, se necessário. A professora Ana planejou uma atividade sobre o processo de fermentação, enquanto a professora Maria propôs uma atividade sobre as dificuldades respiratórias em locais de altitude.

Depois, as propostas foram apresentadas ao grupo, ficando abertas a sugestões para melhorar a atividade. Por fim, as professoras foram orientadas a finalizar a proposta e elaborar os instrumentos para a aplicação, em um momento não presencial, e encaminhar para a pesquisadora, via e-mail, para serem avaliadas e, em seguida, aplicadas nas escolas.

No decorrer das atividades, foram identificados dificuldades e avanços das participantes no planejamento das propostas, como se pode ver no quadro 2.

Quadro 2: Dificuldades e avanços das professoras na elaboração e reelaboração das propostas de ensino

	PROFESSORA ANA	PROFESSORA MARIA
Dificuldades encontradas na elaboração da proposta de ensino	<ul style="list-style-type: none"> - Organização das atividades com base nas etapas do ensino por investigação - Elaboração de uma situação-problema - Falta do momento para elaboração das hipóteses pelos alunos - Falta de esclarecimento da metodologia para chegar à resolução - Indefinição das variáveis a serem testadas na atividade experimental, bem como os instrumentos para o registro das observações 	<ul style="list-style-type: none"> - Escolha do tema - A dificuldade para começar - A elaboração da situação-problema - Os conteúdos expressos de forma abrangente - Estratégias para resolver o problema: experimento, pesquisa, filme
Avanços dos professores na reelaboração da proposta de ensino	<ul style="list-style-type: none"> - Melhor sistematização das atividades a serem realizadas - A professora percebeu que a proposta precisa levar o aluno a pensar - Melhor definição das variáveis a serem testadas - A construção de um quadro comparativo para o registro e interpretação dos resultados e questionamentos para direcionar a discussão 	<ul style="list-style-type: none"> - Definição do tema - Os conteúdos foram expressos de forma mais específica - Sistematizou melhor a sequência de atividades - Definição de uma atividade de pesquisa como forma de resolver o problema - Propôs o registro das informações realizadas na pesquisa

Fonte: Autoria própria

Após a reelaboração e reflexão, percebeu-se, na fala da professora Ana, que a proposta de ensino precisava levar o aluno a pensar. Por isso, a sistematização das ações é importante no desenvolvimento da atividade. Além disso, ambas compreenderam que a elaboração de uma atividade investigativa requer um trabalho prévio com momentos de construção, reconstrução e autoavaliação. Nesse aspecto, concorda-se com Figueirêdo e Justi (2011) no que se refere a destacar as etapas de planejamento e reflexão como fatores que podem contribuir sinergicamente para a modificação de estratégias e melhoria da prática.

3.7 ACOMPANHAMENTO DA APLICAÇÃO DAS PROPOSTAS NA ESCOLA

No quarto encontro, acompanhou-se a aplicação das propostas pelas professoras nas escolas. Para coleta de dados, adotou-se a observação participante, no intuito de vivenciar o ambiente de pesquisa, proporcionar o contato com a realidade e permitir a obtenção de informações a partir de critérios referentes ao papel do professor e do aluno no cumprimento das características e sequência da atividade investigativa.

Com base na análise dos resultados da observação, identificaram-se potencialidades quanto ao uso de atividades investigativas, uma vez que aconteceu a participação ativa, o

interesse e motivação e a aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes por parte dos estudantes, fatores importantes no processo de ensino-aprendizagem.

No entanto, foram percebidas algumas fragilidades durante a sequência de atividades, dentre elas a dificuldade para definir e discutir hipóteses produzidas e chegar às conclusões a partir da análise dos resultados. No caso da professora Ana, não foi realizada uma avaliação final da atividade, sendo realizadas apenas conclusões parciais dos alunos. Sendo assim, fica evidente que tais fragilidades podem ter limitado a realização satisfatória da atividade investigativa, embora, ao vivenciar essas fragilidades, seja possível refletir e avaliar a prática para buscar alternativas que promovam seu aperfeiçoamento.

3.8 AVALIAÇÃO E REFLEXÃO DA AÇÃO

A avaliação da intervenção é, de certa maneira, “natural”, para revelar o grau de realização e eficácia da ação projetada. É importante, também, difundir os resultados obtidos e examinar os possíveis acompanhamentos na pesquisa e na ação para dar continuidade à experiência. Essa etapa envolve a análise, difusão e avaliação dos resultados da pesquisa, avaliação final do processo e finalização e reativação da ação (DIONNE, 2007 p. 85).

Embora a reflexão e avaliação tenham ocorrido em cada ação realizada a partir das discussões, elaboração e reelaboração das atividades, no último encontro, consagrou-se uma avaliação final do grupo de estudo pelas professoras. Para isso, aconteceu uma avaliação final na forma de entrevista semiestruturada, relacionada às contribuições e metodologia do grupo de estudo, a avaliação da aplicação das propostas e os limites e potencialidades do Ensino por Investigação.

Assim, os momentos de avaliação ocorreram na elaboração e análise dos questionários aplicados aos professores, no planejamento das ações para a intervenção e na própria intervenção. Neste artigo, evidenciaram-se as avaliações/reflexões ocorridas durante as ações da intervenção.

Durante os encontros da intervenção, em vários momentos, ocorreu a avaliação reflexiva. Inicialmente, as professoras refletiram sobre as concepções iniciais sobre o ensino por investigação, percebendo dificuldades sobre a metodologia de ensino, assim como nos momentos de fundamentação com a avaliação de textos e propostas de ensino com uma abordagem investigativa.

No decorrer dos momentos de avaliação, indagou-se às professoras suas impressões em relação aos momentos da elaboração e reelaboração da proposta. Durante a fala da professora Ana, foi ressaltada a importância da fundamentação, assim como o momento de fazer e refazer. Além disso, foi mencionado o envolvimento entre os professores:

Eu achei ótimo porque eu já tinha ouvido sobre ensino por investigação e a gente tinha realizado um trabalho, mas quando é de professor para professor termina ficando mais fácil no caso da formação. E a grande dificuldade era como ir acompanhando. Numa tarde, eu vim com a proposta, refiz, saiu diferente, fiz outra vez e com certeza a que a gente vai dar os ajustes. Isso mostra que é uma metodologia que exige a repetição, tentar fazer várias vezes, não desistir, uma hora a gente vai conseguir. [...] o conhecimento da teoria que agora está sendo mais fácil à medida que você vai treinando, então essa fundamentação é muito importante (Ana).

Nesse caso, Figueirêdo e Justi (2011), diante de relatos na literatura, apontam que a interação entre professores é uma fonte significativa de seus conhecimentos, pois a socialização de saberes sobre o ensino, os aprendizes e os conteúdos favorecem um processo crítico-reflexivo sobre a prática docente. Esses mesmos autores destacam que a comunicação entre professores e a troca de experiências são fatores que podem contribuir para a modificação de estratégias e aperfeiçoamento da prática.

Sobre esse envolvimento entre as professoras e a pesquisadora, vale salientar que ele se iniciou em momentos de formação continuada, incluindo o curso *Novos Talentos*, o que proporcionou a criação de um vínculo afetivo, facilitando a interação. Nesse aspecto, Freitas e Villani (2002) apontam para uma nova relação entre o professor e pesquisador, ao destacar que a diversidade de atividades coletivas e individuais deve variar ao longo dos programas de formação. Para isso, existe uma necessidade de promover o pensar sistematicamente sobre os saberes do professor e de ajudá-lo a analisar e modificar as suas concepções para se adaptar às mudanças. Essa nova forma de colaboração entre os participantes contribui para a ocorrência de efetivas mudanças.

No decurso da fala da professora Maria, foi observada a superação das dificuldades e das concepções iniciais, que resultou em maior interesse no planejamento da proposta:

A princípio, eu achei que era um trabalho muito mais difícil. Quando eu comecei a fazer... a dificuldade é começar, achei muito difícil mesmo começar. [...] E aí eu até fiz achando que não estava muito correto. Para mim, foi uma surpresa quando a professora falou: é isso, só precisava lapidar. Eu achei interessante, eu fiquei mais empolgada, eu sei como fazer, eu achava que não sabia o que fazer [...]. Eu achei interessante porque consegui clarear, eu achava que era uma coisa muito mais difícil e mais complicada (Maria).

Ainda sobre a professora Maria, inicialmente, suas impressões, ao realizar o primeiro curso sobre o Ensino por Investigação, eram que se tratava de algo muito utópico para se aplicar em sala e acreditava que não daria certo. Diante da experiência de participar de um novo momento de formação e poder vivenciar a elaboração de uma proposta de ensino, antes não realizada, perguntou-se se continuava achando utópico. Nesse sentido, a fala da professora demonstrou a desconstrução da ideia anterior. Com isso, evidenciamos mudanças na percepção da professora quanto à aplicação dessa metodologia de ensino.

Em outro momento de avaliação, as professoras foram questionadas em relação à metodologia dos encontros do grupo de estudo, reforçando os momentos de ação, reflexão e

colaboração promovidos nas ações. Diante da análise das falas das professoras, compreende-se que a proposta de intervenção da pesquisa-ação por meio do grupo de estudo apresentou resultados satisfatórios, pois elas ressaltaram a forma como foi trabalhada:

Acredito que, da forma que foi trabalhada, foi bastante válida (Ana).

Eu gostei muito [...]. Eu achei interessante essa organização, essas etapas [...] vocês colocaram o que achávamos igual ao que fazemos com os alunos, depois, vocês deram os textos para a gente estudar, depois foi debatermos. [...] vocês deixaram a gente ir para a sala mais seguras, sabendo o que era o que estava fazendo, o que você vai fazer, como vai ser. O trabalho foi bem elaborado. Eu acho que consegui, apesar do corre-corre, dos problemas que tivemos no meio do caminho, mas acho que a elaboração, o planejamento do trabalho foi muito bom, dá segurança para você fazer o trabalho (Maria).

Nesse sentido, desenvolver uma proposta de formação continuada com um grupo de estudo, envolvendo professor e universidade em momentos de ação e reflexão, apresentou resultados significativos. Tal resultado da proposta se assemelhou ao trabalho de Antich e Forster (2012), que mostrou a relevância dos grupos de estudos como proposta de formação continuada para promover um espaço para troca de experiências que oportunizam a construção e a ressignificação de saberes, resultando em mudanças nas práticas pedagógicas.

Diante dos resultados apresentados nesses momentos da intervenção, evidenciou-se um efeito significativo das ações previstas, principalmente nos relatos das professoras ao evidenciarem mudanças de concepções iniciais equivocadas, superação de dificuldades na elaboração e reelaboração de propostas com uma abordagem investigativa e a possibilidade de mudança na prática.

Nesse aspecto, vale ressaltar que, apesar de a professora Maria ter participado do curso anterior, ela não chegou a elaborar e aplicar uma proposta de ensino investigativo. Além disso, não vivenciou o ensino por investigação na prática porque diz apresentar concepções equivocadas, como necessidade de realizar um experimento, preocupação com a aceitação dos alunos e em conduzir a atividade. Tais preocupações causavam resistências em utilizar a estratégia de ensino. Já a professora Ana realizou todas as atividades previstas no curso anterior e incorporou o ensino investigativo na prática; entretanto, apresentava certa dificuldade no planejamento da atividade referente à elaboração dos instrumentos para registros das impressões dos alunos, no fechamento da atividade e quanto à avaliação dos estudantes.

As dificuldades de trabalhar com o grupo inicial de professores, justificadas pelo contexto profissional (excessiva carga horária, alto número de número de turmas, atuação em diferentes escolas) que refletem uma sobrecarga de trabalho e a existência do acompanhamento da proposta como uma das etapas da pesquisa são fatores que podem justificar o número reduzido de professores dispostos a participar de todas as atividades planejadas e comprometidos com tal propósito.

Contudo, esses elementos podem ter contribuído para os resultados satisfatórios, uma vez que o número menor de participantes possibilitou mais envolvimento na troca de saberes e momentos de ação e reflexão. Além disso, vale ressaltar que as contribuições das ações serviram tanto para os envolvidos no grupo de estudo quanto para os estudantes que participaram do ensino investigativo com interesse e motivação, pois puderam perceber outras formas de aprender sobre Ciências.

Desta forma, sugere-se que novas pesquisas sejam feitas, buscando aprimorar a metodologia da pesquisa-ação na formação de professores, envolvendo um grupo maior de participantes para verificar a viabilidade da formação.

4 TECENDO ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A necessidade da utilização de práticas pedagógicas que promovam a participação ativa dos estudantes na construção do seu conhecimento tem se mostrado eficaz no processo de ensino-aprendizagem.

Assim, a realização de propostas de formação continuada que possibilitem uma aproximação com abordagens metodológicas que contribuam efetivamente na prática pedagógica por meio de atividades colaborativas e uma ação reflexiva pode reduzir o distanciamento entre a teoria e prática e promover a superação de lacunas existentes decorrentes, muitas vezes, da formação inicial.

Nessa perspectiva, essa ação objetivava projetar e executar uma intervenção sobre o Ensino por Investigação, seguindo elementos da pesquisa-ação por meio de momentos de ação e reflexão e identificar dificuldades e avanços dos professores no planejamento de atividades investigativas durante a formação desenvolvida no grupo de estudo.

Diante da realização da intervenção com as professoras, pôde-se verificar, inicialmente, que existia a concepção do ensino por investigação com sendo a prática do método científico na realização de um experimento por parte de uma professora. Já na elaboração das propostas de ensino com uma abordagem investigativa, foram encontradas dificuldades, principalmente, na definição da situação-problema e na clareza na organização da sequência de atividades a serem desenvolvidas. Em virtude disso, é possível concluir que a falta de fundamentos teóricos pode dificultar a implementação de atividades com uma abordagem investigativa em sala de aula.

No intuito de superar as dificuldades na compreensão do princípio teórico do Ensino por Investigação e contribuir com elaboração de propostas de ensino investigativas, foram desenvolvidas atividades colaborativas com base em momentos de ação e reflexão. Devido a isso, observou-se que os obstáculos foram superados à medida que ocorria o compartilhamento dos saberes e os momentos de discussão e reflexão.

Sendo assim, o papel da elaboração e reelaboração das atividades investigativas por

meio de um processo crítico-reflexivo e troca de saberes se mostrou eficaz na superação de dificuldades e permitiu a motivação para enfrentar as inovações no ensino.

Nesse sentido, a formação de grupos de estudo entre os professores e a universidade, no intuito de promover momentos de reflexão e ação para identificar dificuldades e problemas relacionados à prática educativa, apresenta-se como uma possibilidade no processo de formação continuada, promovendo mudanças no fazer pedagógico. Entretanto, as atividades desenvolvidas devem se adequar às características do grupo para a obtenção de resultados satisfatórios.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, M. E. (org.). **Formação de professores no Brasil: (1990-1998)**. Brasília: MEC/ INEP/COMPED, 2002. 364p. (Série Estado do Conhecimento, n. 6).

AZEVEDO, M. C.P.S. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BONZANINI, T. K.; BASTOS, F. **Formação continuada de professores de Ciências: algumas reflexões**. In: Encontro nacional de pesquisa em educação em Ciências, 2009, Florianópolis. **Anais**. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.

BRICCIA, V. Sobre a natureza da Ciência e o ensino. In: CARVALHO, A. M. P. de et. al. (orgs) **Ensino por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013 p. 111-128.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **O ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 2010.

CARR, W.; KEMMIS, S. **Teoria Crítica de la enseñanza** – la investigación-acción em la formación del profesorado. Barcelona: Martinez Rocca, 1988

CARVALHO, R. B. **O espaço formativo na escola: Um estudo com professoras do 4º e 5º ano do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

CENFOP. **O ensino por investigação: Tendências atuais para o ensino de ciências**. Centro de Formação Pedagógica/ CENFOP. Ipatinga, 2011. Disponível em: <https://cenfopciencias.files.wordpress.com/2011/07/apostila-ensino-por-investigac3a7c3a3o.pdf>. Acesso outubro 2013.

DELIZOICOV D. e ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

DIAS, L. F.; FERREIRA, M. Políticas de formação continuada de professores e desenvolvimento profissional. **Revista Pesquisa e Debate em Educação**. v. 7, n. 2 p.391-411, 2017

DIONNE, H. **A pesquisa-ação para o desenvolvimento local**. Brasília: Liber Livro, 2007.

FERNANDES, R. C. A.; MEGID NETO, J. **Modelos educacionais nas pesquisas sobre práticas pedagógicas no ensino de ciências nos anos iniciais da escolarização (1972-2005)**. Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências, 2009, Florianópolis. Anais... Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.

FIGUEIRÊDO, K.; JUSTI, R. Uma Proposta de Formação Continuada de Professores de Ciências buscando Inovação, Autonomia e Colaboração a partir de Referenciais Integrados. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 11 No 1, p 169 -190, 2011.

FREITAS, D.; VILLANI, A. **Formação de professores de ciências: um desafio sem limites**. Investigações em Ensino de Ciências (Online), Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 25-37, 2002.

GIL PÉREZ, D.; VALDEZ CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: um ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las ciencias**, 155-163, 1996.
GIL PÉRES, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001

IBIAPINA, I. M. L. M. **Pesquisa colaborativa: investigação, formação e produção de conhecimentos** / Ivana Maria Lopes de Melo Ibiapina. – Brasília: Líber Livro Editora, 2008.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das Ciências. São Paulo em Perspectiva, 14(1), p 85 -93, 2000.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências** / Myriam Krasilchik. – São Paulo: EPU: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

LAVILLE, C., DIONNE, J. **A Construção do saber: manual da pesquisa em ciências humanas**. Porto Alegre: Artmed, Belo Horizonte, 1999.

MOLINA, R. **A pesquisa-ação/investigação-ação no Brasil: Um mapeamento da produção (1966-2002) e os indicadores internos da pesquisa-ação colaborativa**. 2007. 177 p. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2007.

MOREIRA, M. A. O professor-pesquisador como instrumento de melhoria do Ensino de Ciências. **Em Aberto**, ano 7, n. 40. Brasília: INEP/MEC, 1988.

MUNFOR, D.; LIMA, M. E. C. de. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio** – Pesquisa em Educação em Ciências, v.9, n.1, p. 72-89, 2007.

NUNEZ, I. B., RAMALHO, B. L. **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: O novo ensino médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004.

OLIVEROS, P. B. **Ensino por investigação**: Contribuições de um curso de formação continuada para a prática de professores de ciências naturais e biologia. 2013, 125 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

OLIVEROS, P. B.; SOUZA, I. C.; ARAÚJO, M. F. F. Ensino por investigação. Produto educacional In: OLIVEROS, P. B. **Ensino por investigação**: Contribuições de um curso de formação continuada para a prática de professores de ciências naturais e biologia. 2013, 125 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

PASSARELLI, A. B. A. **A pesquisa-ação na formação do professor**: caminhos para a mudança. 2012. 136 fls. Dissertação (Mestrado em Educação) -Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2012.

PIMENTA, S. G. Pesquisa-ação crítico-colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com a formação docente. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 31, n. 3, p. 521-539, 2005.

RICHARDSON, R. J. Como fazer pesquisa-ação. In: RICHARDSON, R. J. (Org.): **Pesquisa-Ação**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, p. 149-174, 2004.

SÁ, E. F.; MAUÉS, E. R.; MUNFORD, D. Ensino de Ciências com caráter investigativo I. In: Castro, Emília Caixeta de; MARTINS, Carmen Maria de Caro; MUNFORD, Danusa. (Orgs). **Ensino de Ciências por Investigação – ENCI**: Módulo I. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG, p. 83-107, 2008.

SÁ, E. F.; PAULA, H. de F; MUNFORD, D. Ensino de Ciências com caráter investigativo II. **Ensino de Ciências por Investigação**: Volume II. Belo Horizonte: UFGM/FAE/CECIMIG, 2008.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23ª ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, V.F. BASTOS, F. **Formação de Professores de Ciências**: reflexões sobre a formação continuada. ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.5, n.2, p.150-188, setembro 2012.

TRIPP, D. **Pesquisa-ação**: uma introdução metodológica. Revista Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

VICTOR, S. L. Formação inicial e pesquisa-ação colaborativa na UFES. In: **Professores e Educação Especial**: formação em foco. Porto Alegre: Mediação/CDV/FACITEC, 2011.

CONTRIBUIÇÕES DE UMA AÇÃO FORMATIVA PARA A PRÁTICA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE ENSINO

Adriana de Souza Santos
Ivaneide Alves Soares da Costa

1 UMA NARRATIVA IMPRESCINDÍVEL

A escola, em toda a sua estrutura, é o espaço mais conhecido para aprender e ensinar. Entretanto, há outros espaços denominados pela área de ensino como não formais, nos quais a educação também é desenvolvida. Esses espaços podem ser museus, centros de ciências, zoológicos, parques, mas também podem ser espaços urbanos como uma praça, uma lagoa, um rio, uma praia, ou seja, ambientes que colaboram com a prática docente dos conteúdos curriculares. É evidente que esses espaços são diferentes da escola e alguns não apresentam como principal objetivo o ensino curricular, mas agregam um grande conhecimento sobre a Ciência e podem auxiliar a escola a divulgar o Conhecimento Científico no processo de ensino-aprendizagem (CASCAIS, 2012).

O termo Espaço Não Formal de Ensino (ENFE) vem sendo utilizado de forma ampla por diversos pesquisadores na área de Educação Científica como qualquer espaço diferente da escola onde seja possível desenvolver atividades educativas (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009). Jacobucci (2008) classifica os ENFE em duas categorias: os espaços institucionalizados e espaços não institucionalizados. O primeiro compreende os espaços regulamentados que dispõem de planejamento, estrutura física e monitores qualificados para a prática educativa, como museus, centros de ciência, parques, zoológicos, entre outros. Os não institucionalizados são ambientes naturais ou urbanos que não dispõem de uma estrutura preparada para este fim, mas em que podem ser desenvolvidas atividades educativas, como praças, praia, lagoa, feira etc.

Os ENFE, como museus e centros de ciência, contemplam em suas exposições conceitos científicos culturalmente situados. Desse modo, alguns temas científicos explorados nessas exposições são abordados na escola a partir do desenvolvimento do currículo de cada componente curricular (SILVA; DINIZ, 2011). Assim, além de ampliar a cultura científica dos estudantes, os ENFE funcionam como uma alternativa à prática pedagógica das escolas.

Isso promove uma aproximação entre a escola e os ENFE, mesmo que não intencionalmente, uma vez que os ENFE trabalham com o saber de referência tanto quanto a escola, porém dão a este saber uma organização diferenciada, além de utilizarem linguagens próprias (MARANDINO, 2001).

Segundo Marandino (2003), a proposta de incorporar conteúdos relacionados aos ENFE na formação do professor tem por finalidade ampliar os espectros de atuação competente do profissional de educação em Ciências. A autora acredita que a parceria entre o sistema formal e não formal de educação deve ser colocada na perspectiva de fortalecimento dessas duas instâncias, e nunca em termos de substituição ou de desvalorização, contribuindo para a melhoria da formação de profissionais da educação que atuam nesses campos.

Rocha e Fáchin-Terán (2010) ressaltam que o sucesso da visita a um espaço não formal está ligado ao planejamento da atividade de ensino, o que possibilita antecipar situações, diminuir dificuldade e evitar imprevistos. Os professores precisam conhecer, pelo menos, o que se propõe a ensinar aos estudantes, a fim de contribuir com o entendimento da proposta.

Praxedes e Araújo (2011), em pesquisa realizada com a rede de ensino da cidade de Natal/RN, constataram que a utilização de ENFE pelos respectivos professores de Biologia assemelha-se ao ensino tradicional da sala de aula, existindo sempre uma dicotomia teoria-prática. Além disso, apesar de existir grande interesse dos professores em frequentar estes espaços, a frequência de uso é muito limitada, pontual e isolada (PRAXEDES; ARAÚJO, 2011).

No levantamento realizado sobre essa temática, identificou-se que são numerosos os estudos que analisam a questão da aprendizagem em ENFE. Esta evidência se dá por fatores como o crescimento do número de instituições interativas (MARANDINO; GOUVÊA; AMARAL, 2003), como museus, centros e parques e pela demanda das escolas, que vêm solicitando visitas de grupos de estudantes a esses espaços, tornando esta prática mais comum no âmbito das ações educativas e culturais propostas na educação formal (FARIA; JACOBUCCI; OLIVEIRA, 2011).

Estudos demonstram que a Educação em Ciências vem sendo cada vez mais desenvolvida nos ENFE (MARANDINO et al., 2004). As pesquisas demonstram que uma das principais expectativas dos professores em relação a esses espaços é que eles permitem aos alunos aprender objetos do conhecimento de uma forma menos teórica (FARIA; JACOBUCCI; OLIVEIRA, 2011). Para Vieira, Bianconi e Dias (2005), esses espaços suprem, em parte, algumas das carências das escolas conhecidas por estimular o aprendizado, como a falta de laboratórios, recursos audiovisuais, entre outros. Os museus e centros de ciências estimulam a curiosidade dos visitantes, porém, para que esses espaços se tornem ferramentas eficazes de ensino precisam ser cativantes e motivadores para o público (JACOBUCCI; JACOBUCCI, 2008), sendo necessária uma análise mais profunda desses espaços e dos conteúdos neles presentes para melhor aproveitamento.

Nota-se que, de modo geral, os pesquisadores se preocupam com as referências para a educação em museus e centros de ciência, procurando diferenciar esses espaços da escola, discutindo o tipo de educação desenvolvida em ambos em diferentes contextos, ou tratam da contribuição dos ENFE para o processo de ensino-aprendizagem. Desse modo, percebeu-se que existem poucos estudos que discutem a formação sobre uso de ENFE para professores;

as poucas pesquisas existentes referem-se sempre ao uso de um determinado espaço, dando ênfase a seu acervo e às possibilidades de uso.

Ao pensar em formação de professores sobre espaços não formais, deve-se possibilitar a eles não só a formação referente à exposição de um determinado espaço, mas sim possibilitar que, após a formação, esses professores possam ter uma fundamentação teórica e prática possível de ser utilizada em qualquer outro espaço não formal.

Soares (2003) enfatiza que vem crescendo a valorização de ENFE nos cursos de formação de professores, algo visto como uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento social e cognitivo dos alunos. Diante dessa crescente valorização, Jacobucci (2008) ressalta que se deve pensar e investir na formação dos professores frequentadores desses espaços, para que possam interagir com a cultura científica, o saber popular, visando novos conhecimentos e sua divulgação de forma consciente e cidadã.

Na adoção e integração do ensino não formal ao processo de ensino aprendizagem escolar, exige-se do professor a capacidade de transitar de um espaço para outro sem perder o foco e a objetividade como requisito para alcançar o propósito formativo (MARTINS, 2006). No entanto, as especificidades inerentes ao funcionamento e à concepção de cada um desses espaços devem ser trabalhadas dentro de uma lógica que respeite as diferenças e os objetivos relativos a cada um (KÖPTKE, 2003).

As atividades realizadas em espaços não formais requerem certas habilidades essenciais para que sejam bem aproveitadas. Assim, ao planejar uma atividade em ENFE, os professores devem ter consciência de integrar a essas atividades abordagens que ampliem a melhoria do aprendizado a partir do próprio sujeito que aprende (ALBUQUERQUE, 2012). De acordo com Albuquerque (2012),

A metodologia a ser utilizada na educação não formal é estabelecida de acordo com o sentido e significado do aprendizado que pode ser alcançado, remetendo a uma necessária vinculação do método às condições e características da relação entre o educando e seu mundo, entre o ser que aprende e a realidade da qual poderá extrair elementos significativos para que possa elaborar conhecimento (ALBUQUERQUE, 2012, p.24).

O uso de alternativas metodológicas diversificadas que agucem os diferentes sentidos e que coloquem o sujeito da aprendizagem em contato direto como o objeto de estudo em espaços não formais pode permitir aos professores de Ciências darem sentido ao conteúdo específico de Botânica, Zoologia, Ecologia, entre outros, integrando-os aos demais componentes do currículo escolar (ARAÚJO, 2009). Para isto, os professores devem promover atividades pré e pós-visitas, que reflitam a abordagem metodológica empregada e que possibilitem a interação entre os conhecimentos prévios dos alunos e o novo conhecimento formado a partir dessas atividades.

Para Souza (2009), o fortalecimento das instituições de Educação não formal ampliou a importância da compreensão sobre as questões relacionadas à aprendizagem, bem como da

influência dos modelos de educação formal na concepção das exposições e das ações educativas propostas pela escola na figura do professor, ou seja, as tendências pedagógicas que aparecem originalmente para um contexto formal podem ser utilizadas como ferramentas para a análise do papel educativo em museus. Garcia (2005) reafirma que não se pode confundir o que é próprio da primeira com aquilo que se aplica à segunda. Pelo contrário, é necessário manter a perspectiva das diferenças essenciais para desenvolver e utilizar métodos coerentes com cada possibilidade de aprendizado.

De acordo com Lopes et al. (2011), as contribuições da formação continuada de professores são muito importantes, pois suprem a falta de conhecimento da formação inicial, proporcionando o aperfeiçoamento desse conhecimento e mudanças nas metodologias. Evidencia-se que a socialização possa ser o estímulo de que alguns professores necessitam para ousar e modificar costumes e práticas, valorizando a cultura científica presente tanto no espaço educativo formal quanto no não formal (LOPES et al., 2011).

Na perspectiva de uma formação docente em um contexto reflexivo, percebe-se a importância de a formação docente, seja inicial ou continuada, enveredar por diferentes espaços educativos, implicando significativas percepções da própria prática docente (ABIB et al., 2012).

Diante disso, fica clara a necessidade e a relevância da utilização de estratégias que permitam contribuir para superar as dificuldades dos professores nessa área; uma delas pode ser a preparação do professor durante os cursos de graduação ou formação continuada dos professores atuantes. Neste sentido, tais projetos de formação são excelentes oportunidades para preencher essa lacuna e proporcionar crescimento profissional e agregação de valores, desde que sejam voltados para a prática e interações de experiências (LOPES et al., 2011), possibilitando, desta forma, que os ENFE possam ser mais bem aproveitados.

Considerando esta perspectiva, é de fundamental importância formar professores bem-preparados para conhecer o potencial dos ENFE e usá-los de forma que possibilitem aprendizagem significativa a seus alunos. Por outro lado, os ENFE revestem-se de grande importância social e acadêmica, pelo fato de difundir a alfabetização científica requisitada na formação de cidadãos conscientes de seu papel na sociedade.

Portanto, objetiva-se, neste capítulo, relatar a formação continuada de professores de Ciências sobre o uso dos ENFE como complemento à escola, de forma a ampliar suas concepções sobre esse tema à luz da aprendizagem significativa, com ênfase em abordagens didáticas inovadoras e na divulgação científica.

2 DELINEAMENTOS DA FORMAÇÃO

Para atingir o objetivo dessa pesquisa, foi elaborada e aplicada a formação “*Vivência fora da sala de aula: integração escola-espaços não formais no Ensino de Ciências*”, com

Professores de Ciências do Ensino Fundamental atuantes na Rede Municipal de Ensino da cidade do Natal, RN, por meio de parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

A formação foi ministrada com explicações expositivas dialógicas e momentos de vivências, em cinco encontros denominados de oficinas e executada no período compreendido de maio a dezembro de 2014 na UFRN, contemplando um total de 21 participantes, sendo 18 professores de Ciências, duas coordenadoras de formação da área de Ciências da Secretaria Municipal de Educação e 1 professor de inglês que acompanha a formação desses professores.

A formação foi estruturada em quatro etapas: (i) identificação das percepções sobre ENFE (questionário); (ii) apresentação do conteúdo (explicações e vivências); (iii) expressão da aprendizagem (discussões, elaboração e análise de plano de ação em ENFE); (iv) repercussão na prática (aplicabilidade de planos de ação em ENFE). Porém, neste artigo, iremos apenas nos deter ao momento da formação (etapa ii) e ao momento de expressão da aprendizagem (etapa iii).

Os encontros presenciais foram basicamente compostos pela sobreposição da segunda e terceira etapas da formação. Preocupados em não fornecer conteúdos de forma pronta e acabada e em favorecer a aprendizagem significativa, evitando, dessa forma, que os conceitos sejam somente memorizados sem que ocorra compreensão, considerou-se importante proporcionar atividades que aliem teoria e prática, harmonizando explicações expositivas dialógicas e vivências em ENFE.

Nas explicações expositivas dialógicas, os conceitos e características fundamentais sobre ENFE foram aprofundados de forma a apresentar e divulgar as semelhanças e diferenças nas funções educativas entre a escola e os ENFE. De igual modo, discutiu-se sobre as possibilidades de uso desses espaços mediante a apresentação de abordagens didáticas em uma perspectiva interdisciplinar, investigativa, problematizadora e lúdica.

As vivências apresentavam o objetivo de demonstrar abordagens inovadoras como possibilidades metodológicas de ensino-aprendizagem de ciências e ENFE, como forma de promover uma reflexão pessoal acerca do papel dessas abordagens. As vivências foram realizadas no Museu de Ciências Morfológicas e no Parque da Ciência, espaços institucionais de ensino, portanto, estruturados e organizados de forma a favorecerem aprendizagem.

Referente à expressão da aprendizagem, foram analisadas as discussões durante as explicações dos conteúdos e das vivências em ENFE e análise e discussão de um plano de atividade em ENFE a partir de um roteiro.

Para registro, tratamento e análise dos dados, optamos por uma abordagem qualitativa descritiva utilizando-se de instrumentos como questionários, entrevistas e observação, analisados por meio da técnica de análise de conteúdo de acordo com Bardin (2010).

3 ANÁLISE DA FORMAÇÃO

3.1 VIVÊNCIAS NOS ENCONTROS DE FORMAÇÃO

De acordo com o plano de intervenção, em nosso primeiro encontro, foram apresentadas as bases conceituais sobre ENFE. A apresentação do conteúdo iniciou-se pela explanação expositiva dialógica, sendo guiada pelos seguintes objetivos: demonstrar as bases conceituais, características e propósitos dos ENFE; divulgar a importância dos espaços não formais para alfabetização científica, incorporando-a à prática docente; caracterizar o papel do aluno, do professor e do monitor nos ENFE; discriminar possibilidades de uso de ENFE como complemento do ensino formal, considerando abordagens interdisciplinar, investigativa e como organizador prévio.

Durante a explanação, observou-se o interesse dos participantes quanto ao tema. Isso foi possível de visualizar devido ao nível de participação, tanto no ponto de vista em responder aos questionamentos, de comentar suas experiências, dar opiniões, quanto no ponto de tirar dúvidas ou realizar questionamentos.

No segundo encontro, foi proposta a vivência “Da notocorda às glândulas mamárias”, com o objetivo de demonstrar a abordagem de ensino por investigação como uma possibilidade metodológica de ensino-aprendizagem de ciências em ENFE e, com isso, promover uma reflexão pessoal acerca do papel da investigação nesses ambientes (Figura 1).

Figura 1 – Vivência dos professores no Museu de Ciências Morfológicas (MCM/UFRN)



Fonte: Arquivo pessoal

A vivência realizada no Museu de Ciências Morfológicas da UFRN foi realizada por meio de uma abordagem investigativa sobre a evolução dos vertebrados, elaborada a partir da adaptação do trabalho de Maia, Silva e Garcia (2011). A escolha pelo desenvolvimento de uma atividade investigativa está relacionada à dificuldade que os professores apresentaram em conceituar essa abordagem.

Na visita ao Museu de Ciências Morfológicas, os professores foram instruídos sobre a realização das atividades, sendo apresentados ao roteiro de como estruturar uma visita em ENFE e ao Roteiro de Análise de Potencial Didático de Espaços Não formais de Ensino – RAPDENFE (SANTOS; COSTA, 2016). Nesse primeiro contato com o RAPDENFE, os professores foram informados de seu objetivo e da função deste roteiro bem como de sua estruturação e orientados a responderem as questões contidas nesse instrumento após a visita ao espaço. Portanto, a visita ao museu apresentava dois objetivos: o de visita técnica e o de vivenciar uma atividade investigativa.

Após visita ao espaço, houve o preenchimento do RAPDENFE e a resolução da situação-problema lançada. As observações desse momento demonstram que houve predisposição dos professores em realizar a atividade. Observou-se que alguns grupos discutiram com mais profundidade e outros, superficialmente. No momento de socialização e discussão dos resultados, observaram-se semelhanças e diferenças entre as respostas, sendo solicitado que explicassem as diferenças obtidas entre alguns grupos.

Mediante a discussão da atividade, foram apresentados os passos do ensino por investigação na atividade, mediada por breve explanação da abordagem, reforçando seu conceito, objetivo, o papel do professor e do aluno, as características das atividades investigativas, os tipos, fases e processos de uma atividade dessa natureza.

Encerrou-se a explanação com o questionamento de qual seria a opinião dos professores sobre a possibilidade de utilização da abordagem de ensino por investigação em ENFE. Ouviu-se que é algo possível de ser realizado; um professor comentou que era a primeira vez que visualizava uma atividade de investigação utilizando um ENFE, pois sempre tinha pensado nesse tipo de atividade com experimentos, uma vez que interligava o ensino por investigação ao método científico. Por depoimentos como esse é que se acredita que essa é a impressão que muitos apresentam sobre o ensino por investigação. A expectativa passou a ser que a prática de apresentar características rígidas do método científico possa ter sido desfeita.

No terceiro encontro, foi realizada a vivência “Onde as disciplinas se encontram”, que teve como objetivo demonstrar uma abordagem interdisciplinar mediada pela utilização de ENFE como um organizador prévio dos conteúdos a serem abordados em sala de aula, além de pontuar uma atividade lúdica como forma de levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos ou de consolidação do processo de ensino-aprendizagem em Ciências (Figura 2).

A escolha de usar o espaço como organizador prévio parte do princípio de que os professores não conheciam essa estratégia de ensino, que foi visualizado na análise do questionário de levantamento das percepções dos professores. Ao pontuar uma atividade lúdica,

demonstrou-se aos professores que os ENFE podem ser utilizados de forma mais atrativa aos alunos além de poder, com esse tipo de atividade, realizar o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos ou averiguar a consolidação dos conteúdos vistos em sala.

Figura 2 – Vivência dos professores no Parque da Ciências (PC/UFRN)



Fonte: Arquivo pessoal

Assim como na vivência anterior, percebemos comportamentos de interesse e de desinteresse pelas atividades. Para alguns professores, era a primeira vez que estavam no Parque da Ciência e isso oportunizou a exploração do espaço para uma possível visita com seus alunos.

Após visitarem as salas de exposição do Parque das Ciências, os professores participantes foram orientados a responderem o questionamento apresentado no roteiro. Reforçou-se, em uma breve explanação, o conceito de organizador prévio e suas funções no desenvolvimento de uma atividade, atividades lúdicas e abordagem interdisciplinar, ressaltando a importância de os conteúdos serem vistos de forma que confluam entre as disciplinas, na busca de um conhecimento integrado que supere a fragmentação, tendo em vista o conhecimento produzido pela atuação do aluno nesse processo. Na sequência, os professores foram instruídos à elaboração de uma proposta de atividade em ENFE e solicitou-se que eles escolhessem um dos espaços vivenciados para a elaboração da atividade para socializar no próximo encontro.

O quarto encontro tratou-se de um momento estruturado e organizado por professores do Centro de Práticas Educacionais da UFRN, atividade ofertada pela programação do Parque da Ciência, pré-agendada anteriormente ao início dessa formação. A palestra “Ciência além do livro” tratava da temática da ludicidade, portanto, considerou-se importante o desenvolvimento da atividade dentro da oficina com o intuito de ampliar os conhecimentos dos professores sobre as possibilidades de uso dos ENFE.

No quinto e último encontro de formação, os professores praticaram um pouco da teoria vista nos encontros anteriores ao analisarem uma proposta de atividade em ENFE (Figura 3). Inicialmente, os professores foram instruídos sobre a atividade e convidados a formarem duplas para analisarem a proposta intitulada “Como viemos ao mundo?”, mediada por roteiro de orientação da análise. No segundo momento, caracterizado pela socialização e discussão das análises, houve a leitura da proposta e discussão de alguns de seus pontos.

Figura 3 – Professores realizando análise de um plano de ação em ENFE



Fonte: Arquivo pessoal

Observou-se a intensa participação dos professores. A maioria apresentou seu ponto de vista em relação aos pontos de discussão, ora concordando, ora discordando da fala uns dos outros. Ao discordarem de alguma consideração, explicitavam seu ponto de vista com argumentos. Em concomitância com a leitura da proposta, eram realizados comentários sobre os respectivos elementos constitutivos com posterior discussão de acordo com os critérios de análise do roteiro.

Ao término das discussões a respeito da proposta, observou-se que os professores apresentavam conhecimento a respeito das características essenciais de como planejar as atividades em ENFE. Como exemplos desse referido conhecimento, é possível citar a necessidade de conhecer o espaço, escolher uma abordagem, definir claramente os objetivos, desenvolver atividades de acordo com a abordagem, respeitar as características do espaço e elaborar um roteiro que guie o aluno nesse espaço.

No encerramento da formação, foram indicados os três professores que iriam dar continuidade à formação, aplicando suas propostas. Finalizou-se a oficina com a apresentação de um breve resumo das atividades, referendando seus objetivos. Para agradecer a participação do grupo, foi apresentado um vídeo com fotos de vários momentos vividos durante a formação.

3.2 REFLEXÃO SOBRE AS VIVÊNCIAS DA FORMAÇÃO

Houve uma boa aceitação e participação dos professores durante o curso de formação, mas consideramos pertinente uma reflexão e análise sobre esse percurso como forma de compreender e aperfeiçoar o processo formativo de professores do Ensino Básico.

Nos momentos de explanação do curso, a participação ativa e interessada dos professores foi vista como pré-requisito fundamental para o desenvolvimento das atividades seguintes, uma vez que o delineamento da proposta de formação e as atividades sugerem transformações na prática docente desses professores e o envolvimento deles potencializa essas mudanças. De acordo com Cunha e Krasilchik (2000), fatores contextuais como o prazer, o querer, os desafios, as identificações, a parceria e, sobretudo, um clima de trabalho agradável não podem ser desconsiderados no sucesso de uma formação.

A utilização de explicações dialógicas, permitindo a todo instante aos professores externarem suas experiências, seus conhecimentos e dúvidas, de forma que não só enfatizassem apenas os conteúdos teóricos, possibilitou o entrosamento entre os participantes, proporcionando uma rica troca de aprendizagem e experiências. Abordar nas formações conteúdos pedagógicos e troca de experiências vai ao encontro dos anseios dos professores, os quais aborrecem formações que apenas enfatizam conteúdos teóricos desinteressantes (CUNHA; KRASILCHIK, 2000).

Em relação às vivências, elas demonstraram serem atividades muito importantes na formação de professores, uma vez que conciliaram atividades transportáveis para a sala de aula e possibilidade de aproximação com o aporte teórico metodológico.

Segundo Rodrigues e Martins (2005), as vivências conectam os professores com estratégias/atividades, recursos didáticos inovadores e proporcionam a visualização de como podem ser exploradas novas estratégias com seus alunos, motivando os professores a desenvolverem aquela atividade ou elaborar outras semelhantes. As discussões e a mútua colaboração entre os pares durante os momentos de vivências permitiram maior possibilidade de o professor visualizar nos outros as mesmas dificuldades que eles apresentavam, oportunizando um efeito positivo na formação.

Apresentar aporte teórico cobrindo o conteúdo demonstrado nas explicações foi uma necessidade para garantir, no processo de formação, uma releitura de conceitos já visualizados pelos professores e divulgar aporte de conceitos ainda não vistos por eles. Com isso, é possível proporcionar uma discussão sobre os temas abordados e não apenas uma explicação conteudista. Porém, observou-se que a leitura sugerida para os momentos não presenciais dessa formação não foi realizada por parte dos professores, tornando as discussões pontuais, sem muito acrescentar na prática pedagógica e na participação deles.

O que se percebe é que o interesse por aspectos teóricos não foi observado no grupo de participantes dessa formação. Isso se torna evidente pela falta de leitura do aporte teórico apresentado aos participantes ao necessitarem de mais explicações sobre temas já vistos em outras formações como no caso da abordagem de Ensino por Investigação e pelo fato de terem

contato com o a estratégia de ensino de organizador prévio. Mesmo assim, não conseguem conceituar nem identificar essa estratégia durante discussão referente à vivência no Parque da Ciência.

Nessa perspectiva, segundo Alvarado-Prada, Freitas e Freitas (2010):

Os docentes em exercício constroem novos conhecimentos, ideias e práticas, pois é a partir daquilo que já possuem e sabem que continuam seu desenvolvimento. A construção da formação docente envolve toda a trajetória dos profissionais, suas concepções de vida, de sociedade, de escola, de educação, seus interesses, necessidades, habilidades e também seus medos, dificuldades e limitações (ALVARADO-PRADA; FREITAS; FREITAS, 2010, p. 370).

Isso implica dizer que a prática pedagógica docente acontece como consequência dos saberes adquiridos na formação inicial e nas experiências pessoais adquiridas ao longo do exercício profissional. Ao chegarem a uma formação, os docentes em exercício possuem uma bagagem muito rica e extensa (ALVARADO-PRADA; FREITAS; FREITAS, 2010), mas nem sempre investigada na própria prática, ou seja, são capazes apenas de perceber de forma obscura a relevância de muitas dessas ideias, apresentam uma orientação prática limitada e não são receptivos a tratarem aspectos mais abstratos, teóricos e filosóficos de educação e ensino (CUNHA; KRASILCHIK, 2000).

De acordo com Lage, Urzetta e Cunha (2011):

Os professores afirmam participar das atividades de formação contínua porque reconhecem suas contribuições para a melhoria da sua prática pedagógica, embora não consigam expressar efetivamente quais são estas contribuições, o que indica uma contradição, visto que a formação contínua só se consolida quando propicia o aprimoramento da prática pedagógica em todo o seu processo de autorreflexão-ação-transformação no trabalho docente (LAGE; URZETTA; CUNHA, 2011, p.7).

No contexto das contribuições da formação sobre espaços não formais integrados, a escola aliada à divulgação científica e a relevância que o docente assume nesse contexto reiteram a importância das considerações da apresentação dos conteúdos dessa formação, tecendo reflexões, discutindo conceitos, métodos e novas experiências tendo em vista o processo formativo de professores em Ciências. A reflexão nos leva à reorientação dos conceitos e do tempo atribuído à formação para que essas ações possam efetivamente contribuir para a transformação da prática docente e, conseqüentemente, para as inovações educacionais necessárias no âmbito da utilização de ENFE.

3.3 EXPRESSANDO A APRENDIZAGEM SOBRE ENFE

A expressão da aprendizagem refere-se à compreensão dos professores em relação aos conteúdos apresentados na formação, especialmente sobre como planejar atividades em ENFE

com vistas a proporcionar a aprendizagem significativa dos conhecimentos pelos alunos, ocorrida na última etapa da formação.

Nessa etapa, participaram 12 professores, com a análise da proposta realizada em dupla, e, portanto, avaliou-se a análise de seis grupos, segundo critérios pré-estabelecidos. Os dados dessa etapa foram compilados na Tabela 1, de forma a facilitar a compreensão das informações aqui descritas, que será referendada ao longo desta apresentação.

O primeiro critério a ser analisado foi o objetivo da proposta, se está adequado à escolha do espaço e ao nível da turma e se está claro e coeso. As análises das respostas demonstraram que 66,5% consideram os objetivos adequados ao espaço e ao nível da turma, enquanto 33,5% os consideraram inadequados tanto ao espaço, quanto ao nível da turma (Tabela 1). Em relação à clareza e coesão dos objetivos, 66,5% identificaram que os objetivos não se encontram claros nem coesos.

Observa-se, com esses resultados, que existe uma contradição entre a análise da parte escrita da atividade e a discussão da proposta em grupo, realizada no último encontro e identificada como perspectiva de resposta, uma vez que, na discussão, foram expostas inadequações referentes aos objetivos em relação ao nível da turma devido à escolha dos conteúdos e a forma como seriam cobrados. Contudo, a partir desses resultados, pode-se enfatizar que os professores apresentam a consciência de selecionar um espaço não formal de acordo com o conteúdo a ser explorado e objetivos a serem alcançados.

O segundo critério referia-se à abordagem utilizada, solicitando a identificação do tipo de abordagem, se atende aos princípios teóricos dela, encontra-se adequada ao espaço e se os procedimentos de aplicação são adequados. Em relação ao tipo de abordagem, foram identificados quatro tipos na análise dos professores: CTS (33,5%), exposição dialógica (16,5%), ensino por investigação e organizador prévio (16,5%), organizador prévio e CTS (16,5%) (Tabela 1).

TABELA 1 – Análise dos critérios de avaliação referentes à proposta de atividades em ENFE realizada pelos professores de Ciências, Natal, 2014

CRITÉRIOS	ANÁLISE		P/R	
	AD	IN	AD	IN
Objetivos				
Escolha do espaço	66,5%	33,5%	X	-
Claro e coeso	33,5%	66,5%	-	X
Nível da turma	66,5%	33,5%	-	X
Abordagem didática				
Princípios teóricos	66,5%	33,5%	-	X
Escolha do espaço	83,5%	16,5%	X	-
Procedimentos de aplicação	66,5%	33,5%	-	X

Atividades				
Nível da turma	50%	50%	X	-
Duração	33,5%	66,5%	-	X
Coerência com objetivos	66,5%	33,5%	X	-
Coerência com abordagem	33,5%	66,5%	-	X
Avaliação				
Crítérios bem definidos	50%	50%	X	-
Condiz com os objetivos	50%	50%	X	-
Roteiro				
Claro e simples	66,5%	33,5%	X	-
Orientações das atividades	50%	50%	X	-
Atividades coerentes	33,5%	33,5%	X	-
Geral				
Conhecimentos prévios	50%	33,5%	X	-
Respeito ao espaço	33,5%	50%	-	X
Valorização do espaço	16,5%	66,5%	-	X
Interesse do aluno	50%	33,5%	X	-
Ludicidade	-	83,5%	-	-
Interdisciplinaridade	-	83,5%	-	-
Estimula a curiosidade	50%	16,5%	X	-
Investigação	-	83,5%	-	-

Abreviações: P/R (Perspectiva de Resposta); AD (Adequado); IN (Inadequado).
 Fonte: Autoria própria

Quanto aos princípios teóricos da abordagem, 66,5% concordaram que atendem ao esperado, porém, de acordo com a abordagem identificada na resposta anterior (CTS, exposição dialógica, ensino por investigação e organizador prévio), os 33,5% que não concordaram que a abordagem atende aos princípios teóricos enfatizaram que não dava para mensurar da forma como a proposta estava estruturada e que a utilização do espaço como organizador prévio não se adequava à característica da estratégia utilizada.

Ainda considerando suas identificações de abordagem utilizadas nas propostas, 83,5% consideraram a abordagem adequada ao espaço e 66,5% identificaram que os procedimentos da aplicação da abordagem encontravam-se adequados, enquanto 16,5% enfatizaram estar adequada em parte, pois induz à memorização; e 16,5% consideraram inadequados os procedimentos.

Percebeu-se que existia certa insegurança e indefinição dos professores quanto à identificação das abordagens e seus princípios teóricos, além de não fazerem distinção entre abordagens de estratégias didáticas. Mais uma vez, as respostas obtidas com a análise não são compatíveis com a perspectiva de resposta, no que se refere aos princípios teóricos e

procedimentos da aplicação da abordagem. Entretanto, durante a discussão, percebeu-se a dificuldade dos professores quanto à definição e princípios a respeito do organizador prévio.

Esses resultados ressaltam a dificuldade dos professores em diversificarem as atividades pela falta de experiência com metodologias diferenciadas, seja por não conhecerem as abordagens e estratégias ou por se apresentarem inseguros quanto à utilização dessas metodologias.

No terceiro critério, analisou-se a adequação das atividades com o nível dos alunos, duração da atividade e se há previsão e/ou indicação delas para antes, durante e depois da visita ao espaço, além de sua coerência com os objetivos e abordagem didática.

Neste critério, identificou-se que 50% dos professores consideraram as atividades inadequadas ao nível da turma, 33,5% consideraram as atividades adequadas ao nível da turma, 16,5% informaram que, dependendo de como vem sendo trabalhado o tema junto aos alunos, a atividade pode estar adequada ou não (Tabela 1). Em relação à duração das atividades, 66,5% não consideraram adequadas, indagando se o tempo das atividades era considerado curto, necessitando de mais tempo para sua realização, enquanto 33,5% as consideraram adequadas. A coerência das atividades em relação aos objetivos foi considerada adequada por 66,5%, enquanto 33,5% identificaram inadequada; em relação à coerência das atividades com a abordagem, 66,5% consideraram incoerentes e 33,5% consideraram coerentes.

Nesse item, houve coerência com a perspectiva de resposta, a qual expôs com mais detalhes as considerações dos professores em relação à análise das atividades, considerando-as conteudistas, memorísticas e complexas, além de indicar que as atividades se encontram fora do contexto da série, tanto na forma de verificar a aprendizagem, quanto nos conteúdos abordados.

Além disso, os professores consideraram confuso o desenvolvimento das atividades em antes, durante e após a visita, visto que as atividades nessas etapas aparentavam serem trabalhadas em um único momento. Assim, não estava claro se todas as atividades seriam realizadas no espaço (explanação, visita e avaliação) ou se seriam em momentos distintos, porém o tempo destinado ao antes (explanação de conteúdos) e ao durante (visita) foram considerados inadequados, sendo necessário maior investimento de tempo nessas etapas.

Considerou-se ponto positivo o fato de os professores demonstrarem compreensão quanto às etapas de desenvolvimento das atividades em ENFE em antes, durante a após visita, enfatizando, dessa forma, a importância de atividades bem elaboradas para utilização e aproveitamento desses espaços.

O quarto critério referia-se à avaliação, identificando se seus critérios se encontravam bem definidos e condizentes com os objetivos da proposta. A análise das respostas dos professores identificou que 50% consideram que a avaliação apresenta critérios bem definidos, enquanto a outra metade dos professores não consideram os critérios da avaliação bem definidos, por não fazerem relação com a abordagem identificada. Em relação à avaliação estar condizente com os objetivos, 50% não consideraram condizente e os outros 50% consideraram que, em parte, a avaliação é condizente com os objetivos, pois estes apenas se encontram mal estruturados

(Tabela 1).

Houve uma divisão igualitária em relação à análise da avaliação, porém a exploração desse ponto na discussão envolveu opiniões referentes ao conteúdo, ao nível da série, à forma de abordagem, à cobrança conceitual, memorística e complexa dos conteúdos, que fizeram os participantes considerarem as questões inadequadas. Visualiza-se, com essas considerações, que os professores compreendem quando uma atividade está sendo utilizada de forma a não explorar o desenvolvimento cognitivo dos alunos e, portanto, espera-se que, na elaboração das suas atividades, façam uso de estratégias diferenciadas.

Quanto à análise do roteiro de aula contida na proposta a ser analisada pelo professor, pretendeu-se analisar se ele se encontrava claro e simples, se as orientações estavam adequadas às atividades e se as atividades eram coerentes com os objetivos. Identificou-se que 66,5% consideraram o roteiro claro e simples; porém 50% identificaram que o roteiro não continha orientações adequadas com as atividades e 33,5%, consideraram que as atividades são coerentes com os objetivos dos espaços; enquanto 33,5% não consideraram as atividades coerentes, 33,5% informam que parte das atividades é coerente com os objetivos (Tabela 1).

De fato, o roteiro da aula foi o que melhor se apresentou nessa proposta, por ser bem estruturado, claro e simples, de fácil compreensão. Os objetivos não foram bem definidos em sua constituição, mas as orientações das atividades estão adequadas e as atividades previstas para o espaço apresentam-se coerentes, apesar de não o explorar da melhor forma possível. Sabe-se que esses professores não apresentam o hábito de elaborarem roteiros para visita em ENFE, contudo, o fato de considerarem o roteiro adequado às necessidades da visita pode indicar que compreenderam como deve ser elaborado um roteiro de visita.

O sexto critério analisa a proposta de forma geral, observando se ela oportuniza o levantamento dos conhecimentos prévios, respeita as características do espaço, valoriza a cultura e alfabetização científica, contribui para despertar o interesse do aluno pelo ensino, promove ludicidade nas atividades, interdisciplinaridade e estimula a curiosidade e a atitude investigativa dos alunos para resolução de problemas.

Nesse critério, 16,5% não responderam às questões, contudo, a análise dos dados demonstrou que 50% identificaram que a proposta oportuniza o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos e 33,5% consideraram que proposta não oportuniza; 50% acreditam que a proposta não respeita as características do espaço; e 66,5% indicam que a proposta não promove nem valoriza a cultura e a alfabetização científica. Em relação à proposta promover interesse do aluno pelo ensino, 33,5% enfatizaram que sim, enquanto 50% consideraram que não. Quanto ao fato de a proposta promover ludicidade, interdisciplinaridade, e atitude investigativa, 83,5% consideraram que não, ressaltando que, em relação às expectativas de respostas, esses pontos não se aplicam à proposta. Por sua vez, quanto ao estímulo da curiosidade, 50% acham que a proposta possibilita o seu despertar (Tabela 1).

A análise desses itens dentro de uma proposta proporciona aos professores observarem

e entrarem em contato com elementos necessários ao planejamento de atividades em ENFE. Com isso, é possível que se sensibilizem quanto à importância do planejamento para atingir seus objetivos em relação aos alunos.

Ao solicitar no final do roteiro um parecer final com base nos critérios de avaliação, 50% dos professores se basearam nos objetivos para indicar reestruturação da proposta, como visto nas seguintes respostas:

A proposta é coerente com os objetivos do professor, porém o espaço oferece possibilidades de alfabetização científica que foram pouco exploradas e a avaliação, apesar de coerente, poderia ser mais completa, abordando mais o ensino por investigação.

Com base nos critérios, podemos observar que os objetivos são coerentes com a atividade. No entanto, poderia ter sido dada uma abordagem interdisciplinar e com um maior aprofundamento em CTS.

Um percentual de 16,5% analisou que a proposta se apresentaria correta se fosse realizada com os 8º e/ou 9º anos. Houve, ainda, os que indicaram que os autores do projeto necessitavam rever os princípios de ensino referente à ENFE, aplicá-la conhecendo previamente o espaço e refazer todo o projeto. Os resultados condizem com a perspectiva de resposta referente aos elementos adequados e inadequados da proposta, em que se observou que os professores demonstraram conhecimento referente às características essenciais de como planejar as atividades em ENFE.

A comparação da análise da proposta com a perspectiva de resposta discutida com os professores durante a formação demonstrou pontos convergentes e pontos divergentes. Considerou-se que os pontos divergentes foram significativos quanto às considerações referentes a essa etapa da formação. Reforçou-se, nessa análise, a dificuldade dos professores em relação a abordagens e estratégias didáticas diferenciadas e inovadoras, principalmente em relação ao organizador prévio, caracterizando, novamente, que os professores apresentam uma orientação prática limitada, sem exploração de aporte teórico, fundamentado superficialmente.

É preciso enfatizar que o domínio das estratégias é um aspecto importante que precede a sua aplicação pelo docente, pois, antes de aplicá-las, é preciso que se domine o processo, conhecendo todas as etapas, tendo em mente que as formas de organizar as atividades dependem da estratégia e abordagem utilizadas. Entretanto, para a escolha de cada estratégia, é preciso considerar os objetivos estabelecidos no planejamento.

Isso demonstra uma fragilidade na capacidade de elaboração de aulas diferenciadas que promovam um aprendizado significativo por parte destes professores. Vale reforçar que a maioria das abordagens e estratégias demonstradas ou vivenciadas nessa formação já foi vista por esses professores em momentos anteriores. Isso nos leva a refletir sobre qual o melhor caminho formativo para professores.

Em relação aos pontos convergentes, observa-se que os professores apresentam um

potencial significativo na elaboração de atividades em ENFE, visto que suas considerações em relação aos objetivos, atividades, avaliação e roteiro condizem com o que foi reforçado durante a formação. De forma geral, procurou-se enfatizar fatores a serem levados em consideração que propiciem qualidade e originalidade de propostas elaboradas para ENFE, tais como: abordagens inovadoras utilizadas; atividades que promovam o interesse dos alunos; conteúdos abordados componentes do currículo de ciências do Ensino equivalente ao público alvo; explicações/informações suficientes para atender o que está proposto e como devem ser aplicadas em sala de aula e se o tempo designado é condizente com as atividade e metodologias elencadas. Porém, somente a partir da reflexão após a aplicação, o professor consegue realmente dimensionar as fragilidades da sua sequência de atividades e reestruturá-la de acordo com as necessidades.

Essa fase foi essencial, ao proporcionar aos professores verificar a elaboração de atividades adequadas em ENFE, não apenas com intuito de melhorar sua estruturação, mas principalmente a fim de reelaborar saberes profissionais do professor na construção e aplicação estratégicas de ensino.

4 DIMENSIONANDO LIMITES E POTENCIALIDADES DA FORMAÇÃO

Após a análise e reflexão dos resultados obtidos no desenvolvimento dessa formação, identificou-se um conjunto de limitações e potencialidades que devem ser consideradas, não somente para uma interpretação adequada dos resultados alcançados, mas para o desenvolvimento de futuras investigações.

Alguns pontos da formação limitaram o processo de desenvolvimento e de aprendizagem dos professores tal como o excesso de informação referente às abordagens e estratégias didáticas. Ao tentar sanar as ausências referentes ao uso de atividades diferenciadas em ENFE, abordaram-se várias metodologias simultaneamente, não sendo favorável ao tempo disponível para a formação. Isso ocasionou outro limite na formação, pois o tempo dedicado a essas informações poderiam ser voltado para outros pontos mais significativos, como o desenvolvimento de atividades em ENFE ou a exploração mais apropriada da apresentação e análise do RAPDENFE.

Em relação às potencialidades da formação, visualizou-se, ao longo de todo o processo, o quanto é importante a utilização de uma prática formativa que envolva a participação e a atuação do professor nesse processo. Portanto, consideram-se as vivências nos espaços um ponto positivo, visto que possibilitaram apresentar uma variedade de atividades diferentes das que geralmente acontecem nos espaços não formais, capazes de propiciar uma aprendizagem distinta e a oportunidade de refletir, fazer e refazer.

Nesse sentido, a oportunidade de conhecer e analisar o potencial didático de um ENFE por meio da vivência nesses espaços, ressaltando a importância de conhecer as características físicas, a forma como as exposições são organizadas, bem como identificar as possibilidades

de uso desses espaços e promover a interação escola-ENFE, mostrou-se como fundamental à prática pedagógica do professor.

É possível concluir que a formação apresentou contribuições significativas à prática docente dos professores participantes, se considerarmos o objetivo inicial de proporcionar elementos didáticos para a formação continuada de professores de Ciências, ampliando suas concepções sobre uso de ENFE como complemento à escola, visando à aprendizagem de conteúdos curriculares, à luz da aprendizagem significativa, com ênfase em abordagens didáticas inovadoras e na divulgação científica.

Em relação às fragilidades observadas, ao dimensionar os limites da formação, observa-se o excesso de conteúdos referentes às abordagens didáticas inovadoras e ao tempo dedicado a suas explicações. Talvez fosse necessário mais dedicação a outros pontos da formação, enfatizando-se o desenvolvimento de investigações futuras em relação à dificuldade que os professores apresentam em explorar aportes teóricos que modifiquem sua prática docente, bem como investigações referentes à forma como esses professores realizam seus planejamentos. Por se tratar de um grupo consolidado, que realiza constantes encontros de formação, considera-se importante uma investigação quanto às necessidades do grupo e interesse deles em relação a essas formações.

Buscou-se, por meio desta formação, contribuir e aprimorar a prática docente, para compreendemos que a formação continuada é importante para o desenvolvimento do trabalho docente, em especial, quando se trata do trabalho em ENFE. Do mesmo modo, entende-se que se faz necessária uma formação que contemple com mais detalhes as especificidades das atividades em ENFE.

Compreende-se, ainda, que a mudança na prática docente não acontece de um dia para outro, ela advém de um exercício constante de tentativas e erros, pois a sala de aula é um espaço que o professor possui para mostrar seu trabalho, sua capacidade, o resultado de sua formação. O desenvolvimento do mundo atual vem exigindo cada vez mais um ensino de qualidade e, por conseguinte, um professor mais preparado, com metodologias diversificadas que promovam a aprendizagem significativa de seus alunos. Dessa exigência decorre a necessidade de se investir na formação inicial e continuada dos docentes.

A qualificação do professor é um fator relevante para a melhoria na qualidade do ensino público. No contexto educacional, realizar a articulação entre espaço formal e não formal é de fundamental importância, portanto, enfatiza-se a necessidade de formação inicial para que isso ocorra de forma orientada.

É a partir da realização de atividades em diferentes espaços, como meio para diferentes abordagens, que ocorre a valorização do aprendizado profissional docente adquirida por intermédio de formação continuada.

REFERÊNCIAS

- ABIB, M. L. V. S.; LAMAS, A.P. N.; CASTRO, C.; LOURENÇO, A. B. Os espaços não formais e sua relação com a formação de professores no contexto brasileiro. XVI Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino. *Anais ... Campinas, 2012.*
- ALBUQUERQUE, D. S. F. **Metodologias de ensino aprendizagem utilizadas pelos professores de ciências em espaços educativos não formais para alunos do 1º ao 5º ano de uma escola estadual de Manaus.** Manaus: UEA, 2012.
- ALVARADO-PRADA, L. E.; FREITAS, T. C.; FREITAS, C. A. Formação continuada de professores: alguns conceitos, interesses, necessidades e propostas. **Revista Diálogo Educacional**, vol. 10, n. 30, maio-agosto, 2010.
- ARAÚJO, J. N. **O ensino de botânica e a educação básica no contexto amazônico: Construção de recurso multimídia.** Manaus: UEA, 2009.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Lisboa, Portugal: Edições 70 LDA, 2010.
- CASCAIS, M. G. A. **Espaços educativos para alfabetização científica: uma experiência com estudantes dos anos finais do ensino fundamental.** Manaus: UEA, 2012.
- CUNHA, A. M. O.; KRASILCHIK, M. **A formação continuada de professores de Ciências: Percepções a partir de uma experiência.** Ata da 23ª Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação. Caxambu: ANPEd., 2000.
- FARIA, R. L.; JACOBUCCI, D. F. C.; OLIVEIRA, R. C. Possibilidades de ensino de Botânica em um espaço não-formal de Educação na percepção de professoras de Ciências. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (Impresso), v. 13, n. 1, p. 87-103, 2011.
- GARCIA, V. A. Um sobrevoo: o conceito de educação não formal. In: PARK, M. B.; FERNANDES, R. S. (orgs). **Educação não formal – contextos, percursos e sujeitos.** Campinas: UNICAMP/CMU, Editora Setembro, 2005.
- JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, 2008.
- JACOBUCCI, G. B.; JACOBUCCI, D. F. C. Caracterização da estrutura das mostras sobre biologia em espaços não formais de educação em ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação e Ciências**, vol. 10, n. 1, junho, 2008.
- KÖPTKE, L. S. Parceria museu e escola como experiência social e espaço de afirmação do sujeito. In. Gouvêa, Guacira et al. (orgs.). **Educação e Museu.** A construção social do caráter educativo dos museus de ciências. Rio de Janeiro: Acces, p. 107-128, 2003.
- LAGE, M. A. G.; URZETTA, F. C.; CUNHA, A. M. O. **Formação continuada de professores: entre os limites e os silêncios dos programas de formação.** Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências – ENPEC. *Anais...* Campinas; ABRAPEC, v.8, 2011.

- LOPES, S. I.; GUIDO, L. F. E.; CUNHA, A. M. O.; JACOBUCCI, D. F. C. - Estudos Coletivos de Educação Ambiental como Instrumento Reflexivo na Formação Continuada de Professores de Ciências em Espaços Educativos Formais e Não-formais. REEC. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, p. 516-530, 2011.
- MAIA, L. L.; SILVA, J. F.; GARCIA, J. F. M. **O uso de coleções zoológicas a partir da abordagem do ensino por investigação – possibilidade de integração de conteúdos**. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. *Anais ...* Campinas, dez. 2011.
- MARANDINO, M. Interfaces na relação museu-escola. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n. 1, pp. 85-100, abr. 2001.
- MARANDINO, M. A formação inicial de professores e os museus de Ciências. In: SELLES, S.E.; FERREIRA, M.S. **Formação docente em Ciências memórias e práticas**. Niterói: EdUFF, p. 59-76, 2003.
- MARANDINO, M.; GOUVÊA, G.; AMARAL, D. P. - A Ciência, o brincar e os espaços não formais de educação. In: Alda J. Marin; Aída Maria M. Silva; Maria Inês M. de Souza. (Org.). **Situações Didáticas**. 1 ed. Araraquara: JM editores Ltda., v. 1, p. 237-254, 2003.
- MARANDINO, M.; SILVEIRA, R. V. M.; CHELINI, M. J.; GARCIA, V. A. R.; MARTINS, L. C.; LOURENÇO, M. F.; FLORENTINO, H. A. **A Educação Não Formal e a Divulgação Científica: o que pensa quem faz?** IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. *Anais ...* Bauru, 2004.
- MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: Histórias e Práticas em diferentes espaços educativos**. Editora Cortez. São Paulo. 2009.
- MARTINS, L. C. **A relação museu/escola: teoria e prática educacionais nas visitas escolares ao Museu de Zoologia da USP**. São Paulo - USP, 2006.
- PRAXEDES, G. C., ARAÚJO, M. F. F. – Identificação e dificuldades de uso de espaços de educação não formal por professores de biologia de Natal/RN. In: Francisco Ari de Andrade; Jean Mac Cole Tavares Santos (Org.). **Formação de professores e Pesquisa em educação: textos, metodologias, práticas e experiências docentes**. 1 ed., Fortaleza: Edições UFC, v. 01, p. 84-97,2011.
- ROCHA, S. C. B.; FACHÍN-TERÁN, A. **O uso de espaços não formais como estratégia para o ensino de ciências**. Manaus: UEA/Escola Normal Superior/PPGEECA, 2010.
- RODRIGUES, A.; MARTINS, I. P. Ambientes de ensino não formal de ciências: impacte nas práticas de professores do 1º ciclo do ensino básico. **Enseñanza de las Ciencias**, n. extra, VII Congresso, 2005.
- SANTOS, A. S.; COSTA, I, A. S. Avaliação do potencial didático de espaços não formais: uma proposta de apoio ao professor no ensino de ciências. **Revista Metáfora Educacional**. Feira de Santana – Bahia, n. 21, p. 244-277, jul./dez. 2016.

SILVA, C.S.; DINIZ, R. E. **Perfil e prática pedagógica dos professores visitantes de um centro de ciências: indicativo sobre a relação museu-escola.** VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. *Anais ...* Campinas, dez. 2011.

SOARES, M. S. M. – **A Casa da Ciência da UFRJ como espaço de educação não-formal.** Rio de Janeiro, 2003.

SOUZA, M. P. C. **O papel educativo dos jardins botânicos: análise das ações educativas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.** São Paulo - USP, 2009.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L.; DIAS, M. - Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Revista Ciência & Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 4, p.1-7, out/dez, 2005.

QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS COMO ABORDAGEM PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: CONTRIBUIÇÕES NA FORMAÇÃO DOCENTE

Aleson da Silva Fonseca
Ivaneide Alves Soares da Costa

1 CONTEXTUALIZANDO O TEMA DE ESTUDO

A Educação Científica está voltada à capacitação dos estudantes para que estes apropriem-se do conhecimento científico e tecnológico para tomar decisões responsáveis no seu cotidiano, sendo plenamente capazes de fazerem uma leitura crítica. A esses indivíduos capazes de adotar uma postura crítica-reflexiva é dado o status de letrados cientificamente (SANTOS, 2007; CUNHA, 2017).

Na Educação Científica, existem inúmeras abordagens com potencial para contribuir com o letramento científico, uma delas é a abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC). Nesse sentido, pode-se definir como uma estratégia didática-pedagógica que tem despertado a atenção e interesse de pesquisadores na área de Ensino de Ciências, em função da sua capacidade de mobilizar aspectos controversos da ciência e tecnologia, atendendo às demandas de uma educação científica crítica, orientada para formação e exercício da cidadania (DINOR et al., 2020).

Essa estratégia está alicerçada na concepção de uma educação voltada para o desenvolvimento de habilidades e competências, auxiliando na apropriação de conceitos científicos para tomada de decisão, pois o pensamento crítico-reflexivo é capaz de mobilizar e problematizar diferentes aspectos do campo de estudo da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012; CONRADO, 2017).

Assim, a inserção de QSC no Ensino de Ciências tem possibilitado a articulação das dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos a partir dos aspectos problemáticos do campo científico e tecnológico, ou seja, está ligada aos temas relevantes que ainda dividem opiniões, com implicações políticas, econômicas, sociais, morais, éticas e ambientais (CONRADO; NUNES-NETO, 2018; CONRADO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2019).

Contudo, mesmo diante do potencial didático-pedagógico inerente à abordagem das QSC, os estudos têm apontado diferentes desafios para sua implementação nos espaços escolares, a saber, dificuldade de reconhecer, além de inserir uma QSC nos planos de ensino e de trabalhar com metodologias participativas, carência de materiais instrucionais de apoio ao

professor, estudantes pouco participativos, ênfase no cumprimento do conteúdo programático da disciplina, entre outras questões (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012; CONRADO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2019; DINOR et al., 2020).

Por outro lado, se faz necessário o desenvolvimento de materiais instrucionais e uma formação docente que contemple essa perspectiva teórica-metodológica, tendo em vista as dificuldades na implementação das QSC no currículo escolar.

Pensando nesse cenário de escassez de material instrucional e na carência de uma formação pedagógica em QSC, surge o curso de formação pedagógica “*Estratégias inovadoras no Ensino de Ciências e Biologia: questões sociocientíficas e investigativas na perspectiva para o letramento científico sobre a temática da água*”. A ideia central dessa atividade é criar um ambiente rico para discussões teórico-metodológicas de abordagens didáticas no Ensino de Ciências alicerçadas às problemáticas hídricas.

Portando, objetiva-se, neste capítulo, trazer um relato de experiência e descrever as contribuições de um curso de formação pedagógica em questões sociocientíficas e abordagem temática-investigativa como contribuições para o letramento científico.

2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA EM ENSINO

A formação pedagógica intitulada “*Estratégias inovadoras no Ensino de Ciências e Biologia: questões sociocientíficas e investigativas na perspectiva para o letramento científico sobre a temática da água*” foi ofertada como curso de extensão universitária na modalidade de educação a distância, com carga horária de 60 horas ministrada pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), em parceria com a Secretária de Educação à Distância (SEDIS) e Pró-Reitoria de Extensão, ambas vinculadas à UFRN.

A atividade extensionista correspondeu a uma pesquisa em ensino e foi realizada com professores de Ciências e Biologia em formação inicial e continuada, entre os dias 13 de julho e 07 de agosto de 2020.

Para realização do curso, foi elaborada uma sequência de ensino intitulada “Uma jornada à cidadania: Por quê? Para quê? E como letrar cientificamente?”. A formação pedagógica foi dividida em três momentos: (i) Conceitos fundamentais, a saber, abordagem metodológica de questões sociocientíficas no campo de estudo da CTSA; Ensino por investigação, Alfabetização/Letramento científica(o) e popularização da cultura científica, fundamentados de acordo com a literatura pertinente; (ii) Da teoria à prática pedagógica, em que foi apresentado o Instrumento de Planejamento e Avaliação Didática em Questões Sociocientíficas (IPAD QSC) (FONSECA, 2021) como material instrucional para ajudar os professores na construção e avaliação de sequências de ensino e (iii) Análise e avaliação do curso, etapa destinada à investigação das contribuições do curso na formação dos professores.

Essa pesquisa em ensino passou pela aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da UFRN e recebeu o parecer favorável nº 4.329.978.

3 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

3.1 CARACTERIZAÇÃO E CONCEPÇÕES INICIAIS DOS PARTICIPANTES SOBRE O TEMA DE ESTUDO

O curso apresentou alta procura, com mais de 200 professores demonstrando interesse por meio do formulário de caracterização dos participantes. Esse formulário foi utilizado como critério para deferimento das inscrições dos candidatos, tendo em vista que foi constatado o interesse de profissionais de outras formações, tais como Pedagogia, Geografia, Ecologia, dentre outras áreas.

Para efetivação da inscrição, o candidato ao curso deveria ser/ter sido vinculado aos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas (graduando ou graduado). Após análise prévia dos critérios de inclusão do público-alvo, foram efetivadas as inscrições de 107 professores, de modo que 31% eram do sexo masculino e 69% do sexo feminino. De acordo com o número de inscrições efetivadas, 21,3% dos participantes estavam em formação inicial, enquanto 75,7% estavam em formação continuada.

No primeiro dia de aula síncrona, foi aplicado um questionário estruturado com 21 perguntas de conhecimento prévio com os professores que estavam acompanhando a aula (19 de múltipla escolha e 2 questionamentos abertos). O objetivo desse instrumento de registro de dados era caracterizar o grau de entendimento dos participantes sobre as temáticas que seriam discutidas ao longo da formação pedagógica.

No questionário de conhecimento prévio, ao questionar a categoria de formação dos participantes, foi verificado que 40,7% eram pessoas de formação inicial e 59,3% em formação continuada. Esse resultado diverge do resultado obtido no questionário de inscrição devido ao número de respostas devolvidas no dia da aplicação do questionário de conhecimento prévio. O questionamento seguinte inquiria sobre expectativas para realizar o curso, todos expressavam o interesse em se aprofundar na temática da abordagem QSC e investigativas.

Foi questionado se os professores já ouviram falar em alfabetização/letramento científico e, em relação a isso, a categoria de maior destaque foi “frequentemente” (40,7%), seguida de “ocasionalmente” (33%), “muito frequentemente” (12,1%), “nunca” (7,7%) e “raramente” (6,6%).

A pergunta seguinte inquiria sobre o modo como estes participantes tiveram aproximação e/ou aprofundamento sobre a alfabetização/letramento científico; a maioria apontou que teve contato ainda durante a graduação (51,6%) e o restante ficou distribuída da seguinte forma: “como estudante de pós-graduação” (22%), “como profissional atuante no

Ensino Básico” (12,1%), seguida da categoria “Nunca ouvi falar” (5,5%), “como estudante de curso de formação continuada” (4,4%), “como profissional atuante no Ensino Superior” (2,2%), enquanto as categorias “como estudante do Ensino Básico” e “por meio das mídias de comunicação (TV, rádio, jornal, etc.) teve contribuição de 1,1% cada.

Foi questionado como os professores classificavam o seu grau de conhecimento sobre o conceito, princípios e aplicação da alfabetização e/ou letramento científico. As contribuições relativas às respostas por categorias foram distribuídas da seguinte forma: “pouco” (46,2%), “insuficiente” (29,7%), “suficiente” (16,5%) e “nenhum” (7,7%).

Quando questionado se os participantes conheciam os critérios usados no planejamento e avaliação de sequências de ensino com foco na(o) alfabetização/letramento científico, a maioria respondeu que não conhecia (36,3%), seguido da categoria “conheço pouco” (34,1%), “conheço insuficientemente” (19,8%) e “conheço suficientemente”, resultado que teve menor representatividade com 9,9%.

Foi questionado o que considerar no planejamento de ensino na perspectiva da alfabetização e/ou letramento científico e, para isso, foram propostas algumas afirmações, de modo que os participantes só poderiam selecionar uma única afirmativa. A resposta com maior representatividade correspondia à alternativa válida. Sendo assim, as proporções de afirmativas estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1. Contribuição relativa das respostas de acordo com as afirmativas presentes no questionário

AFIRMAÇÃO	%
A delimitação de objetivos que potencializem o desenvolvimento de competências e habilidades nos alunos, considerar o currículo escolar e ajustá-los às particularidades e demandas locais dos estudantes a fim de aproximá-los do objeto de estudo	71,4
A utilização de experimentos ou kits científicos no ensino de ciências que ajudem os alunos a compreenderem como o conhecimento científico é construído	7,7
Considerar o grau de profundidade do conteúdo e buscar trabalhar ao máximo os aspectos conceituais e procedimentais	7,7
A definição de um único método de ensino investigativo potencialmente significativo	3,3
Não souberam responder	9,9

Fonte: Arquivo pessoal (2020).

O questionamento seguinte inquiria se os participantes do curso já tinham ouvido falar em QSC. Nesse aspecto, a categoria com maior contribuição relativa foi “ocasionalmente” (39,6%), “raramente” (22%), “nunca” (17,6%), “frequentemente” (14,3%) e “muito frequentemente” (6,6%).

A partir disso, foi questionado o modo como os participantes tiveram aproximação ou aprendeu sobre QSC. Inicialmente, a maior parte respondeu que tomou conhecimento “como estudante de graduação” (44%), seguido de “estudante de pós-graduação” (20,9%), “como

estudante de curso de formação continuada” (17,6%), “como profissional do ensino básico” (7,7%), “por meio das mídias de comunicação (TV, rádio, jornal, etc.)” (5,5%), “como estudante de curso de formação” (2,2%), “como profissional atuante no ensino superior” e “estudante do ensino básico” (1,1%, cada).

Em seguida, foi questionado aos professores participantes do curso o grau de conhecimento sobre o conceito ou princípios das QSC. A maioria respondeu a categoria “pouco” (42,9%), seguido de “nenhum” (23,1%), “insuficiente” (20,9%), “suficiente” (13,2%) e “mais que suficiente” não teve nenhuma resposta atribuída.

Quando questionados sobre os critérios usados no planejamento e avaliação de sequências de ensino com QSC, a escala com maior representatividade foi “nenhum” (35,2%), seguida de “pouco” (39,6%), “insuficiente” (14,3%), “suficiente” (11%), enquanto a categoria “mais que suficiente” não teve contribuição na amostra.

Foi questionado o que considerar no planejamento de ensino na perspectiva das QSC, para isso, foram propostas algumas afirmações, de modo que os participantes só poderiam selecionar uma única afirmativa. A resposta com maior representatividade correspondia à alternativa válida. Sendo assim, as proporções de afirmativas estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2. Contribuição relativa das respostas de acordo com as afirmativas presentes no questionário

AFIRMAÇÃO	%
A definição clara dos aspectos controversos do conteúdo e a sua capacidade de ajudar os alunos na compreensão dos conceitos e conteúdos científicos e sociais que podem suscitar a tomada de decisão	60,4
A definição dos conteúdos negligenciados pela ciência e as estratégias de ensino que ajudam na aprendizagem dos alunos	6,6
A definição de conteúdos complexos e estratégias de ensino que ajudam na aprendizagem dos alunos sobre conteúdos científicos e sociais, mas com o foco no papel do professor	5,5
Tem que se atentar exclusivamente ao grau de investigação das Questões Sociocientíficas (QSC)	0
Não souberam responder	27,5

Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Foi perguntado aos participantes se, na opinião deles, existia alguma relação entre o campo de estudo da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) com as QSC. Quanto a esse questionamento, 94,5% concordaram, afirmando que as QSC se articulam como abordagem de ensino de Ciências vinculada ao campo de estudo da CTSA, enquanto 4,4% marcaram a opção que existia relação, alegando que a QSC seria a única forma de trabalhar na perspectiva da CTSA. Por outro lado, 1,1% dos participantes marcaram a alternativa que sinalizava a não existência de relação, por serem as QSC uma abordagem metodológica, enquanto a abordagem CTSA se tratava de campo de estudo. Esse resultado representa, em certa medida, um grau de desconhecimento das teorias que fundamentam essa perspectiva.

Quando os professores foram indagados se tinham ouvido falar em Ensino por Investigação, os resultados revelaram que as classes de maior representatividade foram “frequentemente” (38,5%), “muito frequentemente” (23,1%), “ocasionalmente” (18,7%), “raramente” (13,2%) e “nunca” (6,6%).

Nesse sentido, a maioria teve aproximação ou aprendeu sobre Ensino por Investigação “como estudante de graduação” (64,8%), “como estudante de pós-graduação” (13,2%), “como profissional atuante no Ensino Básico” (8,8%), “nunca ouviu falar” (6,6%), “como estudante de curso de formação continuada” (3,3%), “por meio das mídias de comunicação (TV, rádio, jornal, etc.)” (2,2%) e “como profissional atuante no Ensino Superior” (1,1%).

Em seguida, foi questionado sobre o grau de conhecimento sobre os conceitos e/ou princípios do Ensino por Investigação. A maior representatividade foi da categoria “suficiente” (36,3%), “pouco” (31,9%), “insuficiente” (22%), “nenhum” (7,7%) e “mais que suficiente” (2,2%).

Pensando nisso, foram questionados, ainda, modelos teóricos de Ensino por Investigação, com algumas opções descritas no questionário para que os participantes pudessem selecionar mais de uma opção. A contribuição relativa ficou descrita da seguinte forma: modelo de Aprendizagem Baseada em Projeto (65,9%), Unidade Didática Potencialmente Significativa (31,9%), O ciclo de investigação (27,5%), Os Três Momentos Pedagógicos (19,8%), modelo BSCS 5E (9,9%), BSCS 7E (6,6%) e “não conheço nenhum” (17,6%).

O questionamento seguinte era se os participantes tinham ciência da perspectiva da popularização da ciência. A maioria já tinha ouvido falar “ocasionalmente” (34,1%), seguido de “frequentemente” (24,2%), “nunca” (22%), “raramente” (11%) e “muito frequente” (8,8%).

A partir disso, foi questionado sobre o modo como o professor teve aproximação ou aprendeu sobre popularização da Ciência. O resultado foi o seguinte: “como estudante de graduação” (51,6%), “como profissional atuante no Ensino Básico” (6,6%), “por meio de mídias (TV, rádio, jornal, etc.)” (3,3%), as categorias “como profissional atuante no Ensino Superior” e “como estudante de formação continuada” (1,1%, cada), enquanto “nunca ouviu falar” atingiu 18,7%.

Quanto ao grau de conhecimento sobre os conceitos e/ou princípios da popularização da Ciência, foi identificado que a maioria apresentava “pouco” conhecimento ou “insuficiente” (33%, cada). Em seguida, as categorias “nenhum” (18,7%) e “suficiente” (14,3%). “Mais que suficiente” apresentou menor representatividade (1,1%).

O último questionamento solicitava aos participantes que eles considerassem a temática da água e descrevessem como eles planejavam uma aula na perspectiva do(a) alfabetização/letramento científico e cidadania ativa. O objetivo dessa pergunta aberta era identificar possíveis respostas que se aproximavam da proposta do curso, que trazia diferentes estratégias didáticas a partir de abordagens didáticas participativas. Com base nisso, foram encontradas diferentes descrições.

Para esse questionamento, foram obtidas 91 respostas e dessas, apenas 11 descrições apresentavam de alguma forma uma explicação que girava em torno de metodologias de ensino participativas. O fragmento de resposta a seguir demonstra essa perspectiva: *Traria questões controversas e sociocientíficas que pertencem ao cotidiano do aluno e que impactam, de certo modo, distintas vertentes (saúde, meio ambiente, economia, ética, política, meio ambiente e sustentabilidade etc.). Iria propor uma questão problematizadora que estimulasse o pensamento e, a partir dela, trabalharia os conteúdos previstos.*

Foram identificados, ainda, fragmentos de respostas que demonstravam ênfase conceitual: *Traria os conceitos sobre a temática, bibliografia, legislação, entre outros materiais dentro de uma discussão com a turma sobre o tema e, a partir daí, trabalharia as questões pertinentes, como potabilidade, consumo consciente, reaproveitamento, entre outros.*

Algumas visões equivocadas também foram visualizadas nas respostas dos professores. A seguir, é apresentado um fragmento de resposta que compreende a(o) alfabetização/letramento científico como uma abordagem didática: *A aula partiria de uma roda de conversa de onde seriam extraídos dos educandos seus conhecimentos prévios sobre o tema e de acordo com os saberes e cotidiano deles introduzir o letramento científico e a cidadania ativa, fazendo com que eles percebam sua importância dentro de seus cotidianos.*

De modo geral, a maioria apresentou concepções que se afastavam da perspectiva teórica-metodológica que seria discutida durante os encontros síncronos do curso de formação pedagógica.

3.2 CONTRIBUIÇÕES DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS

A educação pautada no desenvolvimento de habilidades e competências tem sido reportada nos documentos oficiais que norteiam a construção do currículo escolar. Esse objetivo da educação foi destacado na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), reforçados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) e, recentemente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em sua última versão, traz a ideia de letramento científico (BRASIL, 2019).

Entretanto, com uma perspectiva de uniformização do currículo em um país com dimensões continentais e com características sociais, culturais, econômicas e ambientais distintas entre as suas regiões geográficas, isso, em certa medida, atrasa a ideia de uma educação crítica, reflexiva e capaz de levar o estudante à participação ativa na tomada de decisão no contexto social e político.

Durante o curso, foram colocadas em discussão as ideias expressas na BNCC, em especial, na área de Ciências da natureza, a fim de contextualizar as correntes teóricas que fundamentam as diretrizes de uma educação científica crítica e ativa (SANTOS, 2007; DACORÉGIO; ALVES; LORENZETTI, 2017).

O objetivo era ajudar no desenvolvimento da capacidade de análise e argumentação dos professores para que eles tivessem uma visão integral de como as políticas educacionais estavam sendo desenvolvidas no âmbito nacional e, sobretudo, como isso afetaria sua prática pedagógica no que concerne à inserção das dimensões conceituais, procedimentais, atitudinais do conteúdo escolar e a diversificação das abordagens teórico-metodológicas e estratégias didáticas potencialmente significativas. Portanto, isso traria consequências no nível de letramento científico dos estudantes.

A Educação Científica visa ao preparo para o exercício da cidadania, a partir do desenvolvimento das capacidades cognitivas dos alunos, habilitando-os à apropriação de conceitos científicos para se posicionarem e tomarem decisões, levando em consideração as diferentes situações (SANTOS, 2007; DACORÉGIO; ALVES; LORENZETTI, 2017; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Tendo isso em vista, as QSC visam à problematização do currículo para suscitar a tomada de decisão sociopolítica (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). O Ensino por Investigação, por outro lado, reforça a ideia do desenvolvimento das competências humanas para a sistematização de uma visão crítica e ativa (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Desta forma, ajuda a entender as relações CTSA na construção do conhecimento científico e o modo como ela opera, objetivando a aproximação do indivíduo para a sua inserção na cultura científica (SANTOS, 2007).

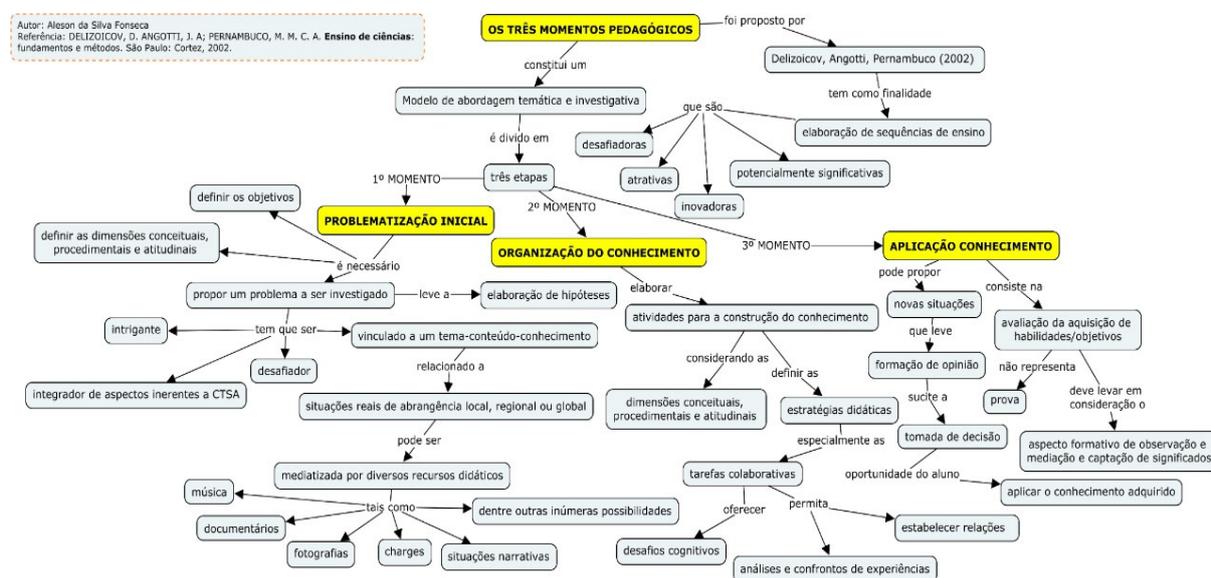
Pensando nessa noção geral da educação científica, o curso apresentava um viés instrumentalista, com o objetivo de discutir algumas abordagens didáticas inovadoras, com ênfase em QSC e abordagens temáticas investigativas (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; CONRADO; NUNES-NETO, 2018; DINOR et al., 2020), como forma de contribuir na formação dos professores, focalizando nas problemáticas da água.

Partimos do entendimento de que os professores têm papel fundamental na aproximação dos estudantes com os aspectos da cultura científica (REIS; GALVÃO, 2005). Portanto, as aulas síncronas apresentavam os conceitos fundamentais de forma a contextualizar o modo como essas estratégias de ensino podem despertar o interesse dos alunos, sobretudo, para uma visão mais ampla sobre os aspectos concernentes às atividades científicas e a forma como a ciência e a tecnologia impactam a vida em sociedade.

Para isso, foi realizado o resgate histórico da construção do movimento CTS(A) em meados da década de 60-70 e suas reivindicações que influenciaram as políticas públicas voltadas ao Ensino de Ciências dentro do contexto do pós-guerra (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012). Isso se fez necessário para que fosse possível apresentar como as QSC se articulam dentro do campo de estudo do CTSA, uma vez que isso foi um ponto divergente entre os professores durante análise do conhecimento prévio. Foi demonstrado que alguns referenciais apresentam uma abordagem problematizadora que levanta a discussão de aspectos controversos da ciência e da tecnologia (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012), de modo a conduzir os estudantes à reflexão das múltiplas implicações que uma certa temática apresenta (RATCLIFFE; GRACE, 2003; CONRADO, 2017).

Na aula de Ensino por Investigação, foi enfatizada a abordagem temático-investigativa proposta por Delizoicov; Angotti; Pernambuco (2002), por se tratar de uma corrente teórica alicerçada em ideias freirianas. Para demonstrar de forma sintética a ideia central do que deve ser considerado em um planejamento de aula, foi construído um mapa de conceito para auxiliar os professores na idealização de seqüências de ensino, usando o modelo teórico-metodológico dos Três Momentos Pedagógicos (3MP's) (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). Esse material foi enviado para os professores para que eles pudessem consultá-lo na etapa de elaboração de uma proposta de plano de aula, usando esse modelo temático-investigativo (Figura 1).

Figura 1. Mapa de conceito construído no âmbito do curso de formação pedagógica para servir como recurso didático e auxiliar os docentes na elaboração de seqüências de ensino.



Fonte: Autoria própria

Ao final dessa etapa de contextualização, a partir dos encontros síncronos para fundamentação teórica, foi solicitado aos professores que eles utilizassem o Instrumento de Planejamento e Avaliação Didática em Questões Sociocientíficas (IPADQSC) (FONSECA, 2021) para efetuar a construção de uma seqüência de ensino com um tema controverso envolvendo a temática da água. O instrumento foi usado como material instrucional de apoio ao professor.

Para realização dessa atividade, os professores foram divididos em grupos (entre 4-5 integrantes) e tiveram duas semanas para concluírem o planejamento. Enquanto isso, o docente responsável pelo curso atuava no suporte, sanando as dúvidas que surgiam.

Foi solicitado que cada grupo definisse um tema controverso com desdobramentos sociais, políticos, econômicos e ambientais, relacionados a contextos reais da atualidade, principalmente, vinculado aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), desde que

envolvesse a temática da água.

Com base no tema escolhido, os professores deveriam definir um título para a sua sequência de ensino a partir de alguns critérios, a saber: (i) ser instigante; (ii) provocador, (iii) temático, (iv) interessante, (v) atrativo, (vi) curioso, com o intuito de envolver e estimular a curiosidade no aluno.

Ao final do intervalo de tempo destinado à execução dessa atividade, foram obtidos 22 protótipos de sequências de ensino (Quadro 3), que passaram por uma etapa de apreciação por parte do docente responsável pelo curso, de modo que foi realizada uma devolutiva, com o intuito de melhorar as sequências de ensino, por meio da sinalização de alguns pontos relevantes, tendo em vista o referencial teórico adotado no curso imposto pelas diretrizes do IPADQSC.

Quadro 3. Proposta de sequências de ensino obtidas ao final do curso de formação pedagógica

TÍTULOS DAS SEQUÊNCIAS DE ENSINO	OBJETIVO GERAL
GRUPO 1: Uma grande questão de saúde em um pingo de água	Conhecer e compreender toda a dinâmica envolvendo o acesso à <i>água de qualidade</i> , bem como sua relação com os aspectos ambientais, sociais, econômicos e de saúde
GRUPO 2: Poluição Hídrica: o que o desenvolvimento tem a ver com isso?	Essa sequência de ensino tem como objetivo sensibilizar os alunos para que eles possam reconhecer o impacto da poluição da água nos seres vivos
GRUPO 3: Poluição hídrica por microesferas sintéticas: qual é o preço da beleza?	Utilizar a poluição hídrica por microesferas sintéticas de produtos de higiene pessoal como temática para trabalhar as controvérsias sociais, ambientais e econômicas, a fim de sensibilizar os alunos para que estes possam fazer o uso racional desses compostos
GRUPO 4: Como consumir de forma consciente a água em tempos de pandemia de coronavírus?	Sensibilizar os alunos quanto ao uso consciente e sustentável da água em meio à pandemia do coronavírus.
GRUPO 5: Enchentes: fatalidade ou falta de planejamento?	Reconhecer causas e consequências das enchentes sob aspectos ambientais, socioeconômicos e nas atividades cotidianas dos indivíduos e das localidades afetadas, com propósito de elaborar estratégias para evitar tais acontecimentos
GRUPO 6: Água com qualidade: direito acessível a todos?	O aluno deverá compreender a importância biológica da água como recurso para sua própria sobrevivência bem como para manutenção da vida no planeta. Deve, ainda, apreender que todos têm direito à água de qualidade e que esta prestação de serviço deve ser uma das diretrizes do Estado para com a sociedade.
GRUPO 7: Se tem água, pode ter peixe: é possível (des)envolver o semiárido brasileiro de modo sustentável?	Desenvolver nos alunos uma percepção crítica sobre o ambiente aquático e trabalhar as possibilidades de desenvolver uma aquicultura sustentável com a criação de peixes em tanques-redes, equacionando as esferas ambiental, social e econômica

GRUPO 8: E se os moluscos falassem, o que eles diriam do ambiente?	Averiguar a utilização de uma sequência didática a partir de uma Questão Sociocientífica - QSC sobre os impactos socioambientais e econômicos causados pela instalação de barragens, os fatores que interferem na qualidade da água e na redução da biodiversidade límnic; <p>Numa perspectiva de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA, proporcionar o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo; da tomada de decisões; da oralidade; da escrita científica e da atuação ativa na sociedade</p>
GRUPO 9: Saneamento básico na periferia: falta de engajamento da população ou um problema ocasionado pelo descaso do Estado?	Dialogar sobre saneamento básico, compreendendo a sua importância e evidenciando fatores sociocientíficos e políticos que fazem com que esse sistema ainda seja uma utopia nas periferias brasileiras
GRUPO 10: O Xingu não está mais para peixe!	Compreender os impactos positivos e negativos no âmbito ambiental e social gerados a partir da construção das hidrelétricas
GRUPO 11: Não podemos chorar pelo óleo derramado! Mas o que podemos fazer?	Desenvolver a capacidade do aluno em reconhecer e aplicar as propriedades físicas e químicas das substâncias de forma a elaborar técnicas de separações de misturas, dando subsídios para que ele compreenda como aplicar essas técnicas no controle e tratamento do óleo nas praias do Nordeste brasileiro. Sobretudo, sensibilizar os estudantes para que estes possam se tornar sujeitos sensíveis aos problemas ambientais decorrentes da poluição na costa brasileira
GRUPO 12: Agrotóxicos: alternativas para salvar as plantações ou um veneno para nossas águas?	Analisar as controvérsias envolvendo a poluição hídrica por agrotóxicos na agricultura, a fim de sensibilizar os estudantes para o uso sustentável dos recursos hídricos do planeta
GRUPO 13: O planeta água pode sofrer de escassez hídrica? E o que eu tenho a ver com isso?	Analisar as fontes de água no planeta. Sobretudo, sensibilizar os alunos para que estes se tornem indivíduos sensíveis aos problemas de desperdícios e perda de qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos
GRUPO 14: Crise hídrica nas cidades brasileiras: chutar o balde é a gota d'água	Compreender e relacionar os aspectos básicos ambientais, sociais e políticos na problemática da crise hídrica das grandes cidades do Brasil em uma perspectiva de sustentabilidade.
GRUPO 15: Água potável é direito de todos?	Analisar a importância da água potável e como a sua má distribuição afeta as pessoas mais carentes. Além disso, pretende-se contribuir no processo de sensibilização ambiental, envolvendo os problemas de perda de qualidade das águas
GRUPO 16: Doenças transmitidas pela água: e eu com isso?	Proporcionar aos alunos conhecimentos sobre algumas das principais doenças veiculadas pela água e os cuidados para se ter uma boa qualidade em saúde
GRUPO 17: Poluição dos oceanos e suas consequências negativas pós-derramamento de óleo. E agora?	Analisar os efeitos do crime ambiental pelo derramamento de óleo nas praias do Nordeste no ano 2020 e reconhecer a importância de conservar os ecossistemas marinhos. Sobretudo, sensibilizar os alunos para essas questões ambientais da poluição dos oceanos
GRUPO 18: A vida que depende da água corre perigo. Afinal, por quê?	Analisar a importância da água no surgimento dos primeiros seres vivos, na sua evolução e sobrevivência. Além disso, pretende-se sensibilizar os alunos sobre os impactos das atividades humanas no comprometimento da vida na água
GRUPO 19: A química no tratamento de água: por que eu tenho que saber isso?	Compreender os aspectos químicos, físicos e biológicos da água e os limites da tecnologia
GRUPO 20: Poluição hídrica por medicamentos: a dose que cura pode matar?	Contribuir no processo do letramento científico na perspectiva do ensino temático e investigativo a partir da utilização de uma questão sociocientífica local sobre a poluição da água do “Rio Belo”

GRUPO 21: O Mistério das águas do Rio Potengi: o que a ecotoxicologia pode nos dizer?	Conhecer e aplicar conhecimentos da Ecotoxicologia Aquática para análise da qualidade da água do Rio Potengi com alunos de Ensino Médio e, sobretudo, sensibilizar os estudantes sobre as causas e consequências da poluição hídrica e o efeito na comunidade biológica.
---	--

Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Como foi demonstrado, as propostas de sequência de ensino de modo geral apresentaram as controvérsias localizadas na fronteira do conhecimento científico, com potencial para estimular a reflexão das implicações sociais, econômicas, sociais, políticas, ambientais. Além disso, os assuntos demonstravam ter potencialidade para mobilizar aspectos da natureza da ciência e, sobretudo, poderiam suscitar a tomada de decisão sociopolítica, assim como tem sido preconizado pelas literaturas pertinentes (RATCLIFFE; GRACE, 2003; MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012; CONRADO E NUNES-NETO, 2018).

O IPADQSC se mostrou um material válido para auxiliar os professores na etapa de planejamento de sequências de ensino. Desta forma, conseguiu atingir os objetivos aos quais ele se propunha (FONSECA, 2021).

4 O QUE FICOU PARA OS PROFESSORES?

Considera-se que muitos professores demonstraram interesse em se apropriar da temática para buscar melhorar a própria prática pedagógica, enquanto outros estavam em busca de novas perspectivas teóricas, uma vez que, de certo modo, já faziam uso de QSC e/ou da abordagem temático-investigativa.

Alguns professores sinalizaram que pretendiam adotar essas estratégias didáticas potencialmente significativas durante suas aulas e outros demonstraram interesse em pôr em prática a sequência de ensino planejada no âmbito do curso, por meio do auxílio do IPAD QSC.

Em relação ao IPAD QSC, os docentes ressaltaram as potencialidades do instrumento como suporte ao professor, por se tratar de um material de fácil manipulação e apropriação teórico-metodológica. Por outro lado, alguns participantes sinalizaram que pretendiam usar o IPAD QSC como material de acompanhamento durante a prática pedagógica.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso em: 17 nov. 2018.

BRASIL. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: terceiro e quarto ciclo do ensino fundamental**. Brasília, 1998.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. 2019. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Acesso em: 20 nov. 2019.

CONRADO, D. M. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico**. 237f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física, Bahia, 2017.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões Sociocientíficas: fundamentos, proposta de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N.; EL-HANI, C. Como abordar questões sociocientíficas na sala de aula: a estratégia didática de cinco fases para o ensino de ciências. **Indagatio Didactica**, v. 11, n. 2, p. 915-928, 2019.

CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou Letramento científico? Interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 68, p. 169–186, 2017.

DACORÉGIO, G. A.; ALVES, J. A. P.; LORENZETTI, L. Tendências de pesquisas em ENPECs sobre questões sociocientíficas. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, n. 3, p. 79-96, 2017.

DELIZOICOV, D. ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DINOR, G. A et al. **Análise de Propostas de Ensino Baseado em QSC: Uma Revisão da Literatura na Educação Básica**. Alexandria: Revista de Educação em Ciências e Tecnologia, v. 13, n. 1, p. 197-224, 2020.

FONSECA, A. S. **Diversidade metagenômica do fitoplâncton e risco social de florações de cianobactérias em reservatórios do semiárido brasileiro: mediação da pesquisa e ensino para o letramento científico**. 2021. 317f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores**. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

REIS, P.; GALVÃO, C. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 131-160, 2005.

SANTOS, W. L. P. **Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios**. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, 2007.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas no ensino de Ciências:** aspectos históricos e diferentes abordagens. Revista Ensaio, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

PARTE 2

EXPERIÊNCIAS DIDÁTICAS NO
ENSINO DE CIÊNCIAS

AS TRILHAS INTERPRETATIVAS COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO DE CONCEITOS ECOLÓGICOS

Emilie Saraiva Alves da Costa
Ivaneide Alves Soares da Costa

1 CONCEITUANDO AS TRILHAS INTERPRETATIVAS

A utilização das trilhas interpretativas no Ensino de Ciências busca auxiliar na construção de conceitos científicos e propiciar atividades que revelem as características do ambiente natural, como também a interação com o objeto de estudo por meio da interpretação ambiental, promovendo, assim, uma aprendizagem significativa.

Nesse sentido, Santos et. al. (2012, p.986) afirmam que as trilhas:

Como meio de interpretação ambiental, visam não somente a transmissão de conhecimento, mas também propiciam atividades que revelam os significados e as características do ambiente por meio de usos dos elementos originais, por experiência direta e por meios ilustrativos, sendo assim, encaixa-se como um instrumento básico de educação ambiental. (SANTOS et al., 2012, p. 986).

Além disso, as trilhas interpretativas podem ser alternativas atrativas no processo de aprendizagem de conceitos ecológicos. Nesse sentido, se quisermos obter resultados satisfatórios, é importante fazer com que os alunos se percebam como parte integrante e não apenas meros expectadores das inter-relações. As trilhas interpretativas, se bem contextualizadas, ajudam a despertar o interesse dos alunos em se engajarem em ações socioambientais que contribuam com a efetiva construção de uma sociedade mais justa, onde todos tenham direito a um meio ambiente ecologicamente sustentável.

Igualmente, os autores Tomazello e Ferreira (2001, p.199) revelam que “educar ambientalmente é educar a partir da concepção de uma realidade complexa, isto é, em que todos os elementos constituintes do ambiente estão em contínua interação”. Por sua vez, Jacobi (2003, p.199)

Enfatiza que os professores (as) devem estar cada vez mais preparados para reelaborar as informações que recebem e dentre elas, as ambientais, a fim de poderem transmitir e decodificar para os alunos a expressão dos significados sobre o meio ambiente e a ecologia nas suas múltiplas determinações e intersecções. (JACOBI, 2003, p. 199).

Dessa maneira, acredita-se que as aulas de campo desenvolvidas nas áreas verdes da escola podem ser instrumentos didáticos facilitadores da aprendizagem de conceitos ecológicos

de difícil compreensão, se conseguirem despertar nos jovens um interesse maior em estudar os conceitos científicos inerentes à ecologia, tais como meio ambiente; cadeia alimentar e suas relações ecológicas, e, por conseguinte, podem vir a gerar mudanças conceituais, procedimentais e atitudinais visando à sensibilização ambiental, tão necessária nos dias atuais, a fim de auxiliar exponencialmente o protagonismo juvenil. Para tanto, é imprescindível escolher pontos interpretativos relevantes e interessantes, os quais tragam elementos que contribuam com a aprendizagem e torne a interpretação ambiental algo prazeroso para o aluno, fazendo com que ele se sinta instigado a conhecer os elementos constituintes do ambiente do qual faz parte, de uma maneira criativa.

As trilhas interpretativas se apresentam como notáveis recursos didáticos para a Educação Biológica e Ambiental, capazes de incentivar a capacidade de observação e reflexão, viabilizando assim a informação biológica, a sensibilização e a conscientização ambiental (...) a interpretação ambiental é uma oportunidade de desenvolvimento humano que estimula a capacidade investigadora, levando o homem a repensar seu modo de ver e sentir o planeta como um todo, a partir da leitura e da percepção da realidade ambiental. Dessa forma, a natureza se firma como ferramenta facilitadora do aprendizado. (BEDIM, 2009, p.6).

Nesse aspecto, Gonçalves (2009, p.9) destaca que “por meio de trilhas interpretativas podemos abordar não só elementos ecológicos e naturais do meio ambiente; como também podemos incluir nessa situação elementos culturais, éticos, lúdicos e sociais e de percepção ambiental”. Os autores Oliveira e Nishida (2011, p.169) também apontam “a interpretação ambiental como um dos recursos que podem ser utilizados durante o percurso de uma trilha, já que é uma forma estimulante de fazer com que as pessoas entendam e interajam com seu entorno ecológico”.

No entanto, faz-se necessário ressaltar que as aulas de campo por si só não garantem a aprendizagem de conceitos científicos e, por essa razão, não devem ser a única estratégia para ensinar conceitos ecológicos, sendo imprescindível planejar e aplicar concomitantemente uma sequência didática com atividades que deverão conter outras estratégias metodológicas que complementem a aprendizagem desses conceitos, tornando-os mais significativos para os alunos.

Dentro dessa perspectiva, Marandino, Selles e Ferreira (2009, p.145) alertam para “a necessidade de dimensionar bem não só os conteúdos a serem ‘observados’ numa viagem a campo, mas também como eles serão efetivamente ‘extraídos’ para a análise, como elemento fundamental num planejamento”. Os autores também afirmam que “a atividade de campo, por si só, não resolve os problemas de ensino, sendo fundamental organizar as situações de mediação entre o conhecimento presente nos ambientes e objetos e o público” (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p.145).

Diante do exposto, acredita-se que a utilização das áreas verdes da escola como espaço educativo, aliada ao desenvolvimento de atividades diversificadas, seja um caminho viável para

elucidar as possíveis dificuldades inerentes ao ensino e aprendizagem de conteúdos ecológicos no Ensino de Ciências. Dentro desse contexto, as trilhas interpretativas tornam-se “laboratórios vivos”, ao permitirem o desenvolvimento de ações educativas eficazes quanto à aprendizagem de conceitos ecológicos, por aliarem teoria e prática a partir da interpretação e análise dos recursos naturais “*in loco*” por meio da reflexão sobre as relações entre o ser humano e o meio ambiente.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA - PERCURSO NA TRILHA INTERPRETATIVA

A experiência da trilha Ecológica interpretativa nas áreas verdes da escola foi aplicada no ano de 2012 e fez parte de uma das etapas de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa- UEPS. A atividade teve como finalidade promover situações de aprendizagem que facilitassem a compreensão dos conteúdos de ecologia em um nível crescente de complexidade; como também favorecer a capacidade de observação, interpretação e reflexão crítica dos recursos naturais e a sensibilização ambiental, a fim de contribuir com o processo de diferenciação progressiva em uma perspectiva integradora.

Para atingir tais finalidades, nove pontos interpretativos foram estrategicamente escolhidos, objetivando demonstrar a importância ecológica das árvores para a manutenção da vida; identificar os aspectos anatômicos e fisiológicos das folhas; diferenciar os tipos de frutos e importância socioeconômica; identificar as relações ecológicas existentes nas áreas verdes da escola; identificar a importância ecológica dos seres vivos envolvidos durante a transferência de matéria e energia nas cadeias alimentares; saber diferenciar as características morfológicas externas dos caules e a relação existente entre os tipos de caule com a adaptação ao meio ambiente. Por fim, incentivar a prática de atitudes sustentáveis, em especial, a mudança de atitudes dos alunos com relação à população de saguis que habitam nas áreas verdes da escola.

Dando prosseguimento ao processo de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, realizou-se uma aula expositiva dialógica. Esta atividade visou à fundamentação teórica e à sistematização dos conteúdos ecológicos abordados na unidade de ensino. Nesse momento, a professora retomou as características mais relevantes do conteúdo em questão, tais como: o conceito ampliado de meio ambiente defendido pelos PCN (BRASIL, 1998), as diferenças entre meio ambiente natural e meio ambiente construído, os ecossistemas terrestres, aquáticos e mistos com seus fatores bióticos e abióticos, os conceitos de cadeia e teia alimentar; exemplificando a importância ecológica dos seres produtores, consumidores e decompositores. De igual modo, os aspectos envolvidos na preservação ambiental atrelada ao desenvolvimento sustentável e cidadania ambiental.

Como estratégias didáticas, fez-se uso de imagens ilustrativas em projetor multimídia para favorecer o debate, a negociação e a captação de significados.

2.1 IMPLEMENTAÇÃO DA TRILHA INTERPRETATIVA NAS ÁREAS VERDES DA ESCOLA

Antes de trabalhar os conceitos ecológicos por meio da trilha interpretativa, houve uma atividade investigativa sobre as possíveis causas da diminuição da população de saguis existente no entorno da escola. De igual modo, foi feito um estudo do potencial pedagógico das áreas verdes da escola a fim de escolher os pontos interpretativos que fariam parte da trilha, assim, a trilha ecológica interpretativa foi previamente preparada e teve como finalidade incentivar a captação e compreensão dos conceitos básicos de ecologia em um nível crescente de complexidade, dando continuidade ao processo de diferenciação progressiva; como também desenvolver nos alunos a capacidade de observação, interpretação e reflexão crítica dos recursos naturais e a promoção da sensibilização ambiental dos alunos com relação à importância das áreas verdes para a preservação da população de saguis existente na escola.

Objetivou-se demonstrar a importância ecológica das árvores para a manutenção da vida; identificar as relações ecológicas envolvidas durante a transferência de energia nas cadeias alimentares existentes nas áreas verdes da escola e incentivar a prática de atitudes sustentáveis.

Esta trilha interpretativa foi planejada para ser do tipo guiada, pois todo o percurso contou com a presença da professora como mediadora e intérprete dos recursos naturais, evidenciando o potencial educativo existente em cada ponto interpretativo.

Nesse sentido, a implementação da trilha interpretativa resultou nas seguintes etapas:

1. Levantamento do potencial pedagógico das áreas verdes tendo como referência o eixo temático dos “PCN- vida e ambiente” (BRASIL, 1998)
2. Criação da infraestrutura física através da limpeza da área; delimitação e escolha do percurso; construção dos banquinhos; fabricação e colocação das placas informativo-educativas
3. Elaboração do roteiro do percurso com nove pontos interpretativos para subsidiar o trabalho docente

A trilha interpretativa seguiu uma sequência que teve nove pontos interpretativos previamente selecionados. Percebeu-se que os alunos demonstraram interesse em aprender sobre os conteúdos ecológicos com essa metodologia, pois estavam concentrados, participando ativamente com questionamentos e afirmações pertinentes a respeito da flora e fauna locais.

Os diálogos versaram sobre a fisiologia e morfologia das árvores, cadeia alimentar e as relações ecológicas existentes entre a biodiversidade local e o ecossistema existente nas áreas verdes da escola. Dessa forma, como veremos a seguir, a construção do conhecimento por meio desta metodologia foi capaz de potencializar a aprendizagem dos conceitos científicos constantes nesta pesquisa.

3 CONTRIBUIÇÕES DA TRILHA INTERPRETATIVA

3.1 PERCURSO NA TRILHA INTERPRETATIVA

Durante todo o percurso da trilha, buscou-se despertar o espírito investigativo e a reflexão crítica dos alunos ao tentarem construir em conjunto o conhecimento científico. Procurou-se intercalar a explicação dos aspectos contidos nos pontos interpretativos com alguns questionamentos. Com isso, foi possível fazer com que os alunos participassem ativamente da construção dos conceitos.

De acordo com Marandino, Selles e Ferreira (2009, p.149), “A aula de campo controla quais entidades ganham força, quais ficam latentes e quais vão ser alijadas do discurso que o grupo está construindo, tratando-se de um processo de seleção de paisagens, objetos e conteúdos”.

Observa-se, no Quadro 1, o roteiro do percurso da trilha interpretativa que teve como espaço educativo as áreas verdes da escola, contendo os nove pontos interpretativos com seus respectivos conteúdos.

Quadro 01– Roteiro do percurso com seus pontos interpretativos

PONTO INTERPRETATIVO	ASPECTOS ABORDADOS EM CADA PONTO
P1 Jaqueira	A folha - Aspectos anatômicos: tipo de folha (simples e inteira); partes da folha (limbo, nervuras centrais e periféricas, pecíolo e bainha). Aspectos fisiológicos: fotossíntese, condução da seiva bruta e elaborada Tipo de fruto- Aspectos anatômicos: baga e carnosos; distribuição dos frutos na árvore; Aspecto socioeconômico dos frutos (utilidade da polpa e sementes)
P2 Mangueira	A folha – Aspectos anatômicos: tipo de folha (inteira e composta); textura (coreácea); formato (lanceolado). Tipo de fruto- Aspectos anatômicos: drupa e carnosos. Aspecto socioeconômico (utilidade da polpa)
P3 Cajueiro	A folha – Aspectos anatômicos: tipo de folha (simples e inteira); textura (coreácea). Tipo de fruto- Aspectos anatômicos: duro e oleaginoso, polpa (pseudofruto), castanha (fruto verdadeiro); Aspecto socioeconômico (utilidade da polpa e fruto)
P4 Erva de passarinho	Relação ecológica: parasitismo vegetal
P5 Insetos sociais	Relação ecológica: sociedade dos cupins e formigas Castas sociais
P6 Serrapilheira	Composição: Matéria orgânica vegetal e animal Cadeia alimentar: seres decompositores (fungos e bactérias) Importância ecológica dos seres decompositores
P7 Desmatamento	Consequências do desmatamento para os ecossistemas terrestres Importância ecológica das árvores da escola
P8 Árvores: cajá-mirim e goiabeira	Diferenças morfológicas externas dos caules das árvores cajá-mirim (rugoso com acúmulo de alimentos e reservas nutritivas) e goiabeira (liso e tortuoso) Relação existente entre as diferenças morfológicas externas das árvores cajá-mirim e goiabeira com a adaptação ao meio ambiente: Cajá-mirim (adaptada a longos períodos de seca), goiabeira (adaptada a solo bem drenado).

P9 Importância das árvores para os saguis

Habitat e alimentação dos saguis e sensibilização ambiental: A importância do plantio de mudas para ampliação da cobertura vegetal

Fonte: Autoria própria

No início da trilha interpretativa (P1-Jaqueira), pediu-se que os alunos observassem atentamente a árvore desde a sua base, passando pelos seus troncos, galhos e folhas; buscando perceber as estruturas dessa árvore. Após alguns minutos de observação, os alunos foram questionados com relação à distribuição dos frutos na jaqueira (Figura1).

O aluno A6 respondeu: *“Eu percebi que os frutos são grandes e eu fiquei de bobeira com o fato de a jaca nascer desde o tronco até lá em cima, é incrível”*; o aluno A10 complementou: *“É verdade, desde o caule até o topo dela a gente consegue ver os frutos”*.

Logo após, falou-se sobre os aspectos anatômicos e fisiológicos das folhas com a indicação do tipo da folha como sendo simples e inteira e houve a explicação dos nomes e funções das seguintes estruturas: limbo, nervuras centrais e periféricas, pecíolo e bainha. Aproveitou-se o momento para explicar o porquê de as plantas serem consideradas como seres produtores dentro de uma cadeia alimentar. Nesse sentido, houve uma breve explicação sobre a fotossíntese.

Figura 1 – Observação dos alunos no Ponto interpretativo P1 – Jaqueira



Fonte: Arquivo pessoal

Em seguida, os alunos foram incentivados a explicar com as próprias palavras a anatomia e função das folhas, como também a razão pela qual a seiva bruta precisa chegar até as folhas. Surgiram algumas respostas, tais como:

A2: “A seiva antes da fotossíntese é chamada de seiva bruta, pois tem água, sais minerais. Então a seiva bruta vai subir pelo caule até chegar à folha e na presença da luz solar e gás carbônico, vai acontecer a fotossíntese, que vai produzir a seiva

elaborada, que é o alimento da planta e do bicho que se alimentar dela”.

A16: “O limbo é a parte da folha que dá o formato dela, as nervuras servem para distribuir a seiva, o pecíolo é de onde parte a folha simples e inteira; a bainha é essa parte aqui mais dilatada”. Nesse momento, o aluno aponta o local com o dedo indicador.

Em seguida, alguns frutos da jaqueira foram coletados e abertos, a fim de que os alunos pudessem observar o tipo de fruto como sendo baga e carnosos. A professora chamou a atenção dos alunos sobre a importância das plantas para o equilíbrio dos ecossistemas e a importância socioeconômica da polpa e sementes desta árvore.

Durante a explanação, o aluno A8 aproveitou para compartilhar o que sabia sobre a jaca: *“Professora, eu assisti a um programa que falava que existe uma pesquisa científica que utiliza a semente da jaca para produzir biocombustível”*. Outro aluno A2 falou: *“da polpa a gente pode fazer doce, sorvetes e a semente a gente pode cozinhar e comer, assim as pessoas podem vender os produtos e ganhar dinheiro”*.

Aproveitando o clima de descontração e interesse, os alunos foram encaminhados para o ponto interpretativo P2 – Mangueira (Figura 2). Ao chegar nesse ponto interpretativo, foi pedido aos alunos que comparassem a folha da jaqueira com a folha da mangueira e tentassem identificar o que elas tinham em comum e o que havia de diferente entre elas. Essa estratégia buscou aguçar a habilidade de observação dos alunos. Não demorou muito para que eles percebessem as diferenças e semelhanças entre elas e um deles A24 respondeu: *“As folhas da mangueira têm muitas partindo de um galho e na jaqueira parte apenas uma”*. Outro A17 completou: *“Eu sei o que as folhas da jaqueira e da mangueira têm de semelhantes, é que elas possuem as estruturas bainha, pecíolo e elas também são inteiras e possuem as nervuras”*.

Figura 2 – Momento no Ponto interpretativo P2 – Mangueira



Fonte: Arquivo pessoal

Percebeu-se que o fato de os alunos terem visualizado as estruturas “in loco” facilitou a aprendizagem dos nomes e funções das estruturas das folhas, pois os alunos puderam tocar e observar, fato esse que seria dificultado se a explicação tivesse sido apenas teórica e em sala de aula. Dessa forma, a professora complementou a explicação, mostrando que as folhas da mangueira são do tipo inteira e composta, como também pediu que os alunos observassem o formato da folha e sentissem a sua textura.

Nesse momento, sobre o formato, o aluno A15 respondeu: “A folha é pontuda”. E quanto à textura, a aluna A21 respondeu: “Ela é grossa”. A professora perguntou: *Essa textura “grossa” lembra um material que é utilizado pelo ser humano, como por exemplo, na fabricação de calçados ou bolsas, qual seria?* Essa pergunta deixou os alunos intrigados, alguns não conseguiram associar a textura da folha ao couro, mas depois de alguns minutos pensando, a aluna A7 respondeu em forma de questionamento: “*Seria o couro, professora?*”

Então, a professora explicou que o formato da folha da mangueira é lanceolado justamente por ser pontuda e lembrar uma lança e, quanto à textura é coreácea, pois lembra o couro.

No ponto interpretativo P3 – Cajueiro, os alunos puderam perceber semelhanças entre as folhas da mangueira e do cajueiro quanto à textura coreácea e semelhanças entre as folhas do cajueiro e jaqueira quanto ao tipo inteira e simples (Figura 3), além das estruturas bainha, pecíolo, limbo e nervuras centrais e periféricas já mencionadas anteriormente.

Figura 3 – Ponto interpretativo P3 – Cajueiro)



Fonte: Arquivo pessoal

Nesse ponto interpretativo, buscou-se trabalhar a importância socioeconômica da polpa do caju e da castanha na subsistência da agricultura familiar. Nesse momento, os alunos foram incentivados a dizerem as diferentes maneiras de consumo da castanha e da polpa do caju. A aluna A2 relatou: “*Na minha cidade, Serra do mel, os agricultores exportam a castanha para*

a Europa”; outra aluna A19 complementou: “Acho que da polpa do caju a gente pode fazer muitas coisas para gerar renda como suco, picolé, sorvete, polpa e ainda tem a castanha”. Nesse momento, a professora aproveitou para explicar o porquê de o caju ser considerado pseudofruto e a castanha ser o verdadeiro fruto.

Ao saírem do cajueiro, os alunos se encaminharam para o quarto ponto interpretativo P4 – Erva de passarinho (Figuras 4). Ao chegarem lá, solicitou-se aos alunos que observassem atentamente a árvore mangueira, exatamente no ponto onde existia a erva de passarinho.

Após a observação, lançou-se o seguinte questionamento: “O que vocês perceberam?”. O aluno A10 falou: “Eu percebi que essa árvore tem dois tipos de folha, eu acho que teve o cruzamento entre duas árvores diferentes e nasceu essa misturada”. Analisando esse comentário, pode-se dizer que o aluno não conseguiu identificar a erva de passarinho como sendo outra espécie alojada na mangueira e sim como sendo um prolongamento da mangueira. O diálogo entre a professora e alunos continuou. O debate e reflexões feitas com a mediação docente sobre esse ponto interpretativo foi necessário para que, a partir daí, houvesse a mudança conceitual.

Figura 4 – Ponto interpretativo P4 – Erva de passarinho



Fonte: Arquivo pessoal

Dessa forma, os questionamentos continuaram: “gente, lancem suas hipóteses sobre a existência desses dois tipos de folhas nessa planta”. Nesse momento, os alunos começaram a dizer as suas opiniões. Dentre elas, destacamos a fala do aluno A9: “Eu acho que são duas plantas diferentes”. Alguns alunos balançaram a cabeça de maneira positiva, concordando com a afirmação.

Nesse mesmo momento, a aluna A2 lembrou o tema relações ecológicas entre os seres vivos, que havia estudado no ano anterior e disse: *“Já sei, estou me lembrando das aulas do ano passado; o professor me falou sobre essa planta, não lembro o nome, mas eu lembro que ele me disse que ela é uma parasita, que suga o alimento da outra”*. A professora perguntou à aluna: *“E como você acha que ela se alojou na mangueira?”* A aluna A2 respondeu: *“Não sei, essa parte eu não lembro”*.

A professora aproveitou esse momento para explicar a respeito do parasitismo vegetal e explicar o porquê de essa planta se chamar “erva de passarinho” e complementou dizendo que a relação ecológica parasitismo é desarmônica, pois apenas uma espécie é beneficiada em detrimento da outra.

A trilha interpretativa continuou pelas áreas verdes da escola. Os alunos demonstraram interesse em saber mais sobre as áreas verdes e o aluno A14, inclusive, comentou: *“Estou gostando, professora, o que mais tem para a gente ver?”*. Nesse clima de descontração, todos seguiram para o ponto interpretativo P5 – Insetos sociais (Figuras 5).

Figura 5 – Ponto interpretativo P5 – Insetos sociais



Fonte: Arquivo pessoal

Ao chegar ao ponto P5, pediu-se que os alunos observassem a entrada de um formigueiro e os caminhos construídos pelos cupins desde o solo até as árvores. A professora questionou: *“O que vocês estão vendo no solo? E em cima daquela árvore? O que vocês imaginam que seja aquela estrutura marrom no topo dos galhos? Quem vive lá? Será que há algum tipo de prejuízo para a árvore?”* Os alunos responderam: *“São formigas e cupins”*. Quanto ao cupinzeiro no galho da árvore, o aluno A2 respondeu: *“Eu acho que os cupins estão se alimentando da*

árvore”. Dando continuidade, houve outro questionamento: “*Vocês sabem como os cupins e formigas se organizam para dividir as atividades dentro do formigueiro e cupinzeiro?*” Os alunos não souberam responder.

Nesse momento, foi explicado aos alunos que os seres vivos na natureza interagem uns com os outros de diferentes maneiras e essas interações são chamadas de relações ecológicas e que, no caso dos cupins e formigas, eles são considerados insetos sociais, pois vivem em uma sociedade formada por colônias com as tarefas divididas em castas sociais. Aproveitou-se o momento para fazer um comparativo entre a sociedade dos insetos sociais com a organização da sociedade humana, fazendo-se a seguinte pergunta: “*E com relação a nós, seres humanos, a nossa sociedade também se organiza como as formigas e cupins?*” Os alunos responderam: “*Claro que não*”. A professora disse: “*E por que não?*”

Para esse questionamento, destaca-se como mais significativa a resposta da aluna A16: “*A sociedade dos seres humanos é diferente da sociedade das formigas e cupins, porque nós podemos escolher o que queremos ser; a nossa profissão, mas os cupins e formigas não, eles já nascem dentro de uma casta social e vão viver nela até morrer. Por exemplo: se uma formiga nasce operária, ela vai cuidar do formigueiro, já a rainha só serve para ter filhotes e se for soldado vai morrer defendendo o seu lugar e assim por diante, eles não têm escolha*”.

Em seguida, a professora falou da importância ecológica dos cupins na natureza, explicou que algumas espécies de cupins atuam como decompositores da vegetação, tendo papel essencial na reciclagem de nutrientes, no aumento de matéria orgânica e aeração do solo. Acrescentou-se que apenas em ambientes degradados pelo ser humano esses animais podem se tornar pragas urbanas, destruindo casas, móveis de madeira, livros ou qualquer material de origem orgânica. Finalizou-se dizendo que as formigas também possuem o seu papel ecológico quando, ao construir seus formigueiros, promovem a aeração do solo.

Deu-se continuidade à trilha interpretativa ao perceber que os alunos haviam compreendido sobre a relação ecológica existente entre os insetos sociais. Os alunos foram convidados a irem observar o sexto ponto interpretativo P6 – Serrapilheira (Figuras 6).

Figura 6 – Ponto interpretativo P6 – Serrapilheira



Fonte: Arquivo pessoal

Houve a explicação sobre a composição da serrapilheira e foi pedido aos alunos que lessem a plaquinha com a seguinte afirmação: *“A serrapilheira não é lixo, é adubo orgânico”*. Nesse momento, ocorreu o seguinte questionamento: *“Qual o significado dessa afirmação?”* Dentre as respostas dadas pelos alunos, destacamos a afirmação de A19: *“Como a senhora falou que a serrapilheira é formada por matéria orgânica em decomposição que, por sua vez, é formada por tudo que vem de um ser vivo, então aqui, por exemplo, tem folhas secas, galhos, insetos mortos, frutas e eu acho que tudo isso vai apodrecendo e vira adubo para as plantas”*.

Aproveitou-se o momento para explicar sobre a importância dos seres decompositores nos ecossistemas. Por sua vez, a professora enfatizou que a serrapilheira é considerada como adubo orgânico devido à ciclagem de nutrientes pela decomposição da matéria orgânica em matéria inorgânica pela ação das bactérias e fungos. A aluna A16 interrompeu a fala da professora, lembrando o que havia sido conversado sobre fotossíntese no primeiro ponto interpretativo (P1-Jaqueira) e complementou: *“Entendi, aí a planta absorve pelas raízes a água e os sais minerais que é a seiva bruta”*.

Então, após a fala da aluna A16, a professora concluiu que os alunos haviam compreendido de maneira satisfatória a importância dos seres decompositores nos ecossistemas.

As consequências do desmatamento para os ecossistemas terrestres e a importância ecológica das árvores da escola foram os assuntos abordados no ponto interpretativo P7 – Desmatamento (Figura 7). O diálogo foi iniciado com a seguinte pergunta: *o que aconteceria com as espécies de seres vivos que habitam essa área verde se todas as árvores fossem cortadas?*

Alguns alunos responderam: “*Os animais ficariam sem casa*”; “*muitas espécies de seres vivos morreriam de fome*”; “*os animais iriam procurar outro lugar para viver*”; “*O ambiente ficaria mais quente*”.

Figura 7 – Ponto interpretativo P7 – Desmatamento



Fonte: Arquivo pessoal

Neste momento, propôs-se aos alunos que fossem para um espaço sem árvores e lá permanecessem por alguns minutos e depois fossem para debaixo das árvores e então foi pedido aos alunos que relatassem as sensações. A seguir, estão alguns relatos oriundos dessa experiência. O aluno A9 falou: “*Eu senti a pele aquecendo e comecei a sentir muito calor quando eu fiquei no sol; já quando eu fiquei debaixo das árvores foi muito mais agradável e refrescante*”; A aluna A4 complementou: “*Realmente, é muito melhor ficar embaixo das árvores, a gente se sente bem, é mais refrescante*”.

Aproveitou-se a fala dos alunos para enfatizar que as árvores garantem a sobrevivência de diversas espécies de seres vivos por ser fonte de alimentação e *habitat*. Em especial, destacou-se a importância das árvores para a sobrevivência da população de saguis existente na escola. Aproveitou-se o momento para fazer com que os alunos percebessem que as árvores da escola são responsáveis pela melhoria da qualidade de vida dos alunos, comunidade escolar e redondezas, pois garantem o contato de todos com a natureza, levando a sensações de bem-estar. De igual modo, diminuem a poluição tanto sonora quanto do ar.

No ponto P8 - árvores cajá-mirim e goiabeira, foram trabalhadas as diferenças morfológicas externas dos caules das árvores cajá-mirim que apresentam caule rugoso com acúmulo de reservas nutritivas e a árvore goiabeira que apresenta caule liso e tortuoso (Figura

8). Em seguida, buscou-se evidenciar a relação existente entre essas diferenças morfológicas externas como sendo características adaptativas a ecossistemas com fatores abióticos diferentes.

Figura 8 – Ponto interpretativo P8 – Árvores cajá-mirim e goiabeira



Fonte: Arquivo pessoal

Os alunos foram convidados a utilizarem os sentidos do tato e visão para observar, comparar e identificar as diferenças morfológicas externas do caule de cada árvore. A primeira árvore a ser observada foi o cajá-mirim. Logo após, pediu-se que os alunos socializassem a experiência e, assim, destacamos algumas falas: *“A cajá-mirim tem o tronco mais áspero, cheio desses catombos”* (A1); *“É estranho o tronco dessa árvore, é grosso, com esses tronquinhos para fora”* (A4). Então, houve o questionamento: *“Que explicação vocês dariam para o tronco do cajá-mirim ser assim?”* Os alunos responderam: *“eu acho que é para dificultar que os animais subam na árvore”* (A9); *“Eu acho que é para armazenar comida”* (A5).

Aproveitou-se para explicar que a árvore cajá-mirim possui o caule rugoso porque essas protuberâncias existentes em seu caule é uma adaptação morfológica que permite à árvore resistir a longos períodos de seca, pois é no caule rugoso e raízes que ocorre o acúmulo de alimento e reservas nutritivas. Logo depois, os alunos foram encaminhados para a goiabeira e fizeram a observação visual e a percepção tátil do seu caule. Da mesma maneira, pediu-se aos alunos que socializassem a experiência, mas, dessa vez, tentando perceber as diferenças morfológicas dos caules das duas árvores. A seguir, destacamos algumas falas: *“O caule da goiabeira é bem liso e agradável de ser tocado, diferente do caule do cajá-mirim que é áspero”* (A16); *“O caule da goiabeira é bem mais liso e tem alguns pontos onde a casca solta”* (A19).

Aproveitou-se a oportunidade para explicar que essas diferenças entre o caule liso e tortuoso da goiabeira em comparação com o caule áspero e rugoso do cajá-mirim estão rela-

cionadas com as características adaptativas que garantem à goiabeira sobreviver em ambientes bem drenados e, em contrapartida, garantem ao cajá-mirim sobreviver a longos períodos de estiagem.

Por fim, no último ponto interpretativo, P9 – Importância das árvores para os saguis, foi solicitado aos alunos que observassem as árvores das áreas verdes da escola, fazendo-os perceber que em alguns pontos as copas das árvores se tocavam e funcionavam como uma espécie de corredor ecológico para os saguis (Figuras 9).

Figura 9 – Ponto interpretativo P9 – Corredor ecológico



Fonte: Arquivo pessoal

Nesse ponto, explicou-se aos alunos que estes animais por serem arbóreos necessitavam de que as copas das árvores se encontrassem para conseguirem se locomover com mais facilidade e, dessa forma, ajudavam na manutenção do habitat e alimentação. Então, pediu-se que os alunos observassem que havia alguns espaços sem árvores. Com isso, buscou-se fazer com que os alunos refletissem sobre a importância das árvores para a manutenção da fauna existente na escola e principalmente a garantia da sobrevivência da população de saguis.

Nesse momento, perguntou-se aos alunos: *“O que vocês perceberam com relação às áreas verdes da escola?”* Eles responderam: *“Eu percebi que alguns pontos das áreas verdes estão sem árvores, dificultando a locomoção dos saguis” (A12); “Com certeza, sem as árvores, os saguis podem ficar sem moradia, alimentação e ainda não conseguem ir de uma árvore para outra” (A15); “Os corredores ecológicos são importantes para os saguis, pois eles pulam de um galho para outro e se as árvores estão muito distantes eles não conseguem” (A22).*

Aproveitou-se a fala dos alunos para fazer a sensibilização ambiental com o seguinte questionamento: *Como vocês perceberam, em alguns lugares há ausência de árvores, o que*

fazer para mudar essa realidade? Os alunos, então, lançaram a proposta de fazer o plantio de mudas para a ampliação da cobertura vegetal nas áreas verdes da escola.

Ao final, constatou-se que a trilha interpretativa desenvolvida na escola se apresentou como um recurso pedagógico adequado para trabalhar conteúdos ecológicos com alunos do ensino fundamental. Durante toda a trilha interpretativa, os alunos estiveram estimulados e dispostos a responder aos questionamentos feitos, o que tornou o processo de ensino-aprendizagem mais prazeroso, pois houve o diálogo permanente entre a docente e seus alunos.

No entanto, existem outros aspectos envolvidos na assimilação e compreensão dos fenômenos biológicos, por terem no seu arcabouço construções teóricas complexas. Por essa razão, salientamos a importância de ter sido desenvolvida, concomitantemente com a trilha interpretativa, uma sequência de atividades. Desse modo, as observações dos fenômenos biológicos encontrados durante as aulas de campo foram também exploradas e estudadas nas aulas posteriores, a fim de garantir aos alunos uma aprendizagem efetiva dos conceitos ecológicos.

3.2 ANÁLISE COMPARATIVA DA LEMBRANÇA ESTIMULADA 1 E 2

Nesse tópico, buscou-se avaliar a trilha interpretativa como estratégia de ensino adequada para favorecer a aprendizagem de conteúdos ecológicos por meio do método da Lembrança Estimulada. A avaliação da aprendizagem dos alunos referente aos conteúdos de ecologia abordados durante a trilha interpretativa foi realizada por meio de entrevistas associadas ao método da Lembrança Estimulada (L.E), segundo Falcão e Gilbert (2005).

O método L.E consiste basicamente em uma entrevista associada ao uso de imagens captadas por vídeo ou fotografias, para avaliar, por meio do resgate da memória dos participantes, evidências de aprendizagem ocorridas nas atividades após certo período de tempo. Ao se depararem com fotografias, imagens ou vídeos, ocorre a reativação da memória dos participantes e assim torna-se possível avaliar a aprendizagem dos conteúdos científicos trabalhados tanto nos espaços formais de ensino quanto nos espaços não formais.

De acordo com Falcão e Gilbert (2005, p.96), “encontram-se poucos exemplos de adoção da L.E nas pesquisas sobre aprendizagem em contextos não formais de educação. A vasta maioria de estudos com a metodologia tem o ambiente escolar como contexto”.

A estratégia se refere a um grupo de métodos de pesquisa em que o sujeito é exposto a registros (audioteipes, fotografias, videoteipes, escritos, desenhos) relacionados a uma atividade específica da qual participou (aulas, conferências, sessão de análise etc.). Entende-se que os registros funcionam como pistas que capacitam os participantes a se lembrarem de um episódio em que tiveram uma experiência específica, tornando-os capazes de expressar verbalmente os pensamentos que desenvolveram durante a atividade (FALCÃO; GILBERT, p.94).

Pela utilização do método da lembrança estimulada, teve-se como objetivo constatar as lembranças mais significantes para esses estudantes dos conteúdos ecológicos abordados durante o percurso da trilha interpretativa, bem como averiguar o quanto as áreas verdes da escola podem ser consideradas um espaço educativo eficaz para aprender conceitos ecológicos.

Participaram dessa etapa da pesquisa três alunos escolhidos aleatoriamente, do universo de 26, que corresponde a aproximadamente 10% da nossa amostra. A Lembrança Estimulada 1 (LE-1) ocorreu um dia após a trilha interpretativa, para avaliá-la como estratégia de ensino adequada para favorecer a aprendizagem de conteúdos ecológicos. Foram escolhidos para análise quatro pontos interpretativos (P4 – Erva de passarinho; P5 – Insetos sociais; P6 – Serrapilheira; P8 – Árvores: cajá-mirim e goiabeira). A cada imagem exposta, perguntava-se ao aluno quais lembranças surgiam em sua mente ao rever a fotografia. Depois, reaplicamos o método, o qual denominamos Lembrança Estimulada 2 (L.E-2), que consistiu em rerepresentar as fotografias dos pontos interpretativos aos mesmos alunos após dois meses de sua realização.

A utilização do método da lembrança estimulada foi capaz de identificar as lembranças mais significativas desses estudantes acerca dos conteúdos ecológicos abordados durante o percurso da trilha interpretativa. Além disso, foi possível evidenciar a aprendizagem dos conteúdos ecológicos por meio da trilha interpretativa. A seguir, é possível visualizar alguns trechos das falas dos alunos que foram utilizadas para análise do conteúdo (Quadro 2).

Quadro 2 – Fragmentos de Lembrança (L.E.) estimulada do aluno A3 no percurso da trilha interpretativa

PONTO DA TRILHA INTERPRETATIVA CONCEITO	L.E.1 (Um dia após a trilha)	L.E.2 (Dois meses após a trilha)
Ponto 4 Erva-de- Passarinho: Interações ecológicas (Parasitismo vegetal)	<i>... Aqui eu lembro que ela está sugando a seiva da outra planta, é uma planta invasora, parasita, ela chegou na mangueira através dos passarinhos, pois ela tem o fruto doce que atrai os passarinhos que comem e depois liberam as sementes nos galhos das outras árvores. As raízes da planta entram nos galhos da mangueira e fica sugando a seiva, isso é ruim para a mangueira que pode até morrer.</i>	<i>... a erva de passarinho que sugava pelas raízes a seiva da mangueira e que isso podia até matar a outra planta e tem esse nome por causa dos passarinhos que se alimentam dos seus frutos e depois ajudam a espalhar a erva de passarinho pelas outras árvores. Essa planta, erva de passarinho, faz muito mal à outra, pois fica sugando o alimento da outra (Não lembrou o termo parasitismo).</i>
Ponto 5 Insetos sociais: Interações ecológicas (Sociedade)	<i>... Aqui a gente conversou sobre o cupinzeiro e o formigueiro. Os cupins fazem o cupinzeiro nas árvores e dentro do solo. Lembro que as formigas e cupins dividem as tarefas em castas sociais, tem os soldados, operárias são as que cuidam da rainha e a rainha só serve para se reproduzir.</i>	<i>... Aqui a gente viu as formigas e os cupins e viu que eles formam uma sociedade que divide as tarefas em castas sociais, tem os soldados que defendem o formigueiro e o cupinzeiro, as trabalhadoras (não utilizou o termo operárias), a rainha e o rei para reprodução.</i>

<p>Ponto 6 Serrapilheira: Processo e organismos decompositores (Decomposição)</p>	<p>... Aqui a gente falou da serrapilheira que é formada pelas folhas, plantas, animais e toda a matéria orgânica, daí serve de adubo para as plantas. A matéria orgânica vai se transformar em sais minerais e são as bactérias e fungos que fazem isso.</p>	<p>... a senhora falou da serrapilheira e dos fungos e bactérias que transformam toda a matéria orgânica em adubo, nutrientes, sais minerais para as plantas e aí as plantas pegam esses nutrientes junto com a água e levam até as folhas. Eu lembro que a senhora falou que sem os decompositores a matéria orgânica iria ficar lá por décadas e décadas e nunca iria se decompor, por isso as bactérias e fungos são importantes.</p>
<p>Ponto 8 Caule do cajá-mirim e goiabeira: Adaptações ecológicas (adaptação à seca)</p>	<p>... a gente viu que o caule dela era todo pontudo, rugoso e áspero e, por ser assim, resiste a ambientes com pouca água, pois armazena nutrientes que ajuda a planta a sobreviver aos dias sem chuva. A gente viu também a goiabeira que é diferente da cajá-mirim, o caule é liso e ela só sobrevive em solo úmido, ela não tem onde acumular esses nutrientes.</p>	<p>... a cajá-mirim resiste tanto a ambientes quentes e úmidos, mas também consegue sobreviver a longos períodos sem chuva graças a essas estruturas (o aluno aponta o caule com o dedo) que armazena nutrientes e a gente viu que a goiabeira, por ter o tronco liso, só consegue sobreviver em solo úmido.</p>

Fonte: Autoria própria

Conforme mostra o Quadro 2, tanto a Lembrança Estimulada 1 (LE-1) quanto a Lembrança Estimulada 2 (LE-2) sinalizam que, ao deparar-se com as imagens, houve a ativação da memória do aluno A3 com lembranças de termos/denominações que evidenciam a aprendizagem dos conceitos científicos relativos a cada um dos quatro pontos interpretativos, mesmo após certo período de tempo. Observa-se que o aluno A3 utilizou coerentemente os termos seiva, parasita, castas sociais, sociedade, serrapilheira, matéria orgânica, nutrientes, sais minerais, decompositores. E até mesmo quando não lembrou o termo científico, o aluno foi capaz de citar adequadamente os conceitos e conteúdos ecológicos relacionados a cada ponto interpretativo.

Dando prosseguimento, há os fragmentos de Lembrança Estimulada (LE- 1 e LE- 2) do aluno A11 no percurso da trilha interpretativa, que também evidencia a assimilação dos conteúdos ecológicos mesmo após certo período. Percebe-se que o aluno foi capaz de lembrar os termos científicos e relacioná-los adequadamente aos conceitos, tais como: hospedeira, parasita, fotossíntese, matéria orgânica, seres decompositores, sais minerais e desequilíbrios ambientais. Mesmo quando não lembrou os termos científicos, ele foi capaz de descrever o significado dos conceitos envolvidos em cada ponto interpretativo, conforme mostra o Quadro 3.

Quadro 3 – Fragmentos de Lembrança (L.E.) estimulada do aluno A11 no percurso da trilha interpretativa

PONTO DA TRILHA INTERPRETATIVA CONCEITO	L.E.1 (Um dia após a trilha)	L.E.2 (Dois meses após a trilha)
<p>Ponto 4 Erva-de- passarinho: Interações ecológicas (Parasitismo vegetal)</p>	<p>... Aqui a gente viu que essa planta erva de passarinho estava sugando o alimento da mangueira e a mangueira era sua hospedeira, só que estava sendo prejudicada, pois a erva de passarinho é uma planta parasita, porque quando a mangueira faz fotossíntese, ela suga e rouba o alimento da mangueira e se ela se espalhar por toda a mangueira pode levar à morte da árvore porque a mangueira não vai conseguir se alimentar. A gente viu que os passarinhos ajudam a espalhar as sementes da planta parasita porque eles comem os frutos e distribuem as sementes na mangueira ou em outra árvore.</p>	<p>... A gente viu que nessa planta mangueira tinha outra diferente dela e que a mangueira é hospedeira dessa outra chamada erva de passarinho e que ela se chama assim porque os passarinhos gostam de comer seus frutos e espalhar as sementes em outras árvores. A erva de passarinho é uma planta invasora (não se lembrou do termo parasita) que suga o alimento da mangueira depois que ela faz fotossíntese e pode até causar a morte da mangueira.</p>
<p>Ponto 5 Insetos sociais: Interações ecológicas (Sociedade)</p>	<p>... cupins e as formigas que são insetos que dividem as tarefas (Não lembrou o nome do termo casta social). Existem as operárias que trazem o alimento e ajudam a manter o formigueiro e o cupinzeiro, ajudam a cuidar da rainha que fica protegida e só serve para se reproduzir junto com o macho fértil, gerando os filhotes; aí tem também os soldados que são os seguranças, defendem contra os invasores. A gente também viu que na natureza em equilíbrio eles não causam prejuízos, mas nas cidades ocorrem desequilíbrios ambientais envolvendo esses insetos, porque a gente invadiu a área deles e agora eles causam prejuízos ao ser humano, os cupins podem destruir móveis de madeira, papel.</p>	<p>... Aqui a gente viu que dentro do cupinzeiro e do formigueiro ... cada grupo tem sua tarefa determinada, tem as operárias que mantêm organizado tudo, vão procurar comida, organizam a casa; cavam e vão construindo canais no solo e a rainha fica protegida lá dentro; a rainha e o rei só servem para a reprodução, e tem os defensores que agora não lembro o nome.</p>
<p>Ponto 6 Serrapilheira: Processo e organismos decompositores (Decomposição)</p>	<p>... Eu lembro que a gente foi ver essas folhas jogadas e elas são formadas por matéria orgânica, que entram em contato com os decompositores, que decompõe e geram sais minerais. Aqui a gente estava vendo os cogumelos que são fungos e a senhora falou que eles são seres decompositores junto com as bactérias e sempre finalizam a cadeia alimentar e se eles não existissem a matéria orgânica iria ficar para sempre no meio ambiente sem nunca se decompor e isso iria começar a acumular corpos de pessoas, animais e tudo que viesse de um ser vivo.</p>	<p>... Eu lembro que a serrapilheira é feita de matéria orgânica e se não fossem os fungos e bactérias, a matéria orgânica iria se acumular na natureza. E que esses seres vivos têm sua importância na natureza, eles são os seres decompositores, transformam matéria orgânica em sais minerais que depois as plantas absorvem.</p>

<p>Ponto 8 Caule do cajá-mirim e goiabeira: Adaptações ecológicas (Adaptação à seca)</p>	<p>... percebemos que ele tinha a textura grossa e a casca dura e que essa planta, apesar de não ser do sertão, ela pode até viver em ambiente quente e seco como o sertão e no caule ela consegue reservar nutrientes e evitar a perda de água para se manter em época de seca. Assim consegue resistir a períodos sem chuva. Aqui eu toquei no caule da goiabeira e percebi que era diferente da outra porque era liso e estava trocando de casca e a gente aprendeu que a goiabeira não resiste a ambientes sem água, precisa de solo fértil e bem úmido.</p>	<p>... Eu lembro que a gente tocou no caule, que ele era áspero e a gente aprendeu que a cajá-mirim consegue resistir a períodos sem chuva, porque o caule dela acumula nutrientes. ... a gente tocou no caule da goiabeira e viu que era liso e soltava a casca e viu que a goiabeira só consegue viver em ambientes úmidos porque seu caule não acumula nutrientes.</p>
---	--	--

Fonte: Autoria própria.

Por fim, ao analisar os fragmentos de respostas do aluno A19 na Lembrança Estimulada 1 e compará-los com os fragmentos de Lembrança Estimulada 2, após dois meses da execução da trilha interpretativa, percebe-se que o tempo não influenciou negativamente na qualidade das respostas, revelando que houve uma aprendizagem eficaz dos conceitos trabalhados (Quadro 4, p. 91). No entanto, na L.E.1, ocorrida mais próxima do percurso da trilha, foi relatado com mais frequência pelo aluno a denominação e emprego correto de termos “difíceis” em Biologia, tais como: fotossíntese, matéria orgânica, serrapilheira, *habitat*.

Após dois meses, na LE- 2, o aluno A19 ainda era capaz de utilizar adequadamente os conceitos e termos aprendidos, exemplificando e fazendo relações. Inclusive, na Lembrança Estimulada 2 (LE-2), destaca-se o fato de o aluno ter citado novos termos que não haviam sido ditos por ocasião da LE- 1, tais como parasitismo e insetos sociais. Desse modo, evidencia-se que o método da Lembrança Estimulada foi capaz de reavivar a memória do aluno, ao deparar-se com as imagens da trilha interpretativa, mesmo após certo período.

Quadro 4 – Fragmentos de Lembrança estimulada do aluno A19

PONTO DA TRILHA INTERPRETATIVA CONCEITO	L.E.1 (Um dia após a trilha)	L.E.2 (Dois meses após a trilha)
<p>Ponto 4 Erva-de- Passarinho: Interações ecológicas (Parasitismo vegetal)</p>	<p>... Ah! Aqui eu lembro que é a erva de passarinho, porque o passarinho se alimenta dos frutos dela, que é doce e depois coloca as sementes em outra árvore. A erva de passarinho é uma parasita, porque ela é preguiçosa, ela não quer produzir o alimento dela, a mangueira faz fotossíntese e ela quer pegar pronto o alimento da outra árvore, e por isso ela é capaz até de matar a outra árvore, aqui ela foi crescendo e se fixando na mangueira</p>	<p>... ela é chamada assim porque os passarinhos gostam de comer os frutos dela, eles comem e depositam as sementes em outras árvores e acontece o parasitismo porque a erva de passarinho é uma preguiçosa, vai comer o alimento da mangueira e é capaz até de matar porque ela suga o alimento pelas raízes.</p>

<p>Ponto 5 Insetos sociais: Interações ecológicas (Sociedade)</p>	<p>... Aqui a gente conversou sobre os cupins e formigas, falou da rainha que fica se reproduzindo, eu não lembro muita coisa não. ...Eu lembro que eles ajudam uns aos outros, que tem o soldado para proteger; lembro que tem a divisão de tarefas, mas eu só lembro disso.</p>	<p>... Aqui eu lembro dos cupins e formigas, eles são insetos sociais. Lembro que eles dividem as tarefas, tem os soldados que protegem, tem a rainha e o rei que ficam só reproduzindo, ainda tem outro grupo que não lembro o nome, mas que cuida do formigueiro e cupinzeiro. Debaxo da terra, eles vão formando buracos, que vai entrar ar e os cupins ajudam na decomposição da matéria orgânica também.</p>
<p>Ponto 6 Serrapilheira: processo e organismos decompositores (Decomposição)</p>	<p>... Aí é matéria orgânica, bicho morto, restos de plantas, frutos, é a serrapilheira. Aqui a senhora falou sobre os fungos e bactérias, né? Depois que os seres vivos morrem a matéria orgânica é decomposta. Lembro que fiz uma pergunta e todo mundo riu, porque eu perguntei sobre o cocô, se também ia ser decomposto e a senhora falou que sim, que era matéria orgânica também. Aqui a gente viu os cogumelos que são fungos.</p>	<p>... lembro que ela é formada por matéria orgânica, tudo que vem de um ser vivo os fungos e bactérias ajudam a decompor e transformam em sais minerais. ... se os decompositores desaparecessem, os corpos dos seres vivos, a matéria orgânica iria se acumular.</p>
<p>Ponto 8 Caule do cajá-mirim e goiabeira: adaptações ecológicas (Adaptação à seca)</p>	<p>...o cajá-mirim, essa estrutura aqui é o caule e a textura é dura e furava, ele armazena nutriente porque ela é resistente a períodos de seca. A goiabeira tem o caule diferente, é lisa, fica descascando e ela precisa de umidade e por isso ela não consegue resistir à seca porque não tem a mesma estrutura da cajá-mirim. O habitat dela tem que ser úmido.</p>	<p>... os caules são diferentes, do cajá é duro e tem essas estruturas para armazenar nutrientes, por isso essa árvore consegue sobreviver um tempo sem chuva. Mas a goiabeira não consegue isso porque o caule é liso, ela sobrevive em lugar úmido.</p>

Fonte: A autoria própria

Conclui-se, ao analisar as falas dos alunos tanto na Lembrança Estimulada-1 (LE-1) quanto na Lembrança Estimulada 2 (LE-2) que houve evidências de aprendizagem significativa ao longo do tempo, pois todos os alunos, ao visualizarem as imagens, descreveram com riqueza de detalhes os conceitos trabalhados em cada ponto interpretativo.

Partindo de uma perspectiva geral, no Ponto 4 (Erva de passarinho), os alunos explicaram adequadamente a relação ecológica denominada parasitismo vegetal existente entre a erva de passarinho e a mangueira. Assim como, ao visualizarem as imagens do Ponto 5 (insetos sociais), eles souberam explicar como ocorre a divisão de tarefas na sociedade dos cupins e formigas. No Ponto 6 (serrapilheira), os discentes foram capazes de perceber a importância ecológica dos seres decompositores, fungos e bactérias na cadeia alimentar e no equilíbrio dos ecossistemas. Por fim, no Ponto 8 (Árvore cajá-mirim e goiabeira), ao depararem-se com as imagens desse ponto interpretativo, houve a ativação da memória dos alunos e todos souberam descrever as diferenças morfológicas externas dos caules destas árvores e ainda relacionaram estas diferenças com as adaptações destas plantas a ecossistemas diversificados.

4 AVALIAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO DA TRILHA INTERPRETATIVA

Portanto, mediante ao que aqui foi exposto, considera-se que a utilização das trilhas interpretativas contribuiu positivamente na construção de conceitos científicos relevantes, pois favoreceu ganhos cognitivos. De igual modo, houve ganhos relativos às dimensões sociais e afetivas, proporcionando aos alunos uma melhoria na autoestima, no senso de responsabilidade pessoal e coletiva no que concerne à construção da cidadania.

Além disso, especificamente, a utilização da trilha interpretativa nas áreas verdes da escola como espaço educativo foi relevante no aspecto motivacional, pois os alunos foram protagonistas ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem, ao participarem ativamente das atividades propostas.

Logo, as entrevistas associadas ao método da lembrança estimulada demonstraram que a trilha interpretativa como estratégia de ensino é eficaz para trabalhar os conteúdos ecológicos e o quanto as áreas verdes da escola podem ser consideradas como um espaço educativo adequado.

REFERÊNCIAS

BEDIM, B. P. **Trilhas interpretativas como instrumento pedagógico para a educação biológica e ambiental: reflexões**. 2009. Disponível em: <<http://www.ldes.unige.ch/info/archives/bioed2004/pdf/bedim.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998. 138p.

FALCAO, D.; GILBERT, J. **Método da lembrança estimulada: uma ferramenta de investigação sobre aprendizagem em museus de ciências**. Hist. cienc. saúde-Manguinhos [online]. v.12, supl., p. 93-115, 2005 Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-59702005000400006>>. Acesso em: 26 nov. 2011.

GONÇALVES, M. da G. **Educação ambiental: planejamento e uso de trilhas ecológicas interpretativas para estudantes com deficiência intelectual**. 2009. 69f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.btd.uceb.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1043>. Acesso em: 19 jan. 2012.

JACOBI, P. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Cadernos de Pesquisa, n. 118, p. 189-205, março/ 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2011.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. 1.ed. São Paulo: Cortez, 2009.

OLIVEIRA, S. C. C.; NISHIDA, A. K. A Interpretação ambiental como instrumento de diversificação das atividades recreativas e educativas das trilhas do Jardim Botânico Benjamim Maranhão (João Pessoa, Paraíba, Brasil). **Revista Turismo Visão e Ação**, v.13, n.2, p.166-185, maio-ago. 2011. Disponível em: <www.univali.br/revistaturismo>. Acesso em: 18 mar. 2012.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. **Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências**: um estudo com alunos do ensino fundamental. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 1, p. 133-147, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n1/10.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2012.

SANTOS, M. C. et al. **Educação ambiental por meio de trilhas ecológicas interpretativas com alunos nees**. Monografias ambientais, v.5, n.5, p. 982-991, 2012. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/remoa/article/viewFile/4222/2769>>. Acesso em: 27 set. 2012.

TOMAZELLO, M. G. C.; FERREIRA, T. R. das Chagas. Educação ambiental: que critérios adotar para avaliar a adequação pedagógica de seus projetos? **Revista Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.199-207, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/05.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2011.

UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS): UMA PROPOSTA PARA A TRANSPOSIÇÃO DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE GENÉTICA

*Adriana Damasceno Pereira Pinto Cirne
Ivaneide Alves Soares da Costa*

1 EXPLICITANDO A NECESSIDADE DA TEMÁTICA

Muitas discussões acontecem em torno da função da escola no sentido de entender como ela deve contribuir para a formação de cidadãos críticos e competentes, agentes de transformação social, capazes de atender às exigências e necessidades contemporâneas. Dessa forma, a escola deve garantir a todos o acesso ao conhecimento historicamente acumulado.

Peter e Nadir (2005) destacam que as crianças formulam explicações sobre o mundo que as cercam e os fenômenos naturais, mesmo que não tenham tido acesso formalmente aos conceitos científicos. Essas representações que cada indivíduo faz do mundo que o rodeia, conforme a sua própria maneira de ver o mundo e de ver a si próprio, são consideradas concepções alternativas, também chamadas de intuitivas ou espontâneas e podem ser diferentes das concepções aceitas pela comunidade científica.

Seno assim, as concepções devem ser encaradas como construções pessoais que o professor deve procurar conhecer, compreender e valorizar, para que os conceitos científicos sejam inseridos sistematicamente no processo de ensino e aprendizagem, propiciando mudança conceitual, de modo a promover uma aprendizagem significativa (GRAVINA; BUCHWEITZ, 1994; OLIVEIRA, 2005).

Com o intuito de identificar as concepções que os alunos e professores possuem acerca de determinados temas, são utilizados diferentes significados do ponto de vista dos diversos autores, que se manifestam com diferentes posições epistemológicas. Conforme Oliveira (2005, p.65),

[...] essas concepções são denominadas ideias intuitivas por Driver (1986); pré-concepções, por Gil Pérez (1986) e Freitas, Duarte (1990); ideias prévias por Gil Pérez (1986) e Driver (1988); pré-conceitos, por Novak (1977) e Andersson (1986); erros conceituais por Linke, Venz (1979); conceitos alternativos, por Gilbert (1982); conhecimentos prévios por Pozo (1998); concepções alternativas por Santos (1998). (OLIVEIRA, 2005, p. 65)

As concepções alternativas tiveram como precursores os teóricos Piaget e Ausubel que, na década de 70, desencadearam o Movimento das Concepções Alternativas. De acordo com

estudos realizados por Oliveira e Bastos (2006), os teóricos possuem posições epistemológicas diferentes, mas havia algo em comum: cada aluno leva para a sala de aula estrutura cognitiva própria, elaborada a partir de suas experiências diárias, que servem para explicar e prever o que ocorre a sua volta.

Segundo pesquisas realizadas por Pozo (1996, apud BACCON, 2010), as concepções dos educandos podem ser diferenciadas de acordo com sua origem ou com a forma como foram adquiridas:

a) origem sensorial: concepções espontâneas. Essas concepções visam dar significado às atividades cotidianas, por exemplo, a ideia intuitiva de força;

b) origem cultural: concepções sociais. Essas concepções originam-se no contexto social, na vida social das pessoas;

c) origem educativa: concepções escolares. Essas concepções têm sua origem nos materiais e nas atividades didáticas.

As concepções alternativas podem ser identificadas em alunos, mas também em professores e em outros profissionais. Infante-Malachias et al. (2010) revelaram que os futuros professores e outros profissionais de saúde possuem ideias distorcidas sobre a compreensão da genética elementar. Esse achado é de particular interesse, refletindo a relação entre a aquisição do conhecimento genético e o desenvolvimento profissional.

Os vários trabalhos citados na literatura consolidam a necessidade de identificar o que contribui para a dificuldade de ensino e aprendizagem dos conceitos de genética, dentre os quais se incluem as concepções alternativas que professores e estudantes constroem previamente sobre os conteúdos. Essas concepções influenciam diretamente no aprendizado e, por isso, devem ser consideradas, a fim de subsidiar a aprendizagem de novos conceitos.

Diversos estudos já foram realizados sobre concepções alternativas de conteúdos de genética no Ensino Médio e superior, mas poucos abordam as dificuldades de aprendizagem de conteúdos de Biologia evidenciadas no ensino fundamental, especialmente genética e biologia celular.

Assim, é importante identificar as concepções alternativas dos estudantes, já no Ensino Fundamental, para o professor conhecer as lacunas de aprendizagem dos conceitos envolvidos e propor alternativas didáticas inovadoras, visando superar e prevenir a permanência dessas dificuldades no Ensino Médio e Superior. Nesse sentido, o planejamento de estratégias de ensino e aprendizagem adequadas pelo professor favorece a compreensão dos conceitos de genética, contribuindo para a caracterização da ciência.

Portanto, o professor precisa ter um olhar crítico sobre essa realidade e buscar alternativas, visando à melhor compreensão do conteúdo por parte dos alunos, utilizando-se de recursos que estão a sua volta, relacionados ao próprio cotidiano dos alunos.

Nessa perspectiva, é inconcebível que a proposta de ensino e aprendizagem esteja interligada à compreensão dos professores do que é aprender, tendo em vista que os alunos possuem diferentes modos de aprender, e os professores, de transmitir os seus conhecimentos,

e entender como se dá o processo de ensino e aprendizagem (GALIAZZI et al., 2007).

Francisco Júnior (2010) aponta para a questão de que, em se tratando de conhecimento de ciências, o qual possui características bem peculiares e é tido como de difícil compreensão, isso se torna mais agravante, visto que aprender Química, Física, Biologia, Astronomia ou Matemática passa a ser incutido no senso comum como um desafio capaz de ser vencido apenas por mentes dotadas de capacidade superior. E caso o professor de Ciências não esteja devidamente preparado, ele perpetua tal imagem, ainda que não queira.

Dessa forma, pesquisas em torno das concepções alternativas do Ensino das Ciências e Biologia, tanto de alunos como de professores, têm se tornado cada vez mais frequentes e têm contribuído para desfazer inúmeros entraves na produção e condução de conhecimentos, de modo a facilitar o processo de ensino e aprendizagem nas escolas.

A intervenção do professor como mediador do processo de ensino e aprendizagem desempenha um papel importante e fundamental para a construção e reconstrução de conhecimentos pelo aluno. Apesar de ser evidenciado um avanço no que diz respeito às metodologias e recursos utilizados para melhor apropriação dos conteúdos, ainda há uma forte tendência ao método tradicional de ensino em que o professor é o detentor de todo saber e um mero transmissor de informações, e o aluno se limita a decorar regrinhas e receituários, aprimorando repetições sistemáticas de definições, funções e atribuições de sistemas vivos e não vivos.

Propostas de ensino e aprendizagem inovadoras requerem estratégias didáticas que propiciem aos alunos um fácil entendimento dos conceitos científicos, mas que não desconsiderem o conhecimento comum, obtido pelas experiências cotidianas (senso comum). Nesse panorama, as ideias prévias ou concepções espontâneas dos alunos sobre temas específicos são o cerne dos modelos de mudança conceitual, pois, a partir delas, pode ocorrer a substituição das ideias iniciais (prévias) de um fenômeno, ou conceito, por um conhecimento formal científico (POZO; CRESPO, 2009).

Segundo Galiazzi et al. (2007), um dos desafios da educação brasileira, hoje, é oportunizar à população o acesso ao conhecimento, com o objetivo de que cada cidadão atinja um desenvolvimento pessoal, profissional e social. É necessário que se pense em práticas que oportunizem aos alunos exercer sua capacidade de pensar, pesquisar, construir e reconstruir.

Uma das propostas é a construção de uma sequência de atividades diversificadas, envolvendo situação problema, que é a utilização de modelos, práticas, textos de divulgações científicas, que podem ser trabalhadas de diferentes maneiras e com diversificados materiais (ANTÔNIO JÚNIOR; SOUZA, 2011).

Diante disso, esse trabalho visa à elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, com base nas concepções alternativas de alunos de Ensino Fundamental sobre conceitos básicos de genética, como proposta didática para a superação dessas dificuldades de aprendizagem.

2 ORGANIZAÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO PORTENCIALMENTE SIGNIFITACATIVA- UEPS

O desenvolvimento dessa unidade didática demandou, inicialmente, a identificação das concepções alternativas dos alunos, cujos resultados serviram de base para a elaboração da proposta de uma sequência de atividades, visando contribuir com a superação dos equívocos sobre os conteúdos de genética.

Assim, o percurso metodológico foi dividido em três fases ou etapas: (i) Diagnóstico – identificação das concepções alternativas de conceitos básicos de genética; (ii) Análise das concepções; (iii) Elaboração de sequência didática.

Para identificar as concepções alternativas dos alunos acerca dos conteúdos sobre a célula e a genética, foram utilizados, como instrumentos de investigação, questionário e esquemas ou desenhos que foram distribuídos aos alunos. Essa etapa foi realizada com 33 alunos do 8º ano do Ensino Fundamental II, do turno matutino da Escola Estadual Jorge Fernandes, localizada no município de Natal/RN.

A análise dos resultados, tanto dos questionários quanto dos desenhos, foi realizada usando uma abordagem indutiva-construtivista e qualitativa, de acordo com Bardin (2010), que afirma serem as categorias rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns desses elementos.

A partir da identificação das concepções alternativas dos alunos sobre os conteúdos de célula e genética, foram definidos os conceitos para preencher as lacunas de aprendizagem e a abordagem para a construção da sequência de atividades. Optou-se pela proposta de Moreira (2012), que utiliza uma abordagem de construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS, contemplando as teorias de aprendizagem significativa, não mecânica e não memorística.

A sequência de ensino é composta de oito passos, incluindo atividades iniciais introdutórias simples, aumentando o nível de complexidade e utilizando situação-problema como forma de provocar conflito cognitivo e promover a aprendizagem significativa.

De acordo com Moreira (2006), aquilo que o aprendiz já sabe não é simplesmente a ideia de pré-requisito. O autor, em concordância com Ausubel, se refere a aspectos específicos da estrutura cognitiva que são relevantes para a aprendizagem de novas informações.

Como produto desta pesquisa, além da proposta de sequência de atividades, também foi elaborado um vídeo educativo, o qual poderá ser usado na sequência de atividade proposta ou como outro recurso complementar em sala de aula pelo professor.

3 PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS) PARA A TRANSPOSIÇÃO DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

Para a aprendizagem ser realmente significativa, a mudança conceitual deve ocorrer não pela imposição do conflito cognitivo direto, mas pelo enfrentamento progressivo das concepções iniciais, a partir do desenvolvimento de potenciais atividades diversificadas e priorização de situações de aprendizagens problematizadoras, que estimulem a reflexão.

Nesse sentido, é necessário que o professor promova situações de aprendizagens diversificadas, possibilitando ao aluno o enfrentamento e reflexão do seu conhecimento inicial (ideias prévias) e a construção de um novo conhecimento mais próximo do científico.

A partir da identificação das concepções alternativas e erros conceituais dos estudantes investigados nesta pesquisa sobre os conteúdos de genética, ministrados no ensino fundamental, ressalta-se uma sequência de atividade diversificada, contemplando as concepções iniciais dos alunos, a tipologia dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais e o uso de situação-problema em níveis crescentes de complexidade, como tarefa conflitante, no sentido de propiciar a reconstrução de conceitos progressivamente. Para isso, elaborou-se uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, conforme proposto por Moreira (2012), por contemplar tais enfoques e apresentar uma contribuição ao Ensino de Ciências, no sentido de minimizar a prática da aprendizagem mecanicista tão comum em nossas escolas.

O princípio filosófico da UEPS de Moreira (2012) baseia-se no fato de que só há ensino quando há aprendizagem e essa deve ser significativa; ensino é o meio, a aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos. Segundo o autor supracitado, a UEPS é uma sequência didática teoricamente fundamentada e, por isso, possui maior potencial de êxito na facilitação da aprendizagem significativa, por levar em conta o conhecimento prévio; os organizadores prévios; a diferenciação progressiva; a reconciliação integradora e a consolidação, propondo atividades colaborativas em torno de situações-problema, mediante a negociação de significados, e buscando evidências de aprendizagem significativa dentro de uma perspectiva de progressividade e complexidade.

A abordagem de UEPS de Moreira (2012) fundamenta-se no marco teórico da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1968; 2000), em visões clássicas e contemporâneas com outros autores.

Nesse contexto, Moreira (2012, p.46-47) destaca os seguintes princípios norteadores das UEPS:

- 1 O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- 2 Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- 3 É o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);

- 4 Organizadores prévios mostram a racionalidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- 5 São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- 6 Situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- 7 As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud);
- 8 Em frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- 9 A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- 10 A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- 11 O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- 12 Interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- 13 Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- 14 Essa relação poderá ser quadrática, na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo, ou seja, na medida em que for também mediador da aprendizagem;
- 15 A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica;
- 16 A aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento), ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno. (MOREIRA, 2012, p.46-47)

3.1 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE GENÉTICA

Como já citado, a sequência de atividades propostas nesta pesquisa foi planejada visando à transposição das concepções alternativas diagnósticas nos alunos do oitavo ano do ensino fundamental, para o planejamento e a ação pedagógica.

Em síntese, as concepções alternativas identificadas neste estudo sobre os conteúdos de genética estão representadas no Quadro 1.

As referidas concepções evidenciadas nesta pesquisa estão relacionadas às dificuldades de reconhecimento da célula como unidade formadora dos seres vivos, dificuldade de associação entre células e moléculas, além de dificuldade de reconhecimento e identificação das partes constituintes da célula (membrana, citoplasma e núcleo), confundindo a membrana plasmática com citoplasma e vice versa; organelas citoplasmáticas (ausência de organelas/estruturas no citoplasma) e material nuclear (cromossomo) dentro do núcleo.

Em relação ao DNA, aos cromossomos e aos genes, algumas concepções alternativas dos alunos foram levantadas como dificuldade de reconhecimento, identificação e localização de

materiais genéticos e estruturas nucleares, além da dificuldade de reconhecimento, associação e relação das funções entre essas estruturas. Porém, os alunos identificaram e localizaram o DNA como componente do corpo humano, no óvulo e no espermatozoide, no sangue e no citoplasma da célula, no sistema reprodutor, embrião, estômago, sangue e cérebro.

Quadro 1 – Concepções alternativas (C.A) identificadas neste estudo sobre os conteúdos de genética

CONCEITO	CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS (CA) IDENTIFICADAS NESTE TRABALHO
CÉLULA	<p>Dificuldade de reconhecimento da célula como unidade formadora dos seres vivos</p> <p>Dificuldade de associação entre células e moléculas</p> <p>Dificuldade de reconhecimento e identificação de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partes constituintes da célula (membrana, citoplasma e núcleo), confundindo a membrana plasmática com o citoplasma e vice-versa; • Organelas citoplasmáticas (ausência de organelas/estruturas no citoplasma); • Material nuclear (cromossomo) dentro do núcleo
DNA	<p>Dificuldade de reconhecimento, identificação e localização como matéria/estrutural nuclear</p> <p>Dificuldade de reconhecimento de associação/relação da função de cromossomo, DNA e gene</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificando e localizando o DNA como componente do corpo humano, no óvulo e no espermatozoide, no sangue e no citoplasma da célula, no sistema reprodutor, embrião, estômago, sangue e no cérebro.
CROMOSSOMO	<p>Dificuldade de reconhecimento da função, identificação e localização como material/estrutura nuclear</p> <p>Dificuldade de reconhecimento de associação/relação da função de cromossomo, DNA e gene</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento como espermatozoide, própria célula, órgão, molécula e conjunto de células • Localização no citoplasma, sistema reprodutor, embrião, estômago, no sangue e no cérebro. • Atribuição de função de reprodução (desenvolver filho/formar espermatozoide), proteção do corpo e influência no sono.
GENE	<p>Dificuldade de reconhecimento da função, identificação e localização como material/ estrutura nuclear</p> <p>Dificuldade de reconhecimento de associação/relação da função de cromossomo, DNA e gene.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento de localização no espermatozoide, no óvulo feminino, no sistema reprodutor, no embrião, no estômago, nos órgãos genitais da mulher e no sangue • Reconhecimento da constituição/função, como moléculas, células, da genética do pai e da mãe, dos espermatozoides, do esperma, fecundação do óvulo com o espermatozoide
HEREDITARIEDADE	<p>Dificuldade de reconhecimento do termo e do fenômeno</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento do termo como “<i>tipo de órgão do corpo</i>” e “<i>algo que fica para a alguém da família ao morrer</i>” • Reconhecimento da transmissão das características através do sangue

Fonte: Autoria própria

Considerando os cromossomos, os alunos reconheceram como espermatozoide, própria célula, órgão molécula, e conjunto de células, localizando-os no citoplasma, no sistema reprodutor, no embrião, no estômago, no sangue e no cérebro, além da atribuição de função de reprodução (desenvolver filho e formar espermatozoide), proteção do corpo e influência no sono.

No que diz respeito aos genes, foram reconhecidos como espermatozoide, célula, órgão molécula, e conjunto de células; citando como local o citoplasma, o sistema reprodutor, o embrião, o estômago, o sangue e o cérebro; e quanto à função, atribuíram a de reprodução (desenvolver filho/formar espermatozoide), a de proteção do corpo e influência no sono (para dormir, caso contrário, pode ser letal).

Tendo em vista os conceitos sobre hereditariedade, citaram que a transmissão das características se estabelece através do sangue e apresentaram dificuldade de reconhecimento do termo e dos fenômenos relacionados à hereditariedade, afirmando que é um “tipo de órgão do corpo” e “algo que fica para a alguém da família ao morrer”.

Outro grupo de estudantes demonstrou compartilhar um pensamento mais elaborado sobre o assunto estudado. Evidenciou-se, nesses achados que, embora esses alunos tenham conseguido expressar as suas ideias de forma coerente ou parcialmente aceita pela comunidade científica, essas ideias são apresentadas num discurso adquirido ao longo dos anos da vida escolar e pelos diferentes veículos de comunicação, que facilmente invadem as casas, como revistas, jornais, televisão, internet, além do discurso dos professores e livros didáticos.

Tendo em vista essa demanda crescente de veiculação de informações e aquisição por parte dos estudantes de conhecimentos, com o passar do tempo, o que se tornam mais complexos, dificultando o estabelecimento de relações e sedimentação dos novos conceitos adquiridos, fazendo com que eles desenvolvam concepções alternativas sobre os temas pesquisados e esqueçam os conceitos que foram adquiridos de forma superficial.

3.2 CONSTRUÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO PORTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA – UEPS

Na organização sequencial da UEPS proposta, buscou-se organizar a sequência de atividades, privilegiando relações existentes entre as habilidades e competências do tópico específico do eixo temático Ser Humano e Saúde (BRASIL, 1998) e a tipologia dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (NIGRO; CAMPOS, 1999), contemplando as orientações didáticas para o planejamento de unidades, como a problematização e a integração de atividades.

O objetivo geral dessa UEPS é contribuir para a superação e a prevenção da permanência das dificuldades de aprendizagem sobre conceitos básicos de genética no ensino fundamental. Definiu-se como conteúdos: o nível de organização celular, tipos de células, partes constituintes

da célula, composição e localização do material genético, compreensão do fenômeno da hereditariedade e aplicação da genética.

A UEPS é composta por oito passos sequenciais, totalizando 16 aulas de cinquenta minutos, direcionadas ao quarto ciclo do ensino fundamental, conforme as etapas ou passos descritos a seguir e demonstrados no Quadro 2.

O Passo 1 dessa UEPS tem o objetivo de levantar os conhecimentos prévios dos alunos, aceitos ou não no contexto e nível de ensino, relevante para a promoção de uma aprendizagem significativa dos conteúdos a serem trabalhados. Propõe-se a aplicação de um questionário, contendo questões abertas sobre conceitos básicos de genética e folhas de respostas para a elaboração das representações mentais (desenhos) sobre a célula e o cromossomo. Esse instrumento complementar as questões respondidas no questionário, e essa etapa pode ser executada no primeiro contato com a turma, explicitando aos alunos o objetivo e criando um ambiente de cooperação e integração. Ao final, é necessário pedir aos alunos que expliquem seus desenhos, por escrito, usando suas próprias palavras, que devem ser entregues ao professor no final de cada uma das duas aulas utilizadas.

O Passo 2 tem como objetivo introduzir os conteúdos conceituais e procedimentais a serem ensinados, com a proposição de uma situação-problema e um jogo, considerando os conhecimentos prévios dos alunos, levantados na primeira etapa da sequência. Essa situação problema deve ser elementar, de modo a preparar o aluno para o que se quer ensinar, podendo funcionar como organizador prévio. Assim, pergunta-se: Qual é e onde está localizado o material genético na célula? Para apresentação e discussão dessa questão, o professor convida alunos voluntários para apresentar o resultado do seu desenho, organizando e categorizando no quadro os resultados indicados pelos por eles. Em seguida, é apresentado um vídeo intitulado “Filho de peixe, peixinho é”, sobre a organização e constituição celular dos seres vivos, com ênfase no material genético, com duração de 06 minutos. Na sequência, propõe-se a aplicação do Jogo dos “5 Detalhes da célula”, visando à identificação das partes constituintes e da composição e localização do material genético na célula, a partir da comparação do conteúdo mostrado no vídeo da etapa anterior.

Quadro 2 – Passos, sequências e caracterização da proposta de unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) sobre conteúdos de genética para o Ensino Fundamental

Definição do tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais (MOREIRA, 2012)	Os tópicos a serem ensinados foram definidos a partir da identificação das concepções alternativas dos alunos nesta pesquisa e compreendem os conteúdos centrais para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes, para o Eixo temático - Ser Humano e Saúde, orientado pelos PCN (BRASIL, 1998)			
Objetivo geral	Contribuir para a superação e a prevenção da permanência das dificuldades de aprendizagem de conceitos básicos de genética no ensino fundamental.			
Conteúdos	Nível de organização celular, tipos de células, partes constituintes da célula, composição e localização do material genético, compreensão do fenômeno da hereditariedade, aplicação da genética.			
PASSOS DA UEPS (MOREIRA, 2012)	PASSOS DA PRESENTE PROPOSTA	OBJETIVO/ CONTEÚDO	ESTRATÉGIAS	COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DO PCN (BRASIL, 1998)
PASSO 1 Criar/propor situação (ações) que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio	Predisposição para a aprendizagem inicial: Conhecendo as ideias dos alunos sobre os conteúdos	<p>Conceituais: Identificar as ideias, opiniões dos alunos sobre célula e material genético (DNA, Gene cromossomo) e fenômeno da hereditariedade</p> <p>Procedimentais: reconhecimento dos conceitos pela expressão das ideias mentais por meio da escrita e desenhos</p> <p>Atitudinais: possuir e valorizar a organização ao realizar a tarefa</p>	Aplicação de um questionário contendo questões abertas e elaborar representações mentais por meio de desenhos	<p>Compreender a Ciência como um processo de produção de conhecimento e uma atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural</p> <p>Compreender a natureza como um todo dinâmico e o ser humano, em sociedade, como agente de transformações do mundo em que vive em relação essencial com os demais seres vivos e outros componentes do ambiente</p>

<p>PASSO 2</p> <p>Propor situações-problema, em nível bem introdutório/ introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental)</p>	<p>Situação de aprendizagem inicial:</p> <p>Utilizando organizadores prévios para introdução dos conceitos</p>	<p>Conceituais: reconhecer os níveis de organização, estruturas básicas da célula e localização do material genético</p> <p>Procedimentais: identificar e reconhecer as partes constituintes da célula;</p> <p>Desenvolver habilidade de autoavaliação</p> <p>Atitudinais: reconhecer a relação entre os conteúdos estudados com seus conhecimentos prévios e o científico</p>	<p>Uso de situação-problema; apresentação e avaliação do desenho elaborado pelo aluno; exposição de vídeo didático* para apresentar o conteúdo; uso de jogo dos 5 erros* para identificação do erro pelos alunos</p>	<p>Saber combinar leituras, observações, experimentações e registros para coleta, comparação entre explicações, organização, comunicação e discussão de fatos e informações</p>
<p>PASSO 3</p> <p>Apresentar o conhecimento a ser ensinado/ aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, começando com aspectos mais gerais, inclusivos, seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;</p>	<p>Apresentação dos conteúdos: fundamentando os conhecimentos sobre a célula e o material genético</p>	<p>Conceituais: Reconhecer os níveis de organização, estruturas básicas da célula e localização do material genético, e compreender os fenômenos envolvidos na hereditariedade</p> <p>Procedimentais: identificar as partes constituintes da célula através da construção de modelos didáticos. Retroalimentação dos conceitos apreendidos; desenvolvimentos de habilidades para construir modelos e avaliar criticamente. Desenvolver habilidade de autoavaliação</p> <p>Atitudinais: reconhecer a relação entre os conteúdos estudados com seus conhecimentos prévios e o científico; possuir e valorizar a organização ao realizar a tarefa; respeitar professor e colegas; valorizar o trabalho coletivo</p>	<p>Aula expositiva dialógica (slides em projetor multimídia ou retroprojetor, mural ou quadro negro) e construção de modelos didáticos. Apresentação e discussão em grupo</p>	<p>Formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar</p> <p>Valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento</p>

<p>PASSO 4</p> <p>Retomar os aspectos mais gerais, estruturantes do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação, porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; mas devem, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;</p>	<p>Situação-problema para aprofundar o conteúdo: Aprofundando o conhecimento sobre material genético e hereditariedade</p>	<p>Conceituais: Entender como ocorre o processo de transmissão das características hereditárias entre as gerações em nível celular</p> <p>Procedimentais: compreender e diferenciar as estruturas cromossomos, genes, DNA e relacioná-las aos processos da hereditariedade e os cariótipos normais e síndromicos</p> <p>Atitudinais: estabelecer relação entre os processos de transmissão das características e os conhecimentos adquiridos no cotidiano</p>	<p>Situação problema – Leitura compartilhada de um texto sobre o tema e montagem do cariótipo humano normal e síndromicos mais comuns</p>	<p>Saber combinar leituras, observações, experimentações e registros para coleta, comparação entre explicações, organização, comunicação e discussão de fatos e informações</p> <p>Valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento</p>
<p>PASSO 5</p> <p>Concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa</p>	<p>Revisão e integração de conteúdos: nova situação-problema para aplicação do conhecimento</p>	<p>Conceituais: Alterações cromossômicas, aplicações e vantagens no campo da genética</p> <p>Procedimentais: identificar o cariótipo humano e compreender como os conhecimentos genéticos podem ser aplicados na produção de biotecnologia e no diagnóstico e prevenção de doenças hereditárias</p> <p>Atitudinais: demonstrar interesse pelo conhecimento no campo da genética como forma de interagir melhor na sociedade em que vive; entender que a síndrome de Down não se caracteriza como uma doença</p>	<p>Situação-problema – Apresentação e discussão da resolução do problema, expondo os novos significados de forma colaborativa, envolvendo conceitos de hereditariedade e o preconceito social em relação à síndrome de Down</p>	<p>Identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica e compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, sabendo elaborar juízo sobre riscos e benefícios das práticas científico-tecnológicas</p> <p>Compreender a saúde pessoal, social e ambiental como bens individuais e coletivos que devem ser promovidos pela ação de diferentes agentes; Valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento</p>

<p>PASSO 6</p> <p>A avaliação da aprendizagem por meio da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação por meio de uma avaliação somativa e formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor)</p>	<p>Avaliação e Recursividade: Avaliando e recuperando conhecimentos</p>	<p>Conceituais: níveis de organização, estruturas básicas da célula e localização do material genético</p> <p>Procedimentais: Retroalimentação dos conceitos apreendidos; relacionar e identificar as partes constituintes da célula, utilizando o modelo mental produzido anteriormente</p> <p>Atitudinais: Estabelecer relação entre conceitos prévios, atuais e cotidianos sobre os conteúdos trabalhados</p>	<p>Reconstrução do desenho inicial sobre a célula e aplicação de um questionário, contendo questões abertas como atividade avaliativa</p> <p>Elaborar, individualmente, registros dos aspectos observados anteriormente acerca do tema em estudo, considerando as informações obtidas e estabelecer relação com novos conhecimentos produzidos.</p>	<p>Formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar.</p>
<p>PASSO 7</p> <p>A avaliação da aprendizagem por meio da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado</p>	<p>Avaliação da aprendizagem na UEPS e da própria UEPS</p>	<p>Conceituais: Identificar as ideias, opiniões dos alunos sobre célula e material genético (DNA, gene e cromossomo) e fenômeno da hereditariedade</p> <p>Procedimentais: relacionar as ideias iniciais e opiniões dos alunos sobre célula, material genético e fenômeno da hereditariedade</p> <p>Atitudinais: avaliar se os alunos demonstraram interesse pela ciência como forma de compreender melhor o ambiente ao seu redor</p>	<p>Avaliar se houve mudança conceitual em relação às ideias iniciais e opiniões dos alunos</p>	<p>NÃO SE APLICA</p>

PASSO 8 A UEPS será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema)	Avaliação da própria UEPS	Avaliar se houve aprendizagem significativa dos alunos .	Avaliar cada etapa da UEPS, tomando como base os objetivos almejados. Avaliar e fazer adaptações de tempo, seleção de conteúdos e objetivos, abordagens dos conteúdos, sequência de atividades e conteúdos, se necessário.	NÃO SE APLICA
---	---------------------------	--	--	----------------------

Fonte: Autoria própria.

Em seguida, distribuem-se cópias das representações mentais elaboradas entre os alunos de forma aleatória, de modo que os alunos não recebam a representação produzida por ele mesmo. Recomenda-se pedir permissão prévia aos alunos para avaliação de seus desenhos pelos colegas. Finalmente, os resultados devem ser apresentados e discutidos pelos alunos, com mediação docente, sem, necessariamente, chegar às respostas. É importante lembrar que, se a turma for muito grande, a atividade pode ser adaptada para ser realizada em grupo. A duração dessa etapa será de duas ou três aulas.

O Passo 3 objetiva apresentar os conteúdos a serem ensinados e aprendidos sobre a organização celular dos seres vivos, tipos e partes constituintes da célula, o material nuclear e o fenômeno da hereditariedade, iniciando dos aspectos mais gerais para os específicos, dando uma visão inicial do todo.

Sugere-se uma aula expositiva dialógica para fundamentação dos conceitos básicos, se possível, com a apresentação de slides em projetor multimídia ou retroprojetor, mural ou quadro branco, seguida de uma atividade colaborativa em grupo, com posterior apresentação e discussão dos resultados pelos alunos. Indica-se como estratégia a elaboração de modelos didáticos confeccionados com massa de biscuit, usando como referência imagens em três dimensões, virtuais e/ou impressas em pranchas coloridas ou figuras de livro didático. Na continuidade, fazer a apresentação dos modelos confeccionados a fim de socializar e discutir os resultados com os demais colegas de sala, sempre com a mediação do professor. Essas atividades serão realizadas em quatro aulas, sendo uma para a exposição dialógica, duas para a confecção dos modelos e uma para a apresentação e discussão.

No Passo 4, propõe-se uma situação-problema para a retomada dos conteúdos mais gerais da unidade didática, em nível mais alto de complexidade em relação à anterior, bem como a revisão dos conteúdos.

A situação-problema tem como base a explicação de que se pode observar em um cariótipo, uma vez que as alterações estruturais e numéricas podem desencadear algumas síndromes, se o cariótipo é igual para todos os seres vivos; se o cariótipo do homem e da mulher é igual, e que aplicações o cariótipo possui para a saúde das populações humanas. Assim, propõe-se a seguinte situação-problema: em uma cidade, nasceu uma criança com algumas características distintas e ela foi encaminhada para uma Unidade Básica de Saúde do município. Diante da situação, o médico indicou a coleta de sangue para possíveis esclarecimentos sobre o diagnóstico. Foi realizado o exame de cariótipo. Sabendo-se que o cariótipo é o conjunto de cromossomos de uma espécie, o que o exame poderá esclarecer? Os cariótipos de todos os seres vivos são iguais entre si? Por meio de uma alteração no número de cromossomos, a espécie humana pode desenvolver alguma síndrome ou doença genética?

Para subsidiar e incrementar a discussão sobre o tema, sugere-se a leitura compartilhada de um texto estruturado sobre o tema: “Desvendando mistérios das alterações cromossômicas”, seguida de discussão mediada pelo professor. O texto estruturado aborda a contextualização de tópicos sobre a hereditariedade, definição de cariótipos e suas variações em relação ao número, tamanho e forma, desenvolvimento das síndromes e más formações congênitas, bem como as aplicações no campo da genética.

Dando continuidade, os alunos serão orientados a realizar uma atividade em grupo, a qual consiste na montagem do cariótipo humano normal masculino, bem como dos sindrômicos mais comuns. O professor deve mediar essa atividade, orientando, auxiliando os alunos, distribuindo o roteiro, prancha contendo cromossomos para a montagem dos cariótipos, bem como a folha de resposta para a montagem do cariótipo. Os alunos serão divididos em grupos e cada grupo receberá um tipo de cariótipo – cariótipo normal masculino, cariótipo portando a síndrome de Down e síndrome de Turner, finalizando com a apresentação dos resultados pelos grupos, propiciando a interação e a discussão de significados. Essa etapa ocupará quatro aulas, sendo duas para responder à situação-problema por meio da leitura do texto e mais duas para a construção do cariótipo.

No Passo 5, ocorre a revisão e integração dos conteúdos a partir de uma nova situação-problema, por meio da apresentação e discussão de novos significados de forma colaborativa. A situação-problema envolve um enunciado, uma contextualização do conceito de hereditariedade e o preconceito social em relação à síndrome de Down. Dessa forma, propõe-se a seguinte situação-problema: Após o nascimento de uma criança, detectou-se que no cariótipo havia uma Trissomia do cromossomo 21 e a criança possuía 47 cromossomos em vez de 46 cromossomos. Que tipo de síndrome caracteriza essa distribuição de cromossomos no homem? Em sua opinião, os portadores desta síndrome são considerados doentes? Por que os portadores desta síndrome sofrem preconceito social? Ao prosseguir, os alunos devem ser orientados a reunirem-se em grupo para discussão e defesa de um posicionamento justificado em relação à situação. O professor faz a mediação da discussão, revendo os conceitos envolvidos na situação-problema por meio de uma aula expositiva dialógica. A atividade ocupará duas aulas.

No Passo 6, objetiva-se fazer uma avaliação somativa sobre os conteúdos trabalhados e reconstrução do desenho inicial sobre a célula. Para isso, devem-se propor questões abertas para o aluno expressar sua compreensão livremente. Para a reconstrução do desenho, os alunos terão posse de seu desenho inicial e serão orientados a refazê-lo, descrevendo-o e comparando-o com o anterior, conforme o roteiro. A atividade de recursividade permite ao aluno refazer a tarefa, aproveitando o erro com recurso de aprendizagem, a partir da reconstrução de um novo modelo mental. Essa atividade deve ser individual e compõe duas aulas.

No Passo7, ocorre a avaliação da aprendizagem na UEPS. Essa avaliação deve ser baseada nos trabalhos e participação dos alunos durante o desenvolvimento das atividades na UEPS. Devem-se levar em consideração aspectos qualitativos – observação das interações entre os sujeitos – (avaliação formativa), e a quantificação das respostas obtidas na avaliação somativa (questões abertas), além dos acertos obtidos na atividade de recursividade do desenho. As avaliações somativa e formativa devem ter igual peso (50% cada).

No Passo 8, a avaliação deverá ser feita em função dos resultados de aprendizagem obtidos no levantamento dos conhecimentos prévios, nas avaliações somativa e formativa. O professor pode ter como base referencial os objetivos almejados para cada etapa da UEPS. Cabe ao professor avaliar e fazer adaptações de tempo, seleção de conteúdos e objetivos, abordagens dos e sequência de atividades, se necessário.

3.3 PROPOSTA DE VÍDEO DIDÁTICO SOBRE CONTEÚDOS DE GENÉTICA

O vídeo didático proposto neste trabalho apresenta uma abordagem de integração de conceitos com progressivo aumento do nível de complexidade, buscando romper com a fragmentação de conteúdos apresentados nos livros didáticos e a aprendizagem memorística.

O vídeo compõe uma sequência de conteúdos sobre célula e conceitos básicos da genética, iniciando pelos conteúdos mais gerais e simples para os mais específicos e complexos, de modo que o aluno possa se mobilizar e formar opinião sobre os vários aspectos envolvidos nos fenômenos da hereditariedade, desde a identificação dos elementos relacionados à hereditariedade até a relação com a forma e número de cromossomos para a organização do cariótipo humano, normal e sindrômico (Quadro 3). A proposta visa minimizar as concepções alternativas sobre os conteúdos de genética no ensino fundamental, prevenindo a permanência no Ensino Médio e Superior.

Quadro 3 – Organização do vídeo didático: “Filho de peixe, peixinho é”

ORGANIZADORES	DESCRIÇÃO
Objetivo	Propiciar um entendimento integrado da organização estrutural e funcional dos seres vivos, relacionando-os ao fenômeno da hereditariedade e reprodução
Público-alvo	Oitavo ano (8º ano)

Conteúdos conceituais	Organização celular nos seres vivos, diferenças de tipos de células que formam os seres vivos, partes básicas da célula, núcleo, componentes do núcleo (DNA, cromossomos e genes). Fenômeno da hereditariedade Identificar os principais níveis de organização celular e relacionar o núcleo celular – como portador do material genético (Cromossomo, DNA e genes) – ao processo de transmissão das características hereditárias
Conteúdos procedimentais	Entender os modelos cujas formas se assemelham às características das células e elementos envolvidos no fenômeno da hereditariedade (DNA, cromossomos e genes) Serem capazes de produzir modelos mentais e consensuais das células e elementos envolvidos no fenômeno da hereditariedade (DNA, cromossomos e genes) Aplicar conhecimentos básicos da célula e relacionados à Genética, elaborando esquemas, interpretando informações com base em conhecimento prévio e aplicando-os na resolução de uma situação problema.
Conteúdos atitudinais	Demonstrar interesse pela ciência e mobilizar-se para formar opinião sobre os vários aspectos envolvidos nos conceitos sobre genética Estabelecer relações, não só entre conhecimentos científicos específicos, mas também entre eles e fatores sociais, de modo que se posicionem diante de questões diversas, tais como o impacto de uma doença genética dentro da família ou no ambiente em que vivem

Fonte: Autoria própria

4 CONSIDERAÇÕES ACERCA DA UEPS

Sabe-se das dificuldades de aprendizagem de diversos conteúdos no ensino das Ciências Naturais, de modo especial na área da genética e biologia celular. A complexidade do estudo de genética no ensino fundamental está vinculada à natureza de seus conceitos e níveis de abstração, além da desvinculação dos conteúdos sobre a célula e elementos envolvidos nos fenômenos da hereditariedade, propostos nos programas de ensino das ciências naturais.

Tais fatores favorecem a criação de concepções alternativas nos estudantes, podendo levar a equívocos conceituais, manifestando-se como dificuldades de aprendizagem.

Nessa direção, a análise dos resultados desta pesquisa permitiu formular algumas generalizações. Alguns estudantes revelaram estar ainda em níveis elementares na elaboração de conceitos, apresentando ideias confusas e desarticuladas do conhecimento científico, utilizando-se de frases e palavras soltas com respostas incoerentes e número significativo de ideias espontâneas, o que demonstra dificuldade de assimilação e compreensão dos conceitos envolvidos na pesquisa.

Evidenciou-se, através deste trabalho, que poucos estudos abordam as dificuldades de aprendizagem de conteúdos de Biologia estudados no ensino fundamental, especialmente genética e biologia celular. Portanto, é pertinente e necessária a identificação das concepções

alternativas dos estudantes, já no ensino fundamental, para o professor conhecer as lacunas de aprendizagem desses conceitos, e se disporem a propor alternativas didáticas inovadoras, visando superar e prevenir a permanência dessas dificuldades para os ensinos médio e superior. Nesse sentido, o planejamento de estratégias de ensino e aprendizagem adequadas pelo professor pode favorecer a compreensão dos conceitos de genética, contribuindo também para a caracterização da ciência.

Percebeu-se que os alunos elaboraram explicações próprias para os conceitos estudados nesta pesquisa – células, hereditariedade, DNA, gene e cromossomo. Dessa forma, a falta de entendimento sobre as relações entre esses conceitos ou o estabelecimento de relações incorretas evidenciaram respostas incoerentes (concepções alternativas) com os conhecimentos aceitos pela comunidade científica.

Esse fato se deve, em parte, à carência de explicitação das relações entre as definições desses conceitos tanto nos livros didáticos quanto nas explicitações do professor em sala de aula, que não incorporam nas atividades desenvolvidas nos planejamentos e organização dos conteúdos, fazendo com que os alunos apresentem informações decoradas e prontas, centradas somente na repetição ou no emprego mecânico de conceito e palavras desarticuladas dos conhecimentos.

Vale ainda ressaltar que o processo de formação de conceitos é longo e complexo e, mesmo ao final das atividades organizadas e desenvolvidas, muitos alunos ainda não conseguem atingir as fases finais de elaboração dos conceitos científicos referentes à genética.

Tendo em vista as lacunas detectadas nesta pesquisa, se faz necessária a intervenção dos professores como mediadores do processo de ensino e aprendizagem, introduzindo estratégias inovadoras e diferenciadas para a superação das dificuldades, partindo do pressuposto de Ausubel de que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa dos conteúdos considerados de difícil ensino e aprendizagem.

Entretanto, apesar dos grandes avanços no campo educacional a nível fundamental, médio e superior, como observado em muitas escolas, acredita-se que muito ainda precisa ser feito para que esse trabalho seja prioritário, pois a primazia ainda repousa sobre a memorização de informações.

Nessa perspectiva, com a intenção de contribuir para a superação, em parte, das dificuldades de ensino e aprendizagem dos conteúdos de genética, propõe-se uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e um vídeo didático sobre conceitos básicos da biologia celular.

A UEPS como estratégias para organização dos conteúdos e das atividades a serem desenvolvidas com os estudantes são de suma importância, uma vez que podem subsidiar a organização da prática docente dos professores e orientá-los para a maneira mais coerente de proceder.

Ressalta-se, ainda, que o processo de ensino e aprendizagem por meio de sequência de atividades permite mais interação entre o professor e o aluno, favorecendo a superação das concepções alternativas criadas por eles.

Pensar acerca de como os alunos adquirem os conhecimentos e como se deve ensinar é relevante para direcionar os planos de ação durante a prática em sala de aula, para melhor estabelecer os objetivos nos processos de ensino e aprendizagem, além de propiciar melhor direcionamento para a unidade didática de modo a superar as concepções alternativas.

Dessa forma, acredita-se que as unidades didáticas são estratégias favoráveis para promover a superação das concepções alternativas, criadas pelos alunos e professores durante os anos de vida escolar, uma vez que estabelecem atividades colaborativas para a diferenciação progressiva, reconciliação integrativa e consolidação dos conteúdos a serem trabalhados.

Além da unidade didática, o vídeo produzido, utilizando modelos com massa de biscoito sobre a célula com conceitos básicos da genética de forma lúdica, com linguagem científica acessível tanto para os professores quanto para os alunos, constitui-se uma estratégia favorável para aumentar o envolvimento dos alunos, podendo ser utilizado em outros espaços para a introdução ou consolidação de conteúdo, organizador prévio e atividades orientadas.

Nessa perspectiva, propõe-se a sequência didática como uma estratégia de aprendizagem para o ensino de genética no nível fundamental, identificando os conhecimentos prévios das noções ou ideias básicas e dos subsunçores dos alunos a respeito do conteúdo contemplado, bem como a análise da agregação de nova informação, em conformidade com os pressupostos da Aprendizagem Significativa.

Espera-se que esses materiais contribuam de forma inovadora para a promoção de uma aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos, transpondo as concepções alternativas que os alunos e professores possuem sobre os conteúdos de biologia celular e genética.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio – PCNEM: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 1998. 138p.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E.. **Analogias e situações problematizadoras em aulas de ciências**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2010.

GALIAZZI, M. do C. et al (Orgs.). **Construção curricular em rede na educação em ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula**. Ijuí: Unijuí, 2007.

GRAVINA, M.H.; BUCHWEITZ, B. **Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.16, n.1-4, p. 110-119, 1994. Disponível em: <http://www.dfi.ufms.br/prrosa/Pratica_Ens_Fis_I/Texto_I_Gravina.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2012.

INFANTE-MALACHIAS, M.E. et al. **Comprehension of basic genetic concepts by Brazilian undergraduate students.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v.9, n.3, p. 657-668, 2010. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART9_Vol9_N3.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2013.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa e a sua implementação em sala de aula.** Brasília: Universidade de Brasília, 2006. 186 p.

MOREIRA, M. A. **Unidade de ensino potencialmente significativas – UEPS.** . In: SILVA, M.G.L.; MOHR, A.; ARAÚJO, M.F.F. de (Orgs.). Temas de ensino e formação de professores de ciências. Natal, RN: EDUFRN, 2012. Cap.3. p.45-57. Disponível em: <http://www.sigaa.ufrn.br/sigaa/public/programa/documentos.jsf?lc=pt_BR&id=134&idTipo=5>. Acesso em: 20 fev. 2013.

NIGRO, R. G; CAMPOS, M.C.C. **Didática de Ciências: o ensino-aprendizagem como investigação.** São Paulo: FTD, 1999.

OLIVEIRA, S.S. de. Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 26, p. 233-250, 2005. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/educar/article/viewArticle/4734>>. Acesso em: 13 jul. 2013.

OLIVEIRA; BASTOS, F. **Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciandos em Biologia.** **Tecné, Episteme y Didaxis**, n. 19, p. 63-76, jan./jun. 2006. Disponível em: <<http://www.oei.es/n12108.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

PETER, C. de A.; NADIR, R. **Concepções sobre espaço, forma e carga gravitacional do planeta terra entre crianças de uma segunda série do ensino fundamental.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005. v. 5. Disponível em: <www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/1/doc/p730.doc>. Acesso em: 15 dez. 2012.

POZO, J. L.; CRESPO, M.A.G. **Aprender y enseñar ciencias.** Madrid: Ediciones Morata, 1998.

ENSINO DE ECOLOGIA SOB A PERSPECTIVA CTS E INVESTIGATIVA: UM CAMINHO PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO

*Bruna Lorena Valentim da Hora
Ivaneide Alves Soares da Costa*

1 A ABORDAGEM CTS PARA PRÁTICA PEDAGÓGICA

Dada a importância social e ambiental de se conceber ciência, tecnologia e sociedade integradas, devemos aprofundar a discussão e focalizá-la no tema principal desse trabalho: a abordagem CTS no ensino de Biologia no contexto escolar. Com isso, antes de caracterizar e discorrer sobre a importância dessa abordagem para o letramento científico dos jovens estudantes do Ensino Médio, devemos considerar a forma como o ensino tem se configurado no componente de Ciências da Natureza nas escolas brasileiras sem a utilização de uma abordagem CTS.

Caracterizando esse contexto educacional, Teixeira (2003) diz que, apesar de haver uma proposta de letramento científico a qual associa o Ensino de Ciência a uma reflexão social do fazer científico, a prática docente das disciplinas de ciências ainda privilegia as abordagens internalistas, ou seja, as abordagens de ensino que dão ênfase demasiada ao conteúdo e não consideram os eventos sociais relacionados à ciência. Sobre o ensino de ciências fundamentado em abordagens internalistas, o autor ressalta que:

De fato, quando avaliamos o Ensino de Ciências (Biologia, Química, Física e Matemática); é notável que o perfil de trabalho de sala de aula nessas disciplinas está rigorosamente marcado pelo conteudismo, excessiva exigência de memorização de algoritmos e terminologias, descontextualização e ausência de articulação com as demais disciplinas do currículo. (TEIXEIRA, 2003, p.178).

A realidade no cotidiano do Ensino de Ciências em grande parte das escolas brasileiras é baseada em um ensino de disciplinas como Biologia, Química, Física e Matemática pautado numa visão conteudista, ou seja, a valorização demasiada dos conteúdos e sua desvinculação das questões sociais que figuram a realidade brasileira.

Em todo o país, grande parte dos professores de Ciências e Biologia não aplica em suas aulas metodologias de ensino que proporcionem ou que provoquem os seus alunos a pensarem em ciência de uma forma crítica, levando em consideração as questões sociais que os circundam, mas ao contrário desse pensamento estão as próprias orientações encontradas nos documentos oficiais brasileiros. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (BRASIL, 2014), por exemplo, falam sobre esse tipo de formação, dizendo que o

ensino, não somente o de Biologia, deve proporcionar bases para compreensão do “todo” em uma esfera global, favorecendo a formação de indivíduos críticos e reflexivos, capazes de relacionar o aprendido em sala de aula com as situações decorrentes em seu cotidiano.

Nesse caminho, Santos, Angelo e Silva (2020) apontam para a necessidade de investigar a prática docente adotada nas escolas, já que a escola no novo século e a educação científica exigem um novo foco de ensino (SANTOS, 2011), pautado no desenvolvimento de habilidades como contextualizar, ler, aplicar conhecimento e utilizar linguagem científica para explicar fenômenos observados no cotidiano; todas essas associadas a um indivíduo letrado.

Considerando esse contexto do Ensino de Ciências nas escolas brasileiras, duas perguntas nos surgem: (i) o que é um currículo em enfoque CTS e quais atitudes e métodos de ensino se configuram como pertencentes a essa abordagem? e (ii) qual é a importância de se ensinar Ciências e Biologia sob a perspectiva da ciência contextualizada com as questões sociais?

Para responder à primeira pergunta, recorreremos a Santos e Mortimer (2000), visto que eles trazem em sua obra definições acerca da abordagem CTS feita por alguns autores. A primeira definição apresentada foi feita por Roberts (1991 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2000), que se refere à abordagem CTS e à abordagem “Ciência no contexto social” como:

Aquelas que tratam das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social. Tais currículos apresentam uma concepção de: (i) *ciência* como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais; (ii) *sociedade* que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia; (iii) *aluno* como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; e (iv) *professor* como aquele que desenvolve o conhecimento e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões. (ROBERTS, 1991 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2000, p.112).

A definição apresentada por Santos e Mortimer (2000) ao citar Roberts (1991) afirma que a abordagem CTS é concebida como uma proposta de inter-relação entre ciência, tecnologia e soluções de problemas sociais. Diante dessa inter-relação, alguns elementos constitutivos do Ensino de Ciências têm as suas concepções redimensionadas como, por exemplo, a ciência, a sociedade, o aluno e o professor. Para o autor, a ciência em uma perspectiva CTS é concebida como uma atividade humana caracterizada pela busca do controle do ambiente e do próprio homem, ou seja, a ciência é um instrumento de controle de âmbito mundial que tem laços estreitos com a tecnologia e não pode estar dissociada das questões sociais. Por sua vez, a sociedade seria um agente que busca chamar a atenção para o poder de tomada de decisão que o público em geral e os cientistas devem ter em relação aos problemas sociais relacionados à ciência e à tecnologia.

Ao tratarmos do papel do aluno e do professor nessa perspectiva CTS, não fugimos da

lógica que estamos desenvolvendo. Sendo o aluno aquele que assume o papel de aprendiz, na perspectiva CTS, ele é aquele que será preparado para tomar decisões relacionadas a problemas sociais ligados à ciência. Sob essa visão, o aluno não é um mero aprendiz de conteúdos científicos, mas sim um indivíduo que deve ser capacitado para agir na sociedade a partir de sua capacidade de tomar decisões em relação às questões sociais ligadas ao desenvolvimento científico.

O professor, de acordo com Roberts (1991 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2000), é um agente comprometido com a inter-relação CTS capaz de desenvolver, por meio do ensino, a capacidade de tomada de decisão ou despertar no aluno essa atitude ativa em relação aos conteúdos científicos relacionados na escola. Dessa forma, atribuímos ao professor de Ciências a figura de um provocador que tem como missão tirar o aluno do posicionamento passivo em relação aos conteúdos e mostrar-lhe que ele pode agir no mundo a partir dos conhecimentos adquiridos nas aulas de Ciências.

De fato, uma abordagem internalista que vise apenas a transmissão de conteúdos sem a devida relação destes com o contexto social obriga os alunos a assumirem um posicionamento passivo em relação ao seu aprendizado e à sua ação no mundo.

No Ensino de Ciências meramente conteudista, o professor, visto como o detentor de todo o conhecimento possível de tal componente curricular, é um transmissor de informações e o aluno, por sua vez, torna-se o receptor de tais informações e a ele é confiada a competência de decorar conteúdos, terminologias e conceitos que, na maioria das vezes, são tão abstratos que são difíceis de o aluno relacioná-los com o mundo em que vivemos.

Buscando quebrar essa perspectiva de ensino conteudista relacionado ao ensino das disciplinas de ciências, na abordagem CTS, é proposta uma nova perspectiva de ensino que inclui em seu programa a inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Sabemos, a partir do que foi dito por Roberts (1991 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2000), quais são os elementos que ganham destaque na abordagem CTS, mas, para podermos definir e compreender essa perspectiva de ensino, precisamos conhecer quais são as características dessa abordagem. Para isso, Santos e Mortimer (2000) destacam o seguinte trecho em que Bybee (1987) caracteriza a abordagem CTS como:

Pesquisa e desenvolvimento de currículos que contemplem, entre outros: (i) a apresentação de conhecimentos e habilidades científicos e tecnológicos em um contexto pessoal e social; (ii) a inclusão de conhecimentos e habilidades tecnológicos; (iii) a ampliação dos processos de investigação de modo a incluir a tomada de decisão e (iv) a implementação de projetos de CTS no sistema escolar. (BYBEE, 1987 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 112).

A definição apresentada por Bybee (1987 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2000) mostra a abordagem CTS como uma proposta de pesquisa e desenvolvimento de currículos educacionais que visam a inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade. As principais características

desses currículos desenvolvidos sob uma perspectiva CTS são a relação entre os conhecimentos científicos e tecnológicos e o contexto social e pessoal; ampliação do processo de investigação em busca da introdução da tomada de decisão nesse processo e a implementação de projetos escolares sob a perspectiva CTS.

Como podemos perceber, Bybee (1987 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2000), ao definir a abordagem CTS, expõe também os objetivos em conceber o ensino das disciplinas de ciências na educação básica sob a perspectiva de inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Entre esses objetivos, damos destaque à busca pela relação entre o ensino das disciplinas de ciências ao contexto social e pessoal do aluno, a inclusão da tomada de decisão no processo de investigação e o desenvolvimento de projetos educacionais fundamentos na relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

Como vimos na perspectiva de Bybee (1987 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2000), a abordagem CTS é uma proposta essencialmente pedagógica de mudança do currículo educacional do ensino das disciplinas de ciências na Educação Básica. Na agenda dessa proposta de mudança, há a inserção da tomada de decisão no processo de aprendizagem. Isso mostra que, ao utilizar a abordagem CTS em suas aulas, o professor deve objetivar não apenas possibilitar a aprendizagem dos conteúdos de uma forma mais prática e autônoma, mas também que este aluno desperte em sua consciência que ele pode agir em seu meio social a partir dos conhecimentos adquiridos nas aulas das disciplinas de ciências.

Sobre isso, Santos e Mortimer (2009) afirmam que a principal proposição da chamada abordagem CTS está na ênfase em disponibilizar aos estudantes as representações que lhes possibilitem **agir, tomar decisões e compreender** o que está em jogo no discurso dos especialistas.

1.1 O ENSINO INVESTIGATIVO CONTRIBUINDO PARA CIDADANIA CRÍTICA

Das diversas abordagens que permeiam o âmbito educacional, pode-se colocar à prova o Ensino por Investigação conhecido também como “*inquiry*”, que recebeu grande influência do filósofo e pedagogo americano John Dewey. Baptista (2010), em seu trabalho, já encara este ensino como marcado por uma longa história no ensino de ciências. Zômpero e Laburú (2011) consideram que o ensino por investigação pode ser tido como um exemplo de abordagem que não teve grande significância no Brasil.

No período pós-guerra mundial, põe-se em ascensão nos Estados Unidos a veemente necessidade de alavancar o desenvolvimento científico e tecnológico, gerando, assim, um olhar mais aprimorado para a reconfiguração curricular. Apoiados nestas ideias gananciosas, o preparo de cientistas tomou ênfase nesse país. Baptista (2010), apoiada pelas colocações de DeBoer (2006), afirma que o ensino investigativo, tido como uma estratégia a ser adotada em sala de aula, surgiu em meados do século XX. Em meio às mudanças de objetivos evocados para

esta abordagem de ensino, Zômpero e Laburú (2011) admitem que o ensino por investigação, atualmente, tem tido finalidades distintas, que se contrapõem a formação de cientistas, como destinado ao ensino investigativo na década de 60.

Na década de 80, retoma ao cenário das práticas pedagógicas as atividades investigativas com enfoques sociais. Em meio aos agravamentos ambientais e percebendo a necessidade de propor uma educação que objetivasse o debate das implicações científicas na sociedade, as atividades investigativas eram utilizadas para orientar os estudantes a resolverem os problemas imbricados na sociedade. Nesse caminho, Zômpero e Laburú (2011) destacam que:

Nessa perspectiva, as atividades investigativas eram utilizadas como orientação para ajudar os estudantes a pesquisar problemas sociais como o aquecimento global, a poluição, dentre outros. Sendo assim, o objetivo da educação científica era o entendimento dos conteúdos, dos valores culturais, da tomada de decisões relativas ao cotidiano e à resolução de problemas. (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p.72).

Nesse discurso, pode-se apontar para os diferentes objetivos que o ensino investigativo vem tomando. Sandoval (2005) relembra em suas colocações que esta abordagem assumiu novos papéis, principalmente, quando se atribui aos cidadãos a necessidade de participação das decisões democráticas. Essa ideia é reafirmada por Baptista (2010) ao citar Freire (2009) quando diz que, neste milênio, o objetivo do ensino investigativo encaminha a facilitação literacia científica.

Sobre as dimensões dessa abordagem no ensino de Biologia, Trivelato e Tonidandel (2015) chamam a atenção para a importância que está além dos aspectos relacionados aos procedimentos como observação, manipulação de materiais de laboratório e experimentação e, por isso, advogam que as atividades investigativas incluam a motivação e o estímulo para refletir, discutir, explicar e relatar, o que promoverá as características de uma investigação científica.

Dessa forma, Dias e Reis (2017) asseguram que o Ensino por Investigação deve ser inserido nas aulas, com o nobre propósito de:

(...) formar aluno críticos, informados cientificamente, interessados pelos assuntos sociocientíficos e socioambientais, de modo a conseguirem analisar o que os rodeia de forma crítica e fundamentada. A vivência de situações de aprendizagem que envolvam tomada de decisões, discussão, desempenho de papéis diferentes, argumentação, investigação, experimentação, explicação e interpretação exigem do aluno um pensamento mais crítico, um olhar mais profundo para os acontecimentos e, conseqüentemente, um desenvolvimento de concepções mais complexas sobre questões sociais e ambientais em que a ciência apareça, na maior parte das vezes, como central. (DIAS; REIS, 2017, p. 70)

Ao se tratar, portanto, do letramento científico para atuação cidadã, Trópia (2011) enfatiza que, a partir da década de 80, as atividades investigativas foram associadas às perspectivas de alfabetização/letramento científico e enfoque CTS. É notado no exposto que a

ideia de trabalhar atividades investigativas encaminhadas pelas regras do método científico já se tornou inconcebível. Este autor ainda conclui que a noção de investigação como prática de ensino de Ciências assume novas perspectivas, como destacado:

[...] a prática de ensinar Ciências por investigação passa a contemplar com os alunos uma visão crítica da Ciência, as condições de produção e as implicações sociais da atividade científica, a fim de formar cidadãos que não assumam uma postura passiva frente às implicações científicas em suas vidas, mas que utilizem essas discussões para a tomada de decisões e para a construção de uma sociedade democrática. (TRÓPIA, 2011, p. 133).

De modo geral, concebe-se que os objetivos atribuídos ao ensino investigativo transcendem a realização de experimento, o levantamento de hipóteses, a anotação de dados e o julgamento de evidências para explicação de um fenômeno.

Vislumbramos, na visão desses autores, que as novas concepções objetivas para este ensino permeiam a promoção, desenvolvimento e aperfeiçoamento de competências e habilidade, atitudes e valores com vistas para a formação de indivíduos que:

- (i) Posiciona-se criticamente sobre as implicações científicas e tecnológicas na sociedade;
- (ii) Compreende a natureza do conhecimento científico;
- (iii) Julga evidências para melhor resolver os problemas imbricados no seu cotidiano;
- (iv) Participa da tomada de decisões.

Tais pontos são importantes na constituição de currículos educacionais que visam o letramento científico do discente.

1.2 ABORDAGEM CTS E INVESTIGATIVA COMO CAMINHO PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO

A abordagem dada ao letramento científico deixa clara a ideia de que o referido domínio da educação científica é importante na formação de cidadãos atuantes na sociedade (GOMES; ALMEIDA 2016). Os objetivos pressupostos para esse tipo de educação despontam para a necessária inclusão de abordagens didáticas que transcendam as práticas arcaicas ainda em vigor na educação (SANTOS, 2007b; LIMA; WEBER, 2016).

Um ensino que enfaticamente abrange os domínios do letramento científico é defendido pelos documentos oficiais, desde o ensino fundamental. Para a BNCC (2017):

[...] ao longo do Ensino Fundamental, a área tem a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência de Ciências da tem um

compromisso com o desenvolvimento do **letramento científico**, que envolve. Em Natureza outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania (BRASIL, 2017, p. 273, grifos originais da obra).

Dessa forma, tentamos aqui traçar breves comentários acerca dos contributos da abordagem CTS e investigativa no Ensino de Ciências para a promoção do letramento científico.

Inegavelmente, aponta-se para as contribuições dos currículos CTS e do ensino por investigação no letramento científico dos discentes. Tenreiro-Vieira e Vieira (2005) trazem as explicitações de Prieto et al. (2000), os quais expõem que a meta da literacia científica/letramento científico são coerentes totalmente com as orientações CTS.

Sobre o ensino investigativo, Freire (2009 *apud* BAPTISTA, 2010) expressa que em meio a tantas mudanças de objetivos atribuídos a esta abordagem, no início do novo milênio, esta pode ser encarada como facilitadora da promoção da literacia científica/letramento científico.

Como já mencionado, vimos que para autores como Bybee (1987, *apud* SANTOS; MORTIMER, 2000) um currículo com ênfase CTS redireciona o ensino para uma ampla interdisciplinaridade que há entre C-T-S, além disso, este mesmo autor atribui a este tipo de currículo a ampliação de investigação para a tomada de decisão. Nessa perspectiva, percebe-se o valor dado ao processo de *investigação* de determinada situação e/ou problema social para a busca de possíveis respostas, dentro de um currículo CTS.

Trópia (2011) discute em seu trabalho que as atividades voltadas para o ensino investigativo começam, então, a enfatizar, a partir da década de 80, os aspectos da educação científica e enfoque CTS. É notado no exposto que a ideia de trabalhar atividades investigativas encaminhadas pelas regras do método científico já se torna inconcebível. Esse autor ainda destaca que a noção de investigação como prática de Ensino de Ciências assume novas perspectivas.

Assim, traçando elos entre a abordagem CTS e o Ensino por investigação para o letramento científico, consideramos que o ponto de convergência entre ambos está no fato de eles proporcionarem o reconhecimento de um problema, sendo esse de natureza social ou individual, e a busca por soluções coerentes de modo que os alunos possam argumentar na defesa de suas ideias e tomem uma decisão.

Nesse ponto, vislumbrando o elo amplo entre a abordagem CTS e ensino por investigação, concordamos que estas convergem mais ainda no ponto em que possibilitam o letramento científico dos alunos. Desse modo, considerando que uma pessoa letrada emite juízo do ponto de vista crítico-reflexivo sobre uma dada situação, sendo ela capaz de buscar soluções contundentes sobre os problemas sociais.

Nessa visão, podemos ver que tanto os currículos com ênfase CTS como aqueles embasados nos pressupostos do ensino por investigação são o caminho para a formação de cidadãos aptos a opinar e tomar decisões para construção de uma sociedade democrática.

2 APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA NA PERSPECTIVA CTS SOBRE CONTEÚDOS DE ECOLOGIA

Reconhecendo a importância da abordagem CTS e investigativa na efetivação de movimentos curriculares orgânicos que objetivam promover, eficazmente, o desenvolvimento do letramento científico dos estudantes, percebemos a veemente necessidade de se propor, como produto educacional, uma sequência investigativa com enfoque CTS para o ensino de ecologia com o intuito de averiguar sua potencialidade para o letramento científico e contribuir com a formação de professores para potencializar essa prática.

A sequência de ensino foi aplicada numa turma de primeira série do Ensino Médio de uma escola particular de São Gonçalo do Amarante/RN – Brasil. A partir de um objetivo mais amplo como de possibilitar o desenvolvimento e aperfeiçoamento de habilidades importantes para o letramento científico, essa também mostrou, mais especificamente, a possibilidade de compreensão pelos estudantes dos impactos ambientais, econômicos e sociais provocados pela bioacumulação e biomagnificação trófica na cadeia alimentar aquática no Rio Potengi/RN.

Com a elaboração e aplicação dessa sequência, buscamos responder quais as contribuições da aplicação de uma sequência de ensino investigativa na perspectiva CTS sobre conteúdos de ecologia para o letramento científico dos estudantes.

A referida proposta foi elaborada com base no modelo educativo BSCS 5E's proposta por Bybee et. al. (2006). Por isso, contempla as seguintes etapas:

(1) Envolvimento (*Engage*) com a temática por meio do levantamento de conhecimentos prévios; leitura e interpretação do poema “O rio da minha vida”; e atividade de coleta de dados por meio de reportagens jornalísticas;

(2) Exploração (*Explore*) propiciou a leitura e investigação de um problema fictício “**A morte misteriosa das garças**” e leitura interpretativa de textos de divulgação científica;

(3) Explicação (*Explain*) contemplou a elucidação do problema pelos estudantes. Esse ponto foi necessário para apontar como os estudantes evidenciam sua aprendizagem por meio de um alerta fictício para as marisqueiras do problema proposto;

(4) Elaboração (*Elaborate*) de atividade: Aplicou os conceitos de bioacumulação e biomagnificação trófica; Leitura, análise e interpretação de gráfico em novas situações de aprendizagem, como forma de aplicação do conhecimento apreendido;

(5) Avaliação (*Evaluate*) se deu por meio da reflexão dos conhecimentos e habilidades, aqui aperfeiçoados, para utilização mais complexa e social, podendo ser chamada de uma ação prática-social do conhecimento aprendido.

Para evidenciar tais aspectos, foi sugerido uma produção textual (carta argumentativa), simulando a construção de um centro de carcinicultura não planejado de forma sustentável.

Diante do novo problema, os estudantes deveriam fazer uso social da linguagem científica e escrever uma carta com destinação ao Ministério Público em defesa e proteção do Rio Potengi.

Com vistas ao letramento científico dos discentes, foi proposto para a aplicação desta sequência o desenvolvimento de competências e habilidades que concernem ao ato de ler e escrever, utilizando vocabulários científicos; manipular, analisar e interpretar dados para resolver problemas e pensar criticamente sobre os impactos das atividades humanas sobre os ecossistemas.

Nesse aspecto, consideramos que a sequência de ensino se voltou para propiciar aos discentes *o conhecer*- tomar conhecimento da importância econômica e socioambiental do Rio Potengi e dos diversos problemas ambientais que circundam o rio e suas consequências para os seres vivos *in loco*; *o pensar* criticamente sobre os impactos da ação humana sobre a saúde do Rio Potengi; *o julgar*- avaliar, argumentar e emitir opinião acerca das melhores alternativas para atender os interesses do coletivo que, neste caso, estão centradas na preservação ambiental do rio Potengi; *o agir*- ser ativista, agir conforme a decisão tomada, respeitando valores e questões éticas.

Para tanto, para analisar a aprendizagem dos alunos, bem como atestar a efetividade das atividades desenvolvidas, elaboramos critérios avaliativos com base nas habilidades destinadas para cada etapa alicerçados nos pressupostos metodológicos de Bardin (2016).

Assim, procuramos nos escritos dos estudantes elementos que, possivelmente, correlacionam a efetividade das atividades propostas com o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para a formação cidadã como descrição, narração, explicação e argumentação relacionadas à temática que refletem a compreensão dos temas estudados, a apropriação da linguagem científica (aquisição vocabulário) e o desenvolvimento de atitudes e valores individuais, coletivos e públicos. Tais aspectos direcionam os discentes, até certo ponto, para a aquisição de vocabulários científicos para resolver problemas sociais, tomada de decisão responsável, ação social responsável e pensamento crítico acerca de C&T.

3 EVIDÊNCIAS DE APRENDIZAGEM DURANTE APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

Como forma de apresentar, claramente, as possíveis evidências de aprendizagem dos estudantes durante a aplicação da sequência didática investigativa, adotou-se as análises por bloco, ou seja, serão mostrados e comparados os respectivos dados de cada etapa da aplicação. As análises detiveram-se na aprendizagem Conceitual, Procedimental e Atitudinal dos estudantes, como um caminho de sinalizar o potencial didático das abordagens CTS e investigativa no ensino de Biologia, com vistas à promoção do letramento científico.

3.1 EXPLORANDO O PROBLEMA: LANÇANDO HIPÓTESES, COLETANDO DADOS E RESOLVENDO AS QUESTÕES

Durante a aplicação da sequência de ensino, foi percebida uma factível participação dos estudantes durante a fase do Explorar (*Explore*). Por isso, as análises serão enfatizadas como forma de apontar as evidências de aprendizagem e o grande engajamento dos discentes na resolução do problema.

Nesses termos, acreditamos que identificar o efetivo envolvimento dos discentes na busca de respostas cientificamente coerentes para os problemas que lhes são apresentados pode representar indício de que, quanto mais próximos do cotidiano estudantil os conteúdos de ecologia forem abordados, mais eficiente será o desenvolvimento de valores éticos frente ao ambiente.

Em análise do critério 8 (**Identificam um problema e expõem hipóteses coerentes com as informações contidas no problema?**), buscamos nas explanações dos estudantes elementos que demonstrassem: i) o pleno reconhecimento de uma situação-problema; ii) a interpretação contextual do problema e iii) o uso coerente das informações contidas no problema para formulação de hipóteses. Averiguamos que 100% dos grupos atendem a este critério por evidenciarem o parâmetro citado. Os trechos abaixo referem-se às hipóteses formuladas por cada grupo:

Grupo 1: *Hipótese 1: As garças morreram porque estavam escassas de comida. Hipótese 2: Os mariscos que servem de alimento para as garças poderiam estar com alguma doença e, assim, passado para elas.*

Grupo 2: *Todo tipo de poluição no rio foi ingerido pelos peixes e mariscos. Seguindo a cadeia alimentar, as garças se alimentaram daqueles peixes contaminados, consequentemente, contaminaram as garças, levando-as à morte.*

Grupo 3: *As garças poderiam ter comido peixes infectados.*

Grupo 4: *Devido ao ambiente de manguezal poluído por efluentes químicos, os peixes se contaminam e as garças que deles se alimentam acabam morrendo.*

Grupo 5: *As garças se alimentam de mariscos. Devido à poluição do manguezal, os mariscos ficaram infectados e, ao servirem de alimento para as garças, infectou-as, levando-as à morte.*

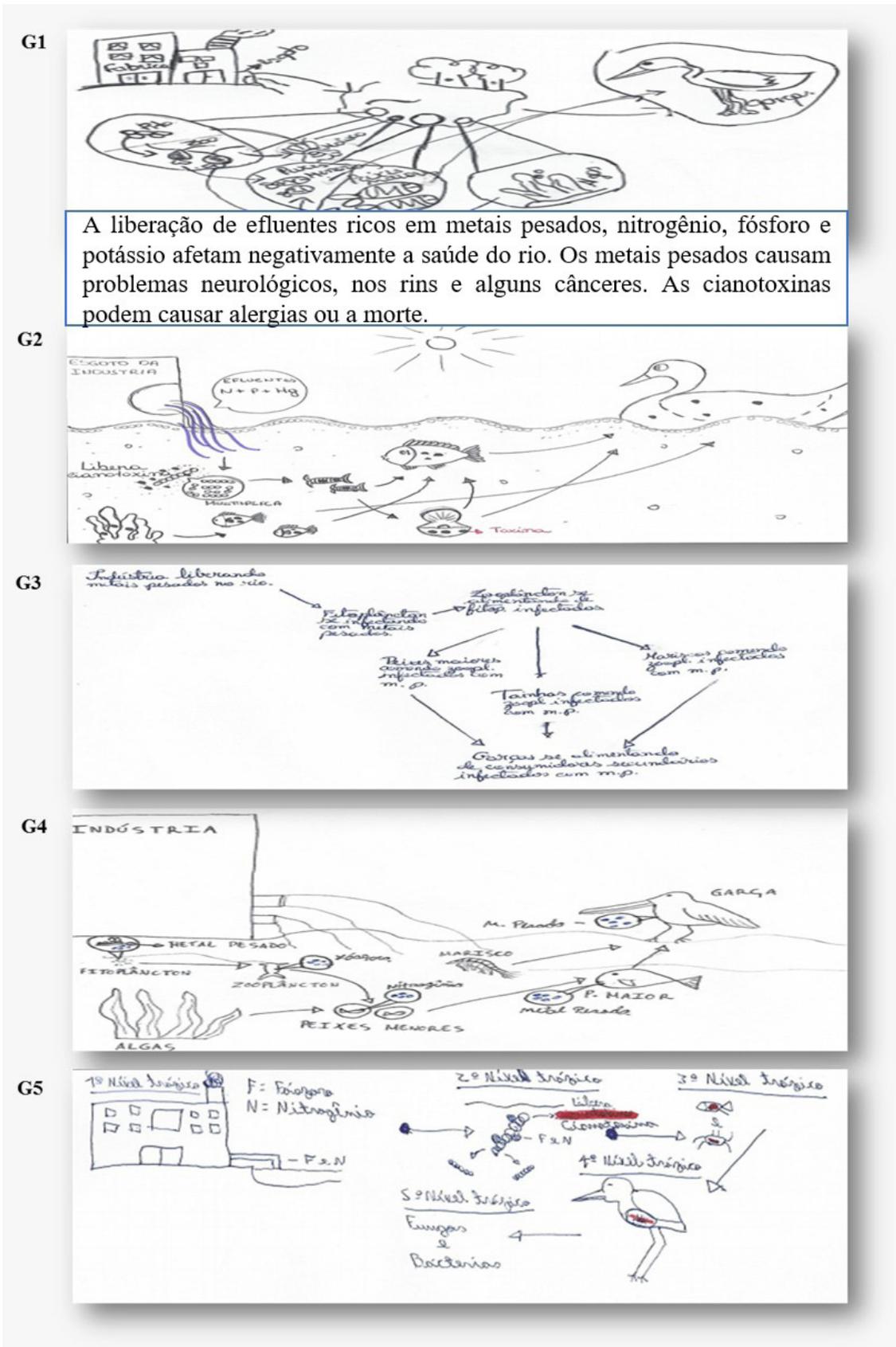
Percebeu-se nesta fase de Exploração (*Explore*) o grande envolvimento e motivação discente em tentar explicar, mesmo que basilarmente, a possível morte das garças. Nos fragmentos elencados anteriormente, são vistos aspectos descritivos que declaram o entendimento das sequências interpretativas emitidas no problema pelos alunos. Areladas a isso, foram identificadas, nas hipóteses, informações importantes acerca do reconhecimento e compreensão de aspectos ligados aos problemas inerentes à própria temática. E, por isso, atribuímos a estes discentes o alcance total para o critério.

Ainda nas “hipóteses”, encontramos elementos que demonstram a capacidade adquirida de correlacionar a morte de animais em decorrência dos problemas ambientais sofridos pelo rio, apontando para uma compreensão mais ampla dos problemas ambientais. Observou-se, também, o uso de conceitos apreendidos nas aulas que antecederam tal etapa.

As análises atribuídas ao critério 9 (**Coletam e interpretam dados como forma de testar suas hipóteses? Montam modelos explicativos para o problema?**) demonstram que 100% dos estudantes apresentam a habilidade de construir modelos explicativos como forma de testar suas hipóteses. Verificou-se, também, em suas explanações, um aumento significativo de conceitos aprendidos nas etapas antecedentes, evidenciando sua aprendizagem sobre cadeia alimentar aquática e do possível desequilíbrio provocado pela interferência humana no ecossistema.

A habilidade de esquematizar, claramente, suas hipóteses foi identificada em todos os grupos. No entanto, a maior riqueza de detalhes e maturidade no uso da linguagem científica, advindas do ler, analisar e interpretar foi identificada somente na montagem do terceiro desenho esquemático, como mostra a (Figura 1).

Figura 1 – Representações esquemáticas apresentadas pelos grupos para a resolução do problema apresentado após coleta e interpretação de dados.

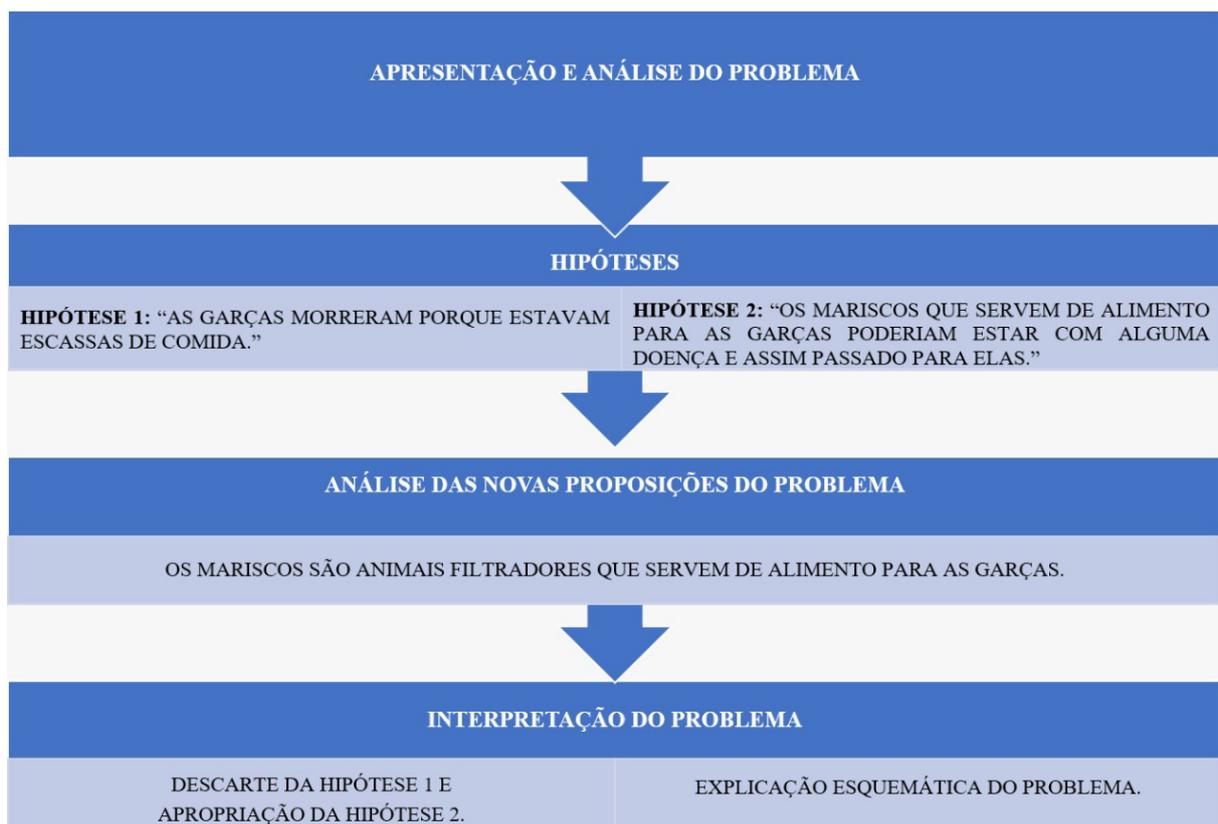


Fonte: Arquivo pessoal

Entretanto, por mais que tenham sido identificadas desde as representações esquemáticas iniciais, a habilidade de desenvolver esquematicamente as hipóteses, como forma de explicar o problema estudado, as representações esquemáticas evidenciam melhor aprendizagem fundamentada no uso consciente da linguagem científica, quando comparado aos primeiros desenhos. Resultados como estes foram apresentados por todos os grupos, porém detalhamos os passos sequenciais dados pelo grupo (1) que estão resumidos na (Figura 2).

Nestes esclarecimentos, visualizamos que, ao longo das atividades, os grupos descartaram hipóteses e as redimensionaram após coleta e interpretação de dados, manifestando a importância de desenvolver a habilidade de interpretação para resolução de problemas. Por trás do desenvolvimento dessa habilidade estão a compreensão dos dados coletados, a capacidade de registrar, organizar e manipulá-los, habilidades superestimadas na resolução de problemas.

Figura 2 – Etapas sequenciais realizadas pelo grupo (1) para explicação esquemática do problema.



Fonte: Autoria própria

Averiguou-se, além do aumento da complexidade explicativa, descritiva e conceitual, o uso eminente de terminologias científicas para elucidar o problema como cadeia e teia alimentar, ecossistema, fatores bióticos e abióticos, fitoplâncton e zooplâncton, cianotoxinas,

toxinas, poluição, bioacumulação, metais pesados, biomagnificação trófica, elementos químicos (nitrogênio, fósforo e potássio).

3.2 FASE DO EXPLICAR: OBSERVAR, ANOTAR, DISCUTIR PARA EXPLICAR O PROBLEMA

A partir desta fase, é percebido maior amadurecimento científico apresentado nas respostas ofertadas pelos estudantes, correspondente tanto às exposições explicativas emitidas para o problema, quanto para o aumento no uso de terminologias científicas utilizadas. Outro ponto a ser destacado está na imponente articulação entre a compreensão central do problema com as observações, ideias, questões, hipóteses emitidas, dados informacionais e textos interpretados, como mostram as explicitações seguintes:

Grupo 1 (Total): *A morte das garças pode estar atrelada aos efluentes das indústrias que causam um acúmulo de cianobactérias que liberam as cianotoxinas e, além disso, há uma bioacumulação de metais pesados que causam doenças no fígado, problemas neurais e câncer.*

Grupo 2 (Total): *A morte das garças se deu devido à poluição, provavelmente, dos esgotos industriais despejados no rio. No esgoto contém substâncias químicas prejudiciais à vida dos seres vivos. Neste também há fosforo, nitrogênio e potássio, que fazem aumentar a produção de cianobactérias presentes no rio. Nesse processo, elas liberam cianotoxinas que também são uma substância poluente ao rio. Além disso, ainda há o metal pesado como o mercúrio. Todas essas substâncias comprometem a saúde dos seres que ali habitam e são prejudicados com a bioacumulação dessas substâncias. A partir da cadeia alimentar, a contaminação vai se proliferando até chegar ao fim, à morte das garças.*

Grupo 3 (Parcial): *A morte das garças se deu graças à cianotoxinas e metais pesados.*

Grupo 4 (Total): *A indústria joga elementos pesados no rio (metais pesados, fósforo, nitrogênio) e, com isso, o rio fica poluído e as cianobactérias liberam cianotoxinas que se acumulam nos indivíduos, chegando às garças e causando sua morte.*

Grupo 5 (Total): *A morte das garças foi causada devido à bioacumulação de cianotoxinas.*

As respostas apresentadas evidenciam a compreensão e aplicação de conceitos para a explicação de fenômenos abstratos que fogem da percepção cotidiana dos estudantes jovens. Percebemos que o raciocínio utilizado para explicar o problema aproxima a linguagem científica da observação de fenômenos cotidianos.

Neste viés, em acordo com as ideias defendidas por Santos (2007b) sobre a aquisição da linguagem científica para uso social, identificamos o desenvolvimento da habilidade no critério **11 (Utiliza vocabulário científico para fazer alerta social?)** em 100% dos estudantes, como mostram os fragmentos abaixo:

Grupo 1 (Total): *Não comam os mariscos pois estão infectados com metais pesados e cianotoxinas.*

Grupo 2 (Total): *Senhoras marisqueiras, não se alimentem dos mariscos coletados, pois eles estão contaminados devido às cianotoxinas presentes no rio. Isso acontece porque a poluição advinda das indústrias faz com que aumente o número de cianobactérias. Neste processo, há a liberação das cianotoxinas que são extremamente ofensivas à saúde dos animais marítimos e aos humanos. A contaminação acontece pela alimentação e convivência dos animais com a água, causando o que chamamos de processo de bioacumulação. Enfim, a bioacumulação gera erro genético nos animais, problemas digestórios nos humanos, podendo levar ao aparecimento de câncer. Por esses fatores, não recomendamos o consumo desses mariscos.*

Grupo 3 (Total): *Alerta para as marisqueiras: Não se alimentem nem vendam os mariscos pescados no rio, pois estão contaminados com metais pesados que são altamente prejudiciais à saúde.*

Grupo 4 (Total): *As marisqueiras não devem comer os mariscos porque estão infectados com elementos que as indústrias jogaram no rio e com cianotoxinas liberadas pelas cianobactérias.*

Grupo 5 (Total): *Não é bom consumir por conta da bioacumulação de cianotoxinas e de metais pesados que podem levar a doenças graves.*

As ideias apontadas nesses fragmentos nos induzem a aproximar, didaticamente, o ensino investigativo e abordagem CTS, de modo a conduzir os estudantes para o caminho do elaborar, hipotetizar, reelaborar e expor ideias/respostas/opiniões que os direcionam, positivamente, para ação cidadã.

Dessa forma, percebe-se nos “alertas” construídos pelos estudantes a apropriação suficientemente necessária de um vocabulário científico, que não será engavetado, mas sim utilizado para o benefício social. Tais resultados exprimem, até certo patamar, a mudança de atitude, como forma de envolvê-los na consciência da sua própria responsabilidade comunitária. Nesse contexto, admitimos que buscar por explicações coerentes às diferentes situações cotidianas requer uma ação prática de busca, análise, interpretação, investigação ativa e julgamentos de ideias. Por isso, reiteramos as elucidações de Campos e Nigro (1999) quando consideram relevante que o professor propicie, durante o cenário investigativo, meios para que os educandos possam investigar ativamente e procurar por explicações viáveis ao que se investiga.

A partir dessa interpretação, advogamos que os resultados obtidos possam estar estreitamente associados aos diversificados meios utilizados para despertar mudanças na forma de aprender, colocando, assim, o estudante como um agente capaz de desenvolver e/ou aperfeiçoar suas habilidades, levando-o a estreitar a linha tênue existente entre o que conhecia, conhece e conhecerá. Na mesma premissa, Santos (2007b) ressalta que habilidades importantes (ler, interpretar, analisar, correlacionar, articular ideias, fazer, refazer, empregar vocabulário científico) devem estar imbricadas no ensino e são necessárias para desenvolver manifestações de letramento científico dos estudantes.

Por este caminho, pensamos que, quando as esferas educacionais almejam efetivar ações para o desenvolvimento do letramento científico dos estudantes, se torna crucial a reconfiguração das práticas adotadas em sala de aula. É imprescindível o reconhecimento de que a prática do professorado não se limita à simples explanação casual dos conteúdos, tampouco à aplicação conceitual deles (TEIXEIRA, 2003).

3.3 FASE DO ELABORAR: COMPREENDER E APLICAR O VOCABULÁRIO CIENTÍFICO ÀS NOVAS SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM

Nesse caminho, direcionamos as ações práticas da fase do Elaborar (*Elabore*) voltadas para aplicação dos vocábulos científicos em razão de novas situações de aprendizagem. Vimos na análise do critério 12 (**Compreende e aplica, corretamente, os conceitos de bioacumulação e biomagnificação?**) que 80% dos grupos identificam, em sua totalidade, que as cianotoxinas são substâncias que se acumulam nos níveis teciduais/celulares e representam grandes riscos aos seres situados nos níveis tróficos mais altos, como mostram as observações que seguem:

Grupo 1 (Total): R1: *Porque as cianotoxinas só serão encontradas bioacumuladas nos tecidos.* R2: *porque aconteceu a biomagnificação trófica e as pessoas (humanos) ocupam o último nível trófico nesta cadeia alimentar.*

Grupo 2 (Total): R1: *As cianotoxinas bioacumulam nas células espalhadas pelo corpo e pouco ou talvez nada foi liberado pela urina.* R2: *Porque os humanos são o último nível trófico, isso fez com que as cianotoxinas estivessem em maior quantidade, ou seja, mais bioacumulada.*

Grupo 3 (Total): R1: *As cianotoxinas grudam nas células.* R2: *Na cadeia alimentar, os humanos acabam ingerindo maior quantidade de cianotoxinas.*

Grupo 5 (Total): R1: *Porque elas ficam bioacumuladas nas células.* R2: *Porque o ser humano é o último nível trófico nesta cadeia, tendo mais bioacumulação.*

Contrastando com os resultados supracitados, os quais demonstram efetiva assimilação e aplicação coerente dos conceitos, encontramos que o correspondente a 20% dos grupos emitem respostas que não demonstram o claro estabelecimento conceitual, apontando para a não compreensão total do termo bioamagnificação trófica, como demonstra a seguinte explicação do **Grupo 2 (Parcial)** R1: *Porque houve a bioacumulação de cianotoxinas nas células dos pacientes.* R2: *Porque os mariscos infectados foram coletados pelas marisqueiras que acabaram sendo contaminadas.*

Por entender que um dos pontos alvos desta sequência está no desenvolvimento e apropriação de habilidades pilares para o letramento científica dos estudantes, optou-se por organizar as atividades, principalmente, aquelas destinadas à fase do elaborar, de acordo com o grau de complexidade conceitual e interpretativo necessário para resolver os questionamentos.

Nesses termos, ao analisar o critério 13 (**Identifica, criticamente, a influência negativa**

dos processos industriais nos ecossistemas?) referente à identificação crítica da influência negativa dos processos industriais nos ecossistemas, verificamos que somente uma parcela dos grupos apresenta conhecimentos científicos importantes e ofertam elucidações plausíveis para as novas situações propostas, como mostram as descrições a seguir:

Grupo 1 (Total): *A liberação de nitrogênio, fósforo, enxofre e potássio causou a poluição do rio a partir de 1997 a 2005.*

Grupo 2 (Parcial): *Má influência com a liberação de efluentes ricos em substâncias tóxicas aos seres vivos.*

Grupo 3 (Parcial): *Aumento da taxa de poluição no rio.*

Grupo 4 (Não corresponde): *De 2005 a 2009, o nível de cianobactérias e cianotoxinas no rio diminuíram porque as indústrias pararam de jogar nitrogênio, fósforo e potássio no rio.*

Grupo 5 (Parcial): *O aumento das indústrias acentuou o processo de poluição.*

Ao considerar que este processo pauta da necessária aplicação conceitual em consonância com as descrições gráficas explicitadas, observamos que somente 20% dos grupos atingem o grau de complexidade que interliga o conteúdo assimilado com a linguagem gráfica apresentada na atividade. Nota-se, ainda, que 60% dos grupos aplicam coerentemente o conteúdo apreendido, porém não demonstram, em sua totalidade, a compreensão dos elementos interpretativos apresentados no enunciado da atividade, principalmente, quando ofertaram respostas simplórias, ausentes de aspectos descritivos da própria questão. Nesse raciocínio, exemplificamos com as explicações oferecidas pelo grupo 2 a referida questão: *Má influência com a liberação de efluentes ricos em substâncias tóxicas aos seres vivos.*

Visualiza-se a menção do grupo de que as indústrias influenciam negativamente a cidade de Paraisópolis, pois há a liberação de efluentes ricos em substâncias tóxicas aos seres vivos. A resposta apresentada demonstra o claro entendimento das questões problemáticas envolvidas na questão. Contudo, observaram-se descrições simples e generalizadas da nova situação exposta, sem que houvesse elementos contidos nos dados evidenciados. Tal caracterização pode estar indicando que o nível de leitura gráfica do grupo não está em seu total entendimento, como esperado nesta fase.

Dados como estes são importantes de serem discutidos, visto que esclarecem e evidenciam o baixo nível de compreensão dos alunos após leituras de gráfico. Neste cerne, os resultados apontados nesta análise podem indicar o déficit apresentado pelos alunos em correlacionar os vocábulos científicos compreendidos com a leitura de mundo imbricada nos discursos televisivos, manchetes e jornais, como trazem os dados emitidos pelo PISA (2015) e estudos ILC (2015).

Nessa fase, investigamos, ainda, se os discentes expressam em suas respostas interpretativas o reconhecimento e a compreensão de que a adoção das medidas sustentáveis é,

efetivamente, necessária para o equilíbrio existencial entre as esferas produtivas e ecossistemas, condizente ao critério **14 (Entende que o equilíbrio entre os meios de produção e os ecossistemas se dá pela adoção de medidas sustentáveis?)**. Por isso, atribuímos a 60% dos grupos o atendimento total deste critério, por evidenciarem em suas colocações que, devido ao fato de as indústrias terem feito uso de medidas sustentáveis em seu funcionamento produtivo, ocorreu menor poluição do rio e aumento da sobrevivência dos organismos que têm contato com a água deste manancial. É percebida, portanto, numa resposta deste nível, ideias globais com pano de fundo amplo sobre o problema. O estabelecimento de pensamentos como estes são pontos importantes para o letramento científico dos estudantes. Arbitrariamente, observamos que os 40% restantes atendem parcialmente ao critério por exporem basicamente respostas as quais não representam um reconhecimento sólido acerca da utilização necessária das medidas sustentáveis.

3.4 FASE DO AVALIAR: REFLEXÃO PARA AÇÃO

Como elucida Bybee et al. (2006), a fase do Avaliar (*Evaluate*) pode ser descrita como o momento reflexivo dos alunos sobre o trabalho que desenvolveram. Deste modo, o avaliar envolver o pensar-refletir para ação, mudança de postura sobre aquilo que se investiga. Nessa direção, retomamos as ideias de Santos (2007b) quando descreve que um indivíduo devidamente letrado estabelece o grau máximo possível de compreensão da linguagem científica para uso social. O autor também comenta que um indivíduo assim caracterizado emite opiniões, argumenta, posiciona-se criticamente e participa de debates públicos em defesa do coletivo.

Nesse contexto, propomos para a fase do Avaliar (*Evaluate*) a produção individual de uma carta argumentativa em defesa da não construção de um centro de carcinicultura nas proximidades do Rio Potengi. Essa atividade possibilitou detectar elementos cruciais para o letramento científico. Sobre essa atividade, Demo (2013) explicita que a educação científica toma forma em ambiente de produção textual, em aprendizagens fundadas em autoria no ambiente escolar.

Para que os alunos se posicionem, contrariamente, à construção de um centro de carcinicultura nas proximidades do rio Potengi, torna-se imprescindível que ele argumente, objetivamente, no sentido de apontar critérios importantes para embargar uma obra desse nível. Por isso, buscamos nos escritos dos alunos expressões que demonstram sua compreensão, aquisição e aplicação dos conteúdos referentes a bioacumulação e biomagnificação trófica, conforme critério **15 (Compreende, se apropriou e aplica os conceitos de bioacumulação e biomagnificação?)**.

Averiguou-se, portanto, que 52,9% dos discentes demonstram compreender tais aspectos quando descrevem, convictamente, que os centros de carcinicultura representam perigo eminente para a população e os seres vivos no rio. Nos textos, encontramos diálogos

que envolvem a interpretação de: 1) poluição por dejetos ricos em NPK; 2) o aumento de NPK liberado pelas indústrias culmina na alta proliferação de cianobactérias e, por conseguinte, liberação de cianotoxinas; 3) o representativo prejuízo causado pela bioacumulação de cianotoxinas e metais pesados nos humanos e seres que vivem no rio. Em contraponto, 11,8% fazem apenas colocações conceituais ausentes de explicativas, como mostra o trecho destacado abaixo:

Aluno 3 (Total): [...] *Com a carcinicultura, haverá poluição pontual, poluição química com a liberação de NPK que causa o aumento da quantidade de cianobactérias, as quais são famosas em liberar cianotoxinas que bioacumulam nos níveis tróficos que podem apresentar efeitos agudos e crônicos.*

Aluno 8 (Parcial): [...] *Esse tipo de atividade pode influenciar na saúde do rio, porque seus dejetos liberam fósforo, nitrogênio e potássio que influenciam o aumento das cianobactérias.*

Nesta análise, obteve-se, ainda, que 29,4% não expõem ideias de bioacumulação e que 5,9%, embora demonstrem entender os aspectos selecionados acerca da bioacumulação por cianotoxinas, afirmam erroneamente que a morte dos peixes será pelo contato direto com os efluentes rios em NPK.

Aluno 4 (Aplicação errônea do conteúdo): [...] *Com a construção desta fazenda, a situação do rio irá piorar e ocorrerá a morte de milhões de peixinhos, pois acontecerá muita liberação de NPK.*

Na análise do critério **16 (Entende que o equilíbrio entre os meios de produção e ecossistemas se dá pela adoção de medidas sustentáveis?)**, detectou-se que somente uma pequena parcela (17,6%) dos estudantes conseguiu reconhecer, explicitamente, o necessário equilíbrio entre os meios produtivos, sociedade e ambiente. Contudo, embora não demonstrem tal compreensão de forma explícita, 58,8% deles mencionam que, caso a construção não seja reavaliada, uma alternativa para minimizar os prejuízos seria a adoção de medidas sustentáveis pelo centro de carcinicultura. Verificamos também que 17,6% não conseguem atingir o critério analisado e 5,9% fizeram aplicações indevidas do conhecimento, como mostram os trechos que se seguem:

Aluno 5 (Total): [...] *Os centros de carcinicultura sem nenhum recurso sustentável iriam causar um grande impacto ambiental no rio; para que haja essa construção deveria haver pelo menos um desenvolvimento biossustentável, dessa forma, não prejudicaria a saúde ambiental nem o avanço no desenvolvimento do RN através da carcinicultura.*

Aluno 7 (Parcial): [...] *Por isso fiz esta carta em nome das marisqueiras, para pedir que o senhor reveja esta proposta de fazer fazendas de camarão e se elas forem feitas encontre formas de tentar reutilizar os “restos” que seriam liberados para fins benéficos.*

Aluno 8 (Aplicação errônea do conteúdo): *Uma solução seria construir em outro*

lugar porque o rio em si já está muito poluído e isso seria uma forma de poluir mais o rio.

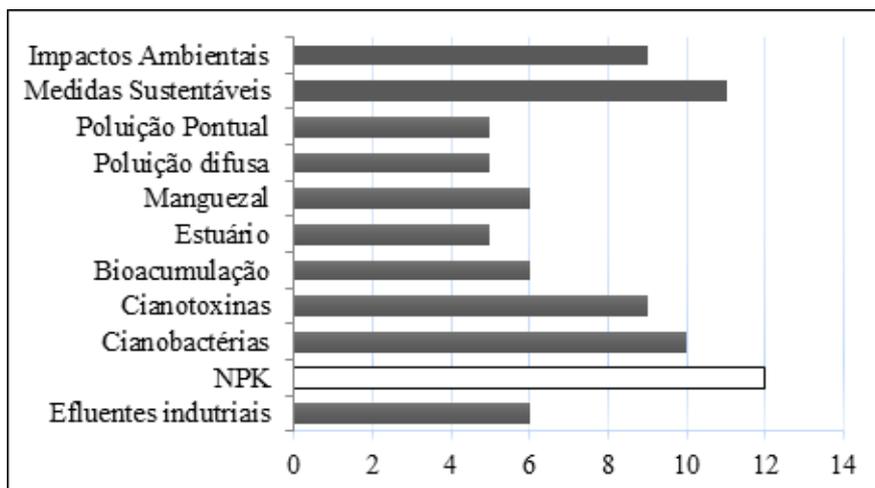
Trazendo para o eixo da discussão as ideias contidas nas expressões de um estudante, percebeu-se claramente que ele ainda não consegue abstrair de forma coerente que os dejetos emitidos pelos centros de carcinicultura iriam causar impactos ambientais em qualquer região na qual fossem lançados. Nesses termos, reiteramos as ideias de autores os quais declaram que um indivíduo devidamente letrado cientificamente coloca em seu diálogo elementos que permitem identificar o reconhecimento crítico acerca dos impactos negativos da industrialização exacerbada no ambiente. Criteriosamente, pode-se entender que um indivíduo em seu maior nível de letramento científico (multidimensional) reconhece a necessidade de discutir e adotar meios que admitam uma produção industrial em equilíbrio com o ambiente, de modo a estreitar a correlação entre produção e manutenção dos ecossistemas.

Em análise ao critério **17 (Faz uso social do conhecimento científico?)**, apontamos que aproximadamente 71% dos discentes fazem uso deste conhecimento em prol e defesa da manutenção do Rio Potengi. Identificamos, portanto, que 52,9% deles fazem uso efetivo e correto das terminologias utilizadas em seus discursos narrativos. Não obstante, apresentamos o percentual de 5,9% dos discentes que fazem uso das terminologias, porém, suas descrições não são perceptíveis às explicações coerentes atribuídas aos termos empregados. Entretanto, informamos que 29,4% deles apresentam uma linguagem mais próxima da usada cotidianamente.

Autores como Phillipis e Norris (2003, *apud* SANTOS, 2007), em seus discursos sobre letramento científico, frisam a importante incorporação da linguagem científica. Reforçando esta afirmativa, este estudo evidencia o significativo e crescente emprego de terminologias científicas nas sequências argumentativas analisadas. A evolução vocabular observada nos discentes foi recorrente desde as primeiras atividades analisadas, podendo indicar a aproximação da linguagem científica e possível distanciamento da linguagem cotidiana. O amadurecimento apresentado pelos discentes revela a apropriação, compreensão, entendimento e aplicação dos conteúdos estudados em razão do debate que permeou a construção dos centros de carcinicultura, como expõe o (Gráfico 1).

Trazer ao cerne da discussão os aspectos acerca do letramento científico torna imprescindível levantar ideias sobre a tomada de decisão frente às problemáticas recorrentes na sociedade. Nesse discurso, salienta-se, ainda, que falar em educação científica é reconhecer o importante desenvolvimento de habilidades, especificamente necessárias em um indivíduo letrado. Identificar, conhecer, analisar e julgar são habilidades imprescindíveis para a tomada de decisão, por exemplo. Nesse contexto, comenta-se também sobre o desenvolvimento de pensamento crítico. Por isso, ao analisar as sequências textuais dos discentes, esperou-se achar apontamentos e explicações argumentativas que expusessem os prejuízos locais, para o ecossistema e população circunvizinha ao rio, da construção dos centros de carcinicultura.

Gráfico 1 – Recorrência do emprego do vocabulário científico aprendido na produção textual.



Fonte: Autoria própria

Por entender que para a tomada de decisão responsável se faz necessário o pensamento crítico, analisaremos os critérios **18 (Toma decisão de forma responsável mediante a proposta?)** e **19 (Pensa, criticamente, sobre as ações humanas no planeta?)**. Para tanto, averiguamos que 76,5% dos estudantes atendem ao critério (18) em sua totalidade por mostrar em sua carta argumentações que apontam para os prejuízos locais caso haja a construção do centro de carcinicultura.

Nesse viés, mostramos que para analisar fatos e/ou informações, concatená-las e julgá-las, em primeira instância, é essencial o conhecimento sobre aquilo que se defende e, em segunda instância, busca-se expressar as críticas advindas daquilo que se analisou. Portanto, verificamos que todos os alunos demonstram ter desenvolvido o pensamento crítico sobre a temática, principalmente, por trazerem em suas descrições argumentativas o reconhecimento e identificação de que este tipo de construção agrava os problemas ambientais presentes no rio.

Em suma, averiguamos, nesta fase, dados significativos em relação à evolução positiva da compreensão, relações e explicação dos fenômenos quando comparado com as primeiras atividades propostas.

- Observamos a veemente defesa da manutenção do rio, principalmente, após tomarem conhecimento da importância social, econômica e ecológica dele.

- É notado que os alunos tendem a balancear as informações das esferas econômicas, sociais e ambientais, na perspectiva de minimizar os danos ao ecossistema e maximizar sua preservação.

- Nas descrições, é possível ver uma mudança de atitudes e valores, quando se trata da preservação da biodiversidade marinha encontrada neste ecossistema, fato não observado previamente.

- Nas sequências argumentativas, nota-se que alguns alunos demonstram grande preocupação com o manguezal, afirmando que este tipo de construção afetaria o habitat de vários organismos, incluindo animais e plantas (mata ciliar).

- Sobre a constituição social, os discentes se colocaram em defesa das demandas coletivas, neste caso, da comunidade ribeirinha, visto que este tipo de investimento pode afetar drasticamente a fonte de renda, a saúde e a habitação desta comunidade.

4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O POTENCIAL DIDÁTICO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO

A pesquisa desenvolvida também buscou averiguar o potencial didático de uma sequência de ensino investigativa na perspectiva CTS sobre conteúdos de ecologia para o letramento científico dos estudantes. Nesse aspecto, apontamos para a efetiva contribuição dessas abordagens no ensino e aprendizagem dos conteúdos de ecologia. Reconhecemos que as atividades que se vinculam aos direcionamentos investigativos e discussão de aspectos que retratam as implicações sociocientíficas são potencialmente importantes para o letramento científico dos discentes, principalmente, por possibilitar a identificação e investigação de possíveis problemas ambientais locais.

Nesse contexto, percebeu-se o desenvolvimento de competências e habilidades condizentes com as determinantes propostas para o letramento científico. As contribuições desta sequência de ensino podem ser identificadas a partir dos dados que despontam para a positiva evolução dos discentes, ao longo do processo: análise do problema, compreensão dos conceitos envolvidos, interpretação e explicação do problema, reconhecimento das implicações científicas e tecnológicas na sociedade, argumentação e percepção dos problemas que envolvem a temática. Por fim, nota-se que as explicações e argumentações utilizadas pelo percentual de 52,9% dos discentes se mostram num nível multidimensional, levando-nos a defender a inclusão dessas abordagens, na prática docente, com objetivo de desenvolver o letramento científico dos professores.

Nesses termos, dirigem-se os olhos para a crença de que a abordagem CTS e investigativa sejam um caminho profícuo para uma educação científica embasada nas discussões sociopolíticas; econômicas e científicas, que possa propiciar uma formação mais crítica, emancipatória, que possibilite meios para que o aluno possa intervir em sua vida cotidiana.

REFERÊNCIAS

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo, Brasil: Edições 70 LDA, 2016.
- BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, BRASIL, 2017.
- BRASIL, **Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros / OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico**. São Paulo: Fundação Santillana, 2016.
- BRASIL, **Ministério da Educação Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio-PCNEM**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias – PCNEM. Brasília-DF, 2014.
- BAPTISTA, M. L. M. **Concepção e implantação de atividades de investigativas: um estudo com professores de física e química do ensino básico**. 2010. 561f. Tese (Doutorado em educação) Instituto de Educação - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.
- BYBEE, R. W.; TAYLOR, J. A.; GARDNER, A.; SCOTTER, P. V.; POWELL, J. C.; WESTBROOK, A.; LANDES, N. **The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Application**. 2006.
- CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didáticas das ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.
- DEMO, P. **Educação e Alfabetização científica**. Campinas: Papirus, 2013.
- DIAS, C. P.; REIS, P. O desenvolvimento de atividade investigativas com recurso à web 2.0 no âmbito da investigação e inovação responsáveis. **SISYPHUS: Journal of education**, v 5, n 3, pp. 68 – 84, 2017.
- GOMES, A. S. A., E ALMEIDA, A. C. P. C. Letramento científico e consciência metacognitiva de grupos de professores em formação inicial e continuada: um estudo exploratório. **Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemática**, 2016.
- INSTITUTO ABRAMUNDO. **Indicador de Letramento Científico: relatório técnico da edição 2015**. In: GOMES, A.S. L. (org.) Letramento Científico: um indicador para o Brasil. São Paulo: Instituto Abramundo. 2015.
- LIMA, M. S., E WEBER, K. C. Reflexões acerca das definições e mensuração de níveis de letramento científico. III Congresso Nacional de Educação (CONEDU), **Anais ... Natal, Brasil**, 2016.
- SANDOVAL, W.A. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. **Science Education**. n.89, p. 634-656, 2005.
- SANTOS, L. D.; ANGELO, J. A. C.; SILVA, J. Q. Letramento científico na perspectiva biológica: Um estudo sobre práticas docentes e educação cidadã. **Revista Electrónica de**

Enseñanza de las Ciencias Vol. 19, Nº 2, 474-496, 2020.

SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: _____. ; AULER, D. (orgs). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Universidade de Brasília, p. 21-47, 2011.

SANTOS, W. L.P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**. v.1, número especial, nov. 2007a.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica na perspectiva de Letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**. v.12, n.36, p. 474-492, 2007b.

SANTOS, W.L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.14 (02), p.192-218, 2009.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**. Minas Gerais, v.7, n.1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência–Tecnologia–Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**. Minas Gerais, v.2, n. 2, p. 1-23, 2000.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Editora da Unijuí, 1997.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. **Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico**. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 191-211, 2005.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.17 n. especial, p. 97-114, novembro, 2015.

TRÓPIA, G. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.13, n.01, p.121-138, 2011.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, Carlos Eduardo. **Atividades investigativas de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens**. Ensaio - pesquisa em educação em ciências. Belo Horizonte, vol. 13, n. 03, p. 67-80. 2011.

ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: UMA ESTRATÉGIA PROPULSORA PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Brunna Crislayne Câmara da Costa
Ivaneide Alves Soares da Costa

1 A ABORDAGEM INVESTIGATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Pensar em como o Ensino de Ciências ainda hoje é conduzido de forma tradicional, valorizando a recepção de conteúdos e memorização de conceitos nos provocou grande inquietação e nos levou a querer investigar, enquanto professoras de Biologia, sobre metodologias de ensino que permitam aos educadores romper com a prática tradicional e fragmentada e proporcionar um Ensino de Ciências que prepare e forme os indivíduos para a vida, a partir de uma aprendizagem significativa.

É de suma importância refletirmos sobre por que e para que Ensinar Ciências e quais são os objetivos que pretendemos alcançar no decorrer desse processo. De acordo com os documentos oficiais da educação, a finalidade do Ensino de Ciências é proporcionar uma aprendizagem que possibilite aos estudantes realizar uma leitura de mundo e aplicar os conhecimentos construídos em sala de aula no contexto das suas realidades, exercendo, dessa maneira, uma cidadania plena e ativa, condição possível pelo desenvolvimento da alfabetização científica.

Os currículos em Ensino de Ciências apontam que o ensino difundido em sala de aula deve proporcionar ao educando o desenvolvimento de competências e habilidades que o preparem para que, diante de uma situação real, ele tenha a capacidade de tomar uma decisão, identificar ou enfrentar um problema e julgar um impasse, exercendo sua cidadania de forma consciente e responsável (BRASIL, 2000). Para alcançar essas finalidades e formar os indivíduos para o exercício de uma cidadania ativa através da participação democrática nos processos decisórios da sociedade, a alfabetização científica é citada por Sasseron (2015) como necessidade imperativa na Educação Básica.

Essa proposição nos faz indagar: o desenvolvimento da alfabetização científica é promovido pelas escolas? Considerando as demandas atuais da nossa sociedade e os impactos do progresso da ciência e da tecnologia, é possível, por meio do Ensino por Investigação, desenvolver nos alunos de Ensino Médio competências e habilidades que lhes permitam

se posicionar frente a uma questão sociocientífica e avaliar criticamente as produções de conhecimento científico e artefatos tecnológicos, promovendo, assim, a alfabetização científica?

Imersas nesse contexto, o presente capítulo buscou verificar as potencialidades de uma sequência didática investigativa atrelada à utilização de uma questão sociocientífica local da cidade de Macau/RN, na busca por entender como essa estratégia didática poderia contribuir com o processo de alfabetização científica na disciplina de Biologia, uma vez que consideramos que o professor deve oferecer os meios e as condições didáticas necessárias para tornar a alfabetização científica uma condição possível no Ensino de Ciências.

O objetivo central do Ensino de Ciências é a educação para a cidadania, entendendo-se assim, a formação de estudantes críticos e reflexivos que compreendam os fenômenos da natureza, reconheçam as relações existentes entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente e possuam a capacidade de avaliar e se posicionar diante das questões adversas que possam surgir no dia-a-dia, a fim de que tenham condições de exercer um papel ativo na sociedade e contribuam com o bem-estar individual e coletivo. Tais aspectos expressam a necessidade do desenvolvimento da alfabetização científica, também incluída nas finalidades dos currículos de Ciências.

Todavia, sabemos que essas pretensões para o ensino emergiram de um processo histórico e de transformações em virtude das demandas da sociedade de cada época, considerando, principalmente, fatores de interesses políticos e econômicos, movidos em torno do conhecimento científico e da produção dos artefatos tecnológicos.

Apesar das considerações previstas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB 9.394/96 e das orientações e direcionamentos apontados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN e pela própria Base Nacional Comum Curricular – BNCC, que sinalizam a disseminação de uma educação e um Ensino de Ciências voltado para a formação crítica dos cidadãos, trabalhos como o de Cachapuz et al. (2004) apontam pontos críticos que ainda perduram na cultura da ciência escolar, dos quais achamos importante destacar:

- a. O Ensino de Ciências como retórica de conclusões, em que quase sempre são ignoradas as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, aspectos que contribuem com uma educação com ênfase na cidadania responsável;
- b. O Ensino de Ciências que privilegia a extensão em vez da profundidade nas abordagens programáticas;
- c. O Ensino de Ciências no qual o caráter transmissivo asfixia o investigativo.

Diante desse cenário, a alfabetização científica é atualmente considerada a peça-chave para sanar as deficiências supracitadas e o seu processo em sala de aula pode ser desencadeado a partir de competências e habilidades desenvolvidas por atividades que valorizem a construção de uma aprendizagem voltada para o entendimento da natureza da ciência, da produção de

conhecimento científico aplicado aos artefatos tecnológicos e das suas implicações para a sociedade e o ambiente. A compreensão dessas relações permite ao aluno uma visão crítica do mundo e a capacidade de tomar uma decisão responsável, além de aplicar os conhecimentos construídos no seu cotidiano.

Conforme Chassot (2003), um indivíduo alfabetizado cientificamente é aquele que sabe ler a linguagem em que a natureza está escrita, sendo considerado um analfabeto científico aquele que é incapaz de uma leitura do universo. Apoiadas na análise de diversos autores, Sasseron e Carvalho (2011) evidenciam em seus estudos as habilidades necessárias para considerar um indivíduo alfabetizado cientificamente:

- Saber ler e escrever textos;
- Compreender e interpretar textos científicos;
- Saber utilizar conceitos científicos;
- Tomar decisões responsáveis no dia a dia acerca da ciência e da tecnologia;
- Compreender que a sociedade exerce controle sobre a ciência e a tecnologia;
- Compreender que a ciência e a tecnologia refletem a sociedade;
- Reconhecer os limites da utilidade da ciência e da tecnologia para o progresso e bem-estar humanos;
- Compreender a natureza do conhecimento científico.

Nessa perspectiva, o professor, na condição de mediador do conhecimento, exerce um papel fundamental e deve buscar estratégias metodológicas que sejam capazes de auxiliá-lo. Pensando nisso, cremos que esse processo pode se tornar possível a partir de aulas que incentivem os alunos a expressarem suas ideias a partir de temas que discutam a importância da regulação pública sobre a tecnologia, estimulando o processo de aprendizagem mediante debates, júris e audiências públicas simuladas, palestras, mesas redondas, desenvolvimento de pesquisas, análise de leis, produções textuais etc. Partindo desses pressupostos, acreditamos que a metodologia do Ensino por Investigação seja uma estratégia didática capaz de colaborar com a inserção dos alunos na cultura e na alfabetização científica.

De acordo com Zômpero e Labarú (2011), o Ensino por Investigação tem como precursor o filósofo e pedagogo americano John Dewey, que, já no século XIX, nos Estados Unidos, defendia a preconização de um ensino centrado na vida, na união da teoria à prática e, principalmente, em um ensino que tornasse o aluno participante ativo no processo de sua aprendizagem. É também conhecido entre os pesquisadores como ensino por descoberta ou ensino por resolução de problemas, consistindo em uma metodologia a ser utilizada pelo professor no planejamento de atividades investigativas que tenham finalidades específicas para

a aprendizagem dos estudantes.

A partir de suas atividades, essa estratégia didática proporciona o trabalho com o levantamento e teste de hipóteses, a compreensão de fenômenos da natureza, a capacidade de raciocínio e pensamento crítico, o entendimento da história da ciência, a aprendizagem em grupo, a comunicação e socialização dos conhecimentos adquiridos, atitudes, valores, a capacidade de argumentar e resolver problemas, que podem, por exemplo, se apresentar no seu dia a dia etc. Desse modo, apresenta potencialidades que auxiliam no desenvolvimento de competências e habilidades.

Para Campos e Nigro (1997), por meio de atividades investigativas, o aluno aprende sobre ciência e aprende a fazer ciência, possuindo um papel ativo na construção do seu conhecimento e atuando como protagonista de todo o processo, o que lhe confere, segundo Azevedo (2004), a oportunidade de pensar, discutir, elaborar explicações e realizar ações que atribuem ao seu trabalho o caráter de uma investigação científica.

Outra característica crucial do Ensino por Investigação é que este é sempre desencadeado a partir de um problema ou de uma situação problematizadora que provoque nos alunos o questionamento, a curiosidade e o interesse em buscar respostas para a questão. Esse é o ponto de partida para que o professor dê início ao desenvolvimento das atividades investigativas e, conforme Azevedo (2004), sua definição é fundamental para a criação de um novo conhecimento.

Como podemos verificar, ao se trabalhar com essa estratégia didática, torna-se imprescindível estimular a participação do aluno para que ele se sinta motivado a aprender, discutindo e comunicando os saberes construídos com os seus colegas de classe e o professor. Nesse entendimento, consideramos que a escolha da questão a ser abordada em sala de aula deve partir de assuntos que estejam presentes no dia a dia do aluno e que represente para ele um conteúdo pertinente a sua aprendizagem.

Segundo Carvalho (2013), para que haja uma aceitação positiva por parte dos alunos, a questão ou problema trabalhado precisa possuir significado para eles. Nesse sentido, o assunto escolhido deve fazer parte da cultura do aluno e pode ser apontado tanto por ele mesmo quanto pelo professor. Nessa perspectiva, este último oferece a oportunidade ao aluno de enfrentar problemas reais e procurar soluções para eles.

Conforme Zômpero e Labarú (2011), é importante que no início das atividades investigativas o professor valorize os conhecimentos prévios do aluno acerca do fenômeno que será estudado, pois esse procedimento permite ao docente identificar o quanto o aluno já sabe sobre a problemática. O próximo passo é proporcionar o seu contato com novas informações contidas nas atividades e prepará-lo para a comunicação dos conhecimentos construídos que posteriormente serão ampliados para garantir o entendimento contextualizado das relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente.

De acordo com Azevedo (2004), a busca por soluções dos problemas apresentados aos alunos a partir das atividades investigativas se torna um importante instrumento para o desenvolvimento de habilidades e competências como o raciocínio, flexibilidade, astúcia, argumentação e ação. A autora lembra que, além dos conhecimentos de fatos e conceitos que são adquiridos nesse processo, há também a aprendizagem de outros conteúdos, como atitudes, valores, normas e procedimentos que no ensino investigativo se torna tão importante quanto a aprendizagem de conceitos.

No Ensino por Investigação, o professor desempenha a função de mediador entre o conhecimento e o aluno, propiciando a este, com as atividades, pensar, formular questões, discutir ideias, planejar, pesquisar, argumentar, tomar decisões etc. Somado a isso, deve incentivar o aluno durante todo o processo, colaborar nas discussões, fazer com que ele não se desvie do objetivo central da investigação e propor atividades em que ele perceba claramente o que vai fazer e por que vai fazer, bem como as relações com aquilo que já foi feito (CAMPOS; NIGRO, 1997).

Acreditamos que elaborar aulas fundamentadas nessa metodologia requer uma reflexão cuidadosa por parte do professor no momento de decidir que tipos de atividades e recursos serão empregados para alcançar os objetivos pretendidos, uma vez que essa abordagem necessita da utilização de estratégias que fujam da forma tradicional de ensino.

Ao planejar atividades investigativas, o professor deve considerar fatores como: os objetivos que pretende alcançar, o tempo de duração do trabalho, as condições necessárias para se criar um ambiente investigativo em sala de aula, os instrumentos e recursos que serão empregados, a dinâmica das aulas, as formas de avaliação etc. (CARVALHO, 2013).

Por fim, partindo do entendimento de que o ensino investigativo é desencadeado a partir da apresentação de questões para a resolução de problemas que preferencialmente sejam representativos e significantes para o aluno, acreditamos que as temáticas abordadas pelas questões sociocientíficas somadas à metodologia do ensino por investigação podem formar uma rica estratégia para fomentar a alfabetização dos estudantes.

2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE A ESCASSEZ DA ÁGUA NA CIDADE DE MACAU/RN

De acordo com Marconi e Lakatos (2010), a pesquisa é um procedimento formal com método de pensamento reflexivo que necessita de um tratamento científico e constitui-se de um

caminho trilhado para se conhecer a realidade ou para se descobrir verdades parciais. Partindo desse pensamento e com a finalidade de respondermos ao objetivo que nos impulsionou a desenvolver a presente investigação, delinearemos a seguir os percursos metodológicos.

Pensar nos meios e nos métodos que nos oportunizaram encontrar as respostas que buscávamos no nosso estudo nos levou a uma profunda reflexão com relação ao delineamento dos aspectos relevantes ao processo, tais como: o que fazer, onde, com quem e como desenvolver a pesquisa.

Considerando que o objetivo central do nosso trabalho foi verificar as contribuições da sequência didática investigativa “A água está acabando. E agora?” criada a partir da utilização de uma questão sociocientífica local da cidade de Macau/RN como uma estratégia propulsora para a alfabetização científica dos estudantes, optamos pela realização de uma pesquisa qualitativa. Conforme Bogdan e Biklen (1994), ela se constitui de uma investigação cuja finalidade é analisar os fenômenos em toda a sua complexidade e em contexto natural. Neste cenário, a utilização desse tipo de pesquisa nos permitiu uma compreensão aprofundada da realidade e do contexto específico dos sujeitos e do objeto de estudo.

O desafio do Ensino de Ciências atualmente é trazer para a sala de aula a discussão de conteúdos que, para além da aprendizagem de teorias e conceitos, proporcionem ao educando a construção de conhecimentos que o preparem para agir de forma democrática e consciente no mundo em que vive (BRASIL, 2000). Pensando nisso, decidimos transcender o conteúdo curricular do componente curricular Biologia e elaboramos uma sequência didática de atividades investigativas com ênfase na questão sociocientífica local da instalação de uma usina de dessalinização da água do mar para a produção de água potável em Macau/RN, que foi fundamentada a partir do modelo instrucional BSCS 5E (Bybee, et al. 2006).

É válido ressaltarmos que o motivo para a escolha da temática água se deu pelo fato de a cidade de Macau/RN ter enfrentado sérios problemas de crise hídrica, chegando ao ponto de passar por rodízios de abastecimento de água que, em muitos casos, quando chegava às torneiras dos macauenses era de péssima qualidade, salgada, apresentando cor escura e forte odor. A falta de água na cidade levou a população a recorrer ao abastecimento por carros-pipa e de perfuração de poços nas residências, sem que se realizassem previamente estudos e análises de qualidade. As medidas imediatas encontradas pelos cidadãos para suprir essa escassez vêm se tornando uma questão preocupante, uma vez que não se conhecem os efeitos, principalmente para a saúde, que podem emergir a longo prazo em decorrência da utilização dessas águas.

Partindo para uma descrição dos sujeitos de pesquisa, realizamos o nosso estudo com os alunos da 1ª série “B” matutino da Escola Estadual Professora Clara Tetéo, instituição de ensino médio localizada na referida cidade. A turma escolhida é composta por um total de 32 alunos com idades entre 15 e 16 anos que participaram durante 05 semanas da aplicação das atividades da nossa sequência didática investigativa, totalizando 10 horas/aulas.

As atividades foram organizadas por módulos e trabalhadas sequencialmente em cada um dos encontros. Na primeira aula, nós aplicamos a atividade 01 “investigando o que você já sabe” que tinha como intuito sondar os conhecimentos prévios dos alunos com relação à problemática da água na cidade de Macau/RN.

Ainda nesse primeiro momento, desenvolvemos a atividade 02, que, com a exposição de duas notícias sobre a qualidade da água que estava chegando às torneiras da população macauense, provocou uma tempestade de ideias e discussão acerca desse assunto. Uma vez que envolvemos os alunos com a problemática da falta de água na cidade, trabalhamos com o texto “A água e a Evolução Humana” que foi lido de maneira compartilhada pela turma e nos possibilitou discutir a construção histórica, política, econômica e social da água.

Na segunda semana de aplicação da sequência didática investigativa, trabalhamos as atividades 04 e 05. Na primeira, abordamos o conceito de água potável e, num debate, analisamos a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, discutindo os parâmetros que determinam o que é uma água considerada de qualidade e quais são os órgãos responsáveis pela sua fiscalização. Já na segunda atividade, divididos a turma em duplas e estas produziram uma redação que tinha como tema “A água de Macau é de qualidade?”.

Durante o nosso terceiro encontro com a turma, foram desenvolvidas as atividades 06 e 07. No primeiro momento, os alunos individualmente responderam a três questões do “Construindo Hipóteses” que foram desencadeadas a partir de uma matéria de jornal que abordava o plano das autoridades competentes de Macau/RN de implantar a tecnologia de dessalinização da água do mar para a produção de água potável na cidade.

No segundo momento, trabalhamos as relações existentes entre a tecnologia de dessalinização da água do mar, a sociedade e o ambiente numa leitura colaborativa. Nessa atividade, dividimos a turma em 05 grupos, para a leitura de cinco textos sobre dessalinização da água do mar que compreendiam informações técnicas sobre a tecnologia, suas vantagens e desvantagens etc. Após a leitura, os alunos preencheram os registros de grupo, nos quais destacaram os principais argumentos de cada texto e explanaram as suas considerações pessoais diante das diferentes visões abordadas por estes.

Na quarta semana, aplicamos a atividade 08, por meio da qual os grupos socializaram os conhecimentos adquiridos na aula anterior apresentando os seus registros de grupo. Logo em seguida, com o intuito de ampliarmos os conhecimentos da turma sobre a dessalinização da água do mar, bem como prepará-los para a simulação da audiência pública (que ocorreria na próxima aula), realizamos a exposição dos vídeos “Água: processo de dessalinização na Austrália” e “O que é uma audiência pública?”

Ainda no decorrer dessa aula, explicamos aos grupos o que iria ocorrer na atividade 09 e os dividimos conforme os papéis que iriam desempenhar na simulação da audiência

pública, entregando a cada um deles o “Trabalhando em grupo – Guia do aluno” que oferecia orientações gerais de como proceder na atividade e a ata de preparação do grupo que deveria ser preenchida e apresentada para a turma.

No quinto e último encontro de aplicação da sequência didática investigativa, os cinco grupos de alunos, durante a atividade 09, desempenhando os papéis de representantes do ministério público, da CAERN, da prefeitura municipal de Macau, de cientistas e engenheiros, biólogos e ambientalistas simularam uma audiência pública e realizaram uma avaliação sobre a proposta de instalação de uma usina de dessalinização da água do mar para a produção de água potável em Macau/RN, como medida para solucionar a crise hídrica na cidade.

Os grupos conduziram todo o processo da aula e, como solicitado, realizaram a apresentação dos representantes, explanaram os seus argumentos e a posição que defendiam, fizeram perguntas aos demais colegas, apontaram soluções para o problema e discutiram em conjunto a viabilidade delas. A audiência pública simulada foi finalizada com uma votação em que os alunos, individualmente e a partir dos conhecimentos construídos durante toda a sequência didática investigativa, decidiram-se contra ou a favor da implantação da usina de dessalinização da água do mar em Macau/RN, justificando as suas escolhas.

Para finalizar, na atividade 10, pedimos que os grupos respondessem a um questionário avaliativo sobre a sequência didática investigativa, as metodologias que foram utilizadas, as possíveis dificuldades que sentiram durante esse processo e as sugestões que dariam para que melhorássemos e/ou aperfeiçoássemos a nossa proposta.

No tocante à coleta desses dados, pensamos em instrumentos que nos possibilitassem essa recolha e garantisse fidedignidade da pesquisa. Para tanto, consideramos que seria adequada a utilização de mais de uma fonte de dados. Aplicamos questionários antes e após o desenvolvimento da sequência didática investigativa, analisamos as produções escritas dos alunos resultantes desse processo, gravamos, transcrevemos e acompanhamos todas as aulas realizando os registros delas.

Diante dessa perspectiva, a utilização dos instrumentos supracitados nos proporcionou um universo de dados, contribuindo para que obtivéssemos uma profunda compreensão e análise, considerando os aspectos relevantes da fala e da escrita dos alunos.

Partindo para a análise dos dados, utilizamos elementos da metodologia de análise de conteúdo proposta por Bardin (1977), que consiste em uma técnica para descrever e interpretar conteúdos de documentos e textos, auxiliando o pesquisador na reinterpretação das mensagens e na compreensão dos seus significados em um nível que vai além de uma leitura comum (MORAES, 1999).

A análise do conteúdo dispõe das seguintes etapas: organização dos dados, escolha dos documentos, formulação das hipóteses e dos objetivos e indicadores que fundamentem

a interpretação final; exploração do material para a codificação, desconto ou enumeração do corpus de acordo com as regras pré-estabelecidas; categorização dos dados, tratamento dos resultados, inferência e interpretação que atribuam significado e validade às informações fornecidas pela análise (BARDIN, 1977).

Primeiramente, fizemos a organização dos dados a partir da realização de leituras que nos permitiram verificar relações e inferências nos materiais analisados. Dando continuidade, codificamos o *corpus*, identificando os sujeitos da pesquisa com uso das iniciais “A” de aluno para as atividades individuais; “D” para as atividades feitas em duplas e “G” para aquelas que foram realizadas em grupo. Nesse entendimento, os sujeitos de pesquisa receberam os códigos: A1, A2 A3... (para alunos) D1, D2, D3... (para duplas) e G1, G2, G3... (para grupos) e, assim, sucessivamente.

Os passos seguintes foram a categorização, descrição e interpretação dos dados que foram analisados em detrimento do objetivo de verificação das contribuições do uso de metodologia do ensino por investigação com ênfase em questões sociocientíficas como uma estratégia propulsora da alfabetização científica dos estudantes.

Segundo Bardin (1977), em uma análise qualitativa, é a presença ou a ausência de uma determinada característica de conteúdo ou mensagem que deve ser levada em consideração. Partindo desse entendimento e tendo em vista os nossos objetivos, analisamos os dados de acordo com cada fase do modelo de BSCS 5E, realizando o agrupamento de respostas similares a uma mesma questão, explorando-as e procurando identificar as características e/ou palavras-chave que eram atribuídas pelos alunos e que surgiam nas produções escritas com maior frequência, bem como verificando o aparecimento de competências e habilidades relacionadas à alfabetização científica.

Nesse entendimento, trabalhamos com critérios de análise a partir da realização de uma adaptação dos indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron (2015), que apontam o desenvolvimento de competências e habilidades que podem ser analisadas nos estudantes durante o processo de alfabetização científica e trabalhamos também com subcritérios que emergiram da nossa investigação que podem ser observadas na tabela analítica dos dados apresentada a seguir (Tabela 1).

3 O QUE OS ALUNOS SABIAM SOBRE A USINA DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA DO MAR PARA A PRODUÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL?

A primeira fase da sequência didática de ensino investigativo com ênfase na questão sociocientífica de análise do impacto da instalação de uma usina de dessalinização da água

do mar para a produção de água potável na cidade de Macau/RN correspondeu à aplicação de um questionário que tinha o intuito de verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a questão-problema da escassez de água no município e sondar aquilo que eles já sabiam sobre a questão sociocientífica referida.

Conforme os estudos de Carvalho (2013), momentos como esse, oportunizados a partir das sequências de ensino investigativo, oferecem condições para que os alunos demonstrem os seus conhecimentos prévios sobre o assunto estudado, dando início aos novos, apresentando ideias próprias e discutindo com os colegas de classe e o professor, o que lhes confere a passagem de saberes oriundos do senso comum para saberes científicos.

Tabela 1 – Critérios de análise dos dados

FASES DO BSCS 5E	ATIVIDADES ANALISADAS	CRITÉRIOS DE ANÁLISE	SUBCRITÉRIOS (HABILIDADES EXPRESSADAS)
ENGAGEMENT (ENGAJAMENTO)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Questionário sobre a questão da água na cidade de Macau/RN; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecimento de uma questão socio-científica; ▪ Conhecimento sobre as problemáticas locais; ▪ Conceções sobre a problemática da água; 	<ul style="list-style-type: none"> - - -
EXPLORATION (EXPLORAÇÃO)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atividade - Levantando hipóteses ▪ Produções textuais sobre a importância da água na cidade de Macau/RN 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entendimento e opinião sobre a implantação de uma usina de dessalinização da água do mar ▪ Demonstração dos conhecimentos sobre a importância da água 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Leitura, utilização de termos e conceitos científicos durante o processo de escrita ▪ Exposição das ideias ▪ Capacidade de expressar uma opinião a respeito de uma questão socio-científica local
EXPLANATION (EXPLICAÇÃO)	<ul style="list-style-type: none"> • Redações sobre a qualidade da água na cidade de Macau/RN 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistematização dos conhecimentos sobre a qualidade da água 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Posicionamento das ideias ▪ Utilização de termos e conceitos científicos durante o processo de escrita ▪ Explicação dos fenômenos estudados a partir de justificativas mais robustas
ELABORATION (ELABORAÇÃO)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Audiência pública – tomada de decisão 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliando a tomada de decisão 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidade de tomada de decisão referente a uma questão socio-científica local ▪ Justificativas que apresentam ▪ Comunicação das ideias
EVALUATION (AVALIAÇÃO)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ficha avaliativa da sequência didática 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliando a sequência didática de ensino investigativo ▪ Uma autorreflexão sobre a sequência didática de ensino investigativo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atitudes exibidas durante as atividades

Fonte: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2008, p.352)

Nesse entendimento, dentro da fase de engajamento dos alunos com a problemática proposta, analisamos os seguintes critérios: 1) Conhecimento de uma questão sociocientífica; 2) Conhecimento sobre as problemáticas locais; 3) Concepções sobre a problemática da água.

Em uma das perguntas contidas no questionário, buscamos averiguar se os alunos já sabiam o que era uma questão sociocientífica. Ao analisarmos as respostas dadas, percebemos que 75% deles afirmaram não conhecer e nunca ter ouvido falar sobre questões sociocientíficas ou controversas e apenas 25% disseram que já conheciam esse conceito.

A ausência desse conhecimento por grande parte dos alunos nos faz inferir que, ao longo do seu processo formativo, tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio, a maioria dos sujeitos participantes da pesquisa nunca foi apresentada ou submetida ao trabalho com essas questões em nenhum dos componentes curriculares que já cursaram.

Baseado em investigações na área, Reis (2013) aponta que a discussão de controvérsias sociocientíficas possui um papel relevante na educação científica dos cidadãos, uma vez que proporciona uma imagem mais real e humana da atividade científica e desenvolve competências essenciais a uma cidadania ativa e responsável. Nesse entendimento, o autor relata que o trabalho com questões sociocientíficas em sala de aula é de fundamental importância em termos de aprendizagem da ciência (conteúdo, processos e natureza) e em termos de desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos alunos.

Partindo desses pressupostos, podemos dizer que aqui se reafirma a importância de trabalhar com questões sociocientíficas em sala de aula, por meio das quais os alunos terão a oportunidade de entrar em contato com novos conhecimentos científicos e vislumbrarão novas formas de compreender os fenômenos da natureza e o mundo que os cerca, colaborando com a aquisição de competências e habilidades elencadas pelos documentos oficiais da educação como condição necessária ao exercício da cidadania.

Perguntamos aos alunos se eles conheciam os problemas existentes na sua cidade. O intuito foi verificar se eles eram conscientes das demandas encontradas na realidade local de Macau/RN. No total, 80% dos alunos disseram que sim, conheciam os problemas existentes na sua cidade, enquanto 20% afirmaram desconhecerem tais problemas. Para aqueles que responderam em caso afirmativo, pedimos que citassem exemplos.

Verificamos que 43% dos alunos citaram que a cidade de Macau/RN está enfrentando problemas relacionados à economia. Outra problemática que emergiu das respostas coletadas foi a crise hídrica. De acordo com a análise, 38% dos alunos enxergam a falta de água em seu município como um problema para a população.

Quando verificamos que grande parte das respostas dadas pelos alunos elencaram a falta de água enquanto uma situação-problema na sua cidade, confirmamos a importância de se trabalhar com essa temática na nossa sequência didática e trazer essa problemática para

discussão em sala de aula, uma vez que o aluno desenvolve melhor a aprendizagem quando exposto a questões que possuam significados para a sua vida e façam parte da sua cultura, oferecendo-lhe a oportunidade de enfrentar os problemas reais e apontar soluções para eles (CARVALHO, 2013; CAMPOS; NIGRO, 1997).

As duas últimas categorias citadas foram, respectivamente, política (com um percentual de 24%) e lixo (com 20%). Cabe aqui destacarmos que, no decorrer das atividades trabalhadas, os alunos tiveram a oportunidade de refletir não somente sobre a crise hídrica, como também sobre questões que emergiram durante as discussões relacionadas às dimensões políticas, sociais, éticas, culturais e econômicas da cidade de Macau/RN.

Pesquisadores da área de Ensino de Ciências (SASSERON, 2015; CARVALHO, 2013; REIS, 2016; AULER; DELIZOICOV 2001; CHASSOT, 2003; CAMPOS; NIGRO 1997) enfatizam que quando o conteúdo que é trabalhado pelo professor em sala de aula está relacionado com questões do cotidiano dos alunos, consideradas por estes como significativos em sua vida, o processo de construção do conhecimento e aprendizagem se tornam eficazes.

Motivados por essas considerações, perguntamos aos alunos se eles achavam que a questão da falta de água em Macau/RN seria uma problemática importante para ser trabalhada em sala de aula, pedindo que eles justificassem as suas respostas. 80% dos participantes da pesquisa responderam que sim, consideram a questão pertinente para ser discutida. Dentro da análise, destacamos as respostas dadas por quatro alunos:

A4: “Sim, porque é um problema da nossa cidade, somos nós, então, que precisamos discutir, para achar a solução”.

A16: “Sim, porque é interessante que todos fiquem sabendo do problema sobre a água e é importante que discutamos sobre o assunto”.

A18: “Sim, a sociedade precisa saber, estar conscientizada e conscientizar outras pessoas. Estudar a importância e prejuízos deveria ser passado na sala de aula para que os alunos realmente se conscientizassem”.

A19: “Sim, a água é importante em toda e qualquer ocasião, deve ser abordado o assunto de economia da água com todos, pois isso é algo sério e todos devem ter consciência sobre o uso da água”.

Podemos perceber nas respostas obtidas que os alunos veem o ambiente da sala de aula como um espaço propício para discussão da problemática da água e compreendem que essa prática pode proporcionar: 1) consciência sobre a necessidade de economizar água; 2) oportunidade de discutir o assunto para solucionar o problema e 3) uma maneira de orientar a população contra o desperdício.

Dentro desse contexto, os alunos, além de considerarem a temática pertinente, também enxergam, no trabalho com esse conteúdo, a necessidade de emitirem uma opinião pessoal, apontar soluções para o problema e, principalmente, transcender os conhecimentos construídos em sala de aula a outros ambientes que não a escola, como a família e diferentes grupos sociais, destacando como importante orientar a sociedade para que esta tome conhecimento da problemática e crie hábitos de conscientização.

Verificamos que os alunos se enxergam como participantes da problemática, entendendo como importante não só o conhecimento da questão, como também a participação na sua resolução. Esses anseios podem ser correspondidos na alfabetização científica e no trabalho com questões sociocientíficas em sala de aula que façam com que os alunos se sintam ativos e com o poder de participar e intervir no desenvolvimento da sociedade por meio de uma educação sociopolítica (REIS, 2013).

Partindo para a análise dos 20% dos alunos que disseram não enxergar a pertinência da discussão da problemática da água em sala de aula, verificamos que 10% não souberam ou não quiseram justificar as suas respostas e os outros 10% disseram que:

A15: *“Não, porque discutir sobre a falta de água não vai trazer a água de volta. Temos que se conscientizar sobre o gasto ou desperdício da água”.*

A20: *“Não, porque discutir a falta de água não a trará de volta”.*

Nas falas das alunas A15 e A20, acima destacadas, constatamos que inicialmente elas demonstravam a ausência de senso crítico, uma vez que não enxergavam a escola como um ambiente propício para trabalhar com assuntos reais que envolvam o seu bem-estar, da sociedade e do ambiente. Na percepção das alunas, existe uma separação entre os assuntos discutidos em sala de aula e aqueles encontrados no seu dia a dia, fator que as conduzia a desconsiderar a importância da discussão do problema da falta de água em sala de aula, uma vez que, segundo a fala delas, isso não iria trazer a água de volta.

A partir desses pensamentos, evidenciamos a necessidade de ajudar essas alunas para que elas superassem essas concepções e passassem a compreender que a escola é o espaço adequado para o entendimento de questões que envolvem a ciência, a tecnologia, o ambiente e a sociedade e para a discussão dos conflitos sociais que podem surgir no seu cotidiano, não sendo alheia aos problemas do mundo que a cerca. E que a escola é, portanto, o local em que se objetiva a preparação dos indivíduos para o exercício da cidadania crítica e participação democrática, consciente e responsável na sociedade. Através das atividades trabalhadas no decorrer da sequência de ensino investigativa, verificamos que essas alunas foram se envolvendo com o problema de forma significativa, conseguindo apontar soluções para o seu delineamento. Atitudes como essa melhoram a compreensão dos aspectos políticos, econômicos, sociais e

éticos e fazem com que os estudantes aprendam a utilizar conhecimentos científicos no mundo fora da escola (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Ainda no âmago dessa discussão, Reis (2016) aponta que trabalhar com assuntos locais, regionais, nacionais e globais, selecionados pelo professor e pelos alunos que tragam para a sala de aula a discussão desses aspectos, que a ciência e a tecnologia sejam apresentadas como construções humanas e todos os alunos tenham a oportunidade de se envolver e apontar soluções aos problemas é o meio para que a alfabetização científica seja alcançada.

Essas evidências puderam ser constatadas ao longo do desenvolvimento das atividades em que, no geral, os alunos aceitaram bem a problemática a ser trabalhada e se mostraram interessados e motivados, discutindo e apontando soluções para resolução do problema da crise hídrica na cidade de Macau/RN, como veremos mais adiante nesse trabalho.

Com a fase do engajamento, conseguimos envolver os alunos na problemática da crise hídrica na cidade de Macau/RN, despertando neles o interesse no assunto a partir de notícias sobre a qualidade da água que foram retiradas de meios de comunicação e informação, como os blogs e redes sociais locais, fontes que são do conhecimento e acesso diário deles. O fato de termos trabalhado com uma questão local (que envolvia aspectos sociais, políticos e econômicos) diretamente relacionada com a realidade dos alunos e de interesse de todos os cidadãos macauenses foi imprescindível para que estes se sentissem motivados a participar ativamente de todas as atividades posteriores que foram propostas no decorrer da sequência didática investigativa.

3.1 ORGANIZANDO O CONHECIMENTO SOBRE A PROBLEMÁTICA LOCAL

Uma vez que já havíamos envolvido os alunos com a problemática a ser trabalhada durante a sequência didática, bem como diagnosticadas as suas concepções prévias acerca do assunto, demos início à fase de exploração, que representou o momento de organização dos conhecimentos e a preparação deles para a sistematização e comunicação dos saberes construídos durante as fases seguintes da sequência investigativa.

Nesse contexto, analisamos, dentro da fase de exploração, os critérios: 4) Entendimento e opinião sobre a implantação de uma indústria de dessalinização da água do mar e 5) Construção dos conhecimentos sobre a importância da água, buscando verificar a partir das subcategorias da nossa análise o aparecimento de habilidades tais como: leitura, utilização de termos e conceitos científicos durante o processo de escrita e exposição das ideias e a capacidade de expressar uma opinião a respeito de uma questão sociocientífica local.

Durante a aplicação da atividade 06, apresentamos aos alunos uma matéria de jornal que retratava uma proposta realizada pelas autoridades competentes do município de Macau/RN de implantar uma usina de dessalinização para produção de água potável como medida para resolução do problema de crise hídrica que a cidade vem enfrentando há alguns anos.

Após realizar uma leitura compartilhada da notícia, pedimos aos alunos que respondessem, individualmente, uma atividade que continha três questões subjetivas, sendo a última com alternativas “a” e “b”. Na primeira pergunta, buscamos averiguar se os alunos já possuíam conhecimentos sobre a tecnologia em questão e, para casos afirmativos, perguntávamos o que eles sabiam.

Nas respostas obtidas, observamos que 70% dos alunos não conheciam a tecnologia de dessalinização da água do mar para a produção de água potável, tendo a frase “nunca ouvi falar” aparecido nas escritas com uma frequência de 37%. Partindo para os 30% dos alunos que afirmaram ter conhecimento sobre o que seria essa tecnologia, verificamos as seguintes explicações:

A9: “Sim, que ela faz o tratamento da água salgada para a doce, ficando boa para o consumo”.

A11: “Sim, é o processo de retirada de água do mar para transformar em água potável”.

A18: “Sim, que ela transforma a água salgada em potável para o consumo”.

Na pergunta seguinte, indagamos se os alunos seriam contra ou a favor da implantação de usina de dessalinização de água do mar e pedimos que justificassem as suas respostas. Ao analisá-las, evidenciamos que 87% dos alunos são a favor desse projeto e que apenas 13% são contra.

Conforme aqueles que são a favor, uma usina de dessalinização da água do mar solucionaria o problema de escassez da água e aumentaria a quantidade de água potável da cidade que, além de consumida pelos populares, poderia também ser comercializada, gerando lucro e renda. Já a justificativa daqueles que se disseram contra fundamentou-se no argumento de que a prefeitura não está em condições de suprir as necessidades mais básicas da cidade, tampouco iria ter condições financeiras para instalar essa tecnologia em Macau/RN que, na visão deles, traria mais prejuízos do que benefícios à população.

Partindo para a última questão, foi perguntado se os alunos acreditavam que a dessalinização seria a melhor solução e por quê, bem como o que eles fariam para resolver a problemática da falta de água. Um quantitativo de 79% dos alunos acredita que a referida

tecnologia é a melhor solução para o problema; enquanto 17% não acreditam e 4% não souberam responder à questão.

Ao realizarmos um comparativo entre as três questões da atividade 06, verificamos que houve um conflito de ideias entre as respostas apresentadas pelos alunos. A primeira controvérsia observada ocorreu quando nos deparamos com o fato de que as seis primeiras categorias de alunos analisadas (equivalentes a um percentual de 70% de alunos) afirmam não saber o que é uma usina de dessalinização de água do mar para a produção de água e, em contrapartida, na questão seguinte, evidenciamos um quantitativo de 83% de respostas que relatam ser a favor da implantação da referida usina em sua cidade.

Levando em consideração que grande parte dos alunos não possuía nenhum conhecimento sobre a tecnologia em questão e foram a favor da sua implantação para a resolução da problemática da crise de água em sua cidade, poderíamos dizer que nas entrelinhas dessa contradição encontra-se a concepção da tecnologia como salvacionista?

Com base nos dados coletados dos alunos que não conhecem a tecnologia de dessalinização da água do mar e são a favor da sua implantação, surgiram os que acreditam que essa seria a melhor solução para resolver o problema da crise hídrica e apontariam a mesma solução; os que também acreditam que seria a melhor solução mas resolveriam o problema de formas diferentes, entendendo-se diferentes como, conscientização da sociedade, racionamento e economia de água e, por fim, houve ainda os que não conhecem a tecnologia e são a favor da sua implantação, mas não souberam opinar se seria essa a melhor solução para a questão ou apontar como resolveriam esse problema.

Ainda dentro do conjunto dos alunos que não conhecem a tecnologia supracitada, encontramos aqueles que são contra a sua implantação na cidade de Macau/RN, porém, acham que seria a melhor solução para o problema e mesmo assim apontaram soluções diferentes para resolver a problemática. Houve também os que são contra a sua implantação e tiveram dificuldades para opinar se essa seria ou não a melhor solução e resolveriam o caso de forma diferente.

Partindo para as categorias de alunos que conhecem a tecnologia de dessalinização da água do mar, emergiram os que são contra a sua implantação, não acham que essa seria a melhor solução e resolveriam o problema de forma diferente. Assim como, também, houve aqueles que conhecem, são a favor, acreditam que é a melhor solução e fariam o mesmo. Por fim, em uma perspectiva semelhante, encontram-se os que conhecem a tecnologia, são a favor, acreditam que seria a melhor solução, mas resolveriam o caso de forma diferente.

Imersos nesse cenário, nos deparamos com inúmeros conflitos de ideias, sejam estas partindo de alunos que nunca ouviram falar sobre uma tecnologia, mas acreditam que seria essa a solução ideal para acabar com os seus problemas, ou aqueles que também possuem essa

crença, mas resolveriam a problemática de formas diferentes. Houve, ainda, os que sentiram dificuldades em emitir uma opinião pessoal, decidir a respeito desse conhecimento científico e artefato tecnológico e demonstrar meios para resolver a questão.

A partir de todas as situações acima destacadas, chegamos às seguintes considerações:

1) No desenvolvimento da presente atividade, a maioria dos alunos ainda apresentou uma concepção neutra da ciência e da tecnologia, o que nos leva a inferir que essa representação dos conhecimentos científico-tecnológicos demonstrados pelos alunos contribuem para que eles associem a criação dos seus artefatos sempre à eficácia, desconsiderando a análise dos possíveis problemas éticos, políticos, sociais e o contexto em que emergem e são criados;

2) Os alunos apresentaram dificuldades em emitirem uma opinião a respeito do conhecimento científico e tecnológico relacionado à problemática da água, bem como dificuldades em se posicionar frente à questão sociocientífica de instalação da indústria de dessalinização da água do mar para a produção de água potável na cidade de Macau/RN.

Diante das respectivas respostas, ressaltamos a necessidade de despertar o senso crítico dos alunos e conduzi-los para uma discussão dos aspectos sociais e ambientais concernentes a esse conhecimento científico e tecnológico, bem como fazê-los compreender a importância da intervenção e participação pública na avaliação dessa e de outras tecnologias, cujas criações, ações e impactos afetem diretamente suas vidas. Segundo Carl Mitchan (1997), citado por Bazzo; Linsingen e Pereira (2003), aqueles que se veem diretamente afetados pelas decisões técnicas poderiam e deveriam ter algo a dizer sobre isto.

Nesse entendimento, objetivando o desencadeamento de um processo de alfabetização científica mediante o ensino por investigação, com o desenvolvimento das nossas atividades, buscamos ajudar os alunos a refletirem sobre as implicações das produções de conhecimento científico-tecnológico e suas relações com a sociedade e o ambiente, aprendendo a expressar uma opinião pessoal e estando preparados para tomar decisões conscientes sobre diferentes questões sociocientíficas que surgem no dia a dia e são de interesse individual e coletivo.

3.2 O QUE OS ALUNOS APREDERAM SOBRE A PROBLEMÁTICA DA ÁGUA

Após um debate sobre a qualidade da água na cidade de Macau/RN, bem como da leitura compartilhada seguida de discussão sobre o texto “A água e a evolução humana”, pedimos aos alunos que se reunissem em duplas e construíssem um texto sobre a importância da água. Ao realizarmos a análise dessas produções textuais, verificamos que os alunos conseguiram estabelecer relações entre suas opiniões pessoais a respeito da importância da água e o entendimento das discussões suscitadas a partir da leitura e do debate do texto supracitado,

tendo surgido em suas escritas termos e conceitos científicos para a explicação das suas ideias (Quadro 1):

Quadro 1 – Utilização de termos e conceitos científicos que surgiram nos textos dos alunos

CONCEITOS E TERMOS CIENTÍFICOS UTILIZADOS	NÚMERO DE VEZES QUE FORAM CITADOS POR DUPLAS
A água foi imprescindível ao surgimento da vida na Terra	11
A água é um constituinte essencial para a manutenção e sobrevivência das diferentes espécies e está presente em todas as formas de vida conhecidas	07
A água faz parte da evolução das diferentes civilizações e tem significados relativos a costumes e crenças entre os povos	04

Fonte: Autoria própria

Além dos conceitos e termos destacados no quadro acima, notamos também que três duplas ressaltaram em suas escritas a relação que o homem possui com a natureza e as consequências provenientes dessa relação homem-água ao longo dos anos. É o que pode ser observado em um trecho da produção textual da dupla 5:

D5: *“Nós entendemos que com o crescimento e o desenvolvimento tecnológico da população humana começaram a surgir os problemas, não só relativos à quantidade de água disponível como também a sua qualidade”.*

Conforme Carvalho (2013), avaliar os conteúdos processuais e atitudinais em atividades investigativas é tão importante quanto avaliar os conteúdos conceituais, pois são parte integrante do ensino de ciências como investigação e necessitam ser ressaltados pelos professores.

Baseados nos estudos da referida autora, poderíamos dizer que a utilização de verbos de ação no plural, que apareceram nas produções textuais dos alunos, indicam uma aprendizagem atitudinal em que os pares demonstraram respeito pelo trabalho realizado em grupo, como foi possível verificar no trecho escrito pela dupla 05. Poderíamos, ainda, dizer que também ocorreu uma aprendizagem procedimental quando os alunos conseguem relatar, através dos seus textos, as relações existentes entre as ações e o fenômeno investigado.

A exploração representou a etapa em que, com o conjunto das atividades aplicadas, os alunos começaram a organizar os conhecimentos sobre a temática trabalhada, tiveram a oportunidade de expor suas ideias, apontar formas de resolução para o problema encontrado, conheceram as leis e as normas que regem o controle de qualidade da água da sua cidade etc. Tudo isso que lhes oportunizou o início de uma apropriação do vocabulário científico que estava sendo discutido em sala de aula e lhes conferiu mais segurança para debater sobre o

assunto de forma consciente, o que os preparou para a ampliação desses saberes até então construídos nas fases posteriores.

Durante a fase anterior, em um dos momentos, trabalhamos com os alunos os conceitos de “água considerada de qualidade” e “água potável” e discutimos sobre os parâmetros que determinam a sua qualidade com a análise da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde. Já adentrando na fase de explicação e sistematização dos conhecimentos construídos, pedimos que, divididos em duplas, os alunos elaborassem uma redação com o tema “A água de Macau é considerada de qualidade?”

Imersos nesse cenário, avaliamos dentro da fase de explicação o critério de sistematização dos conhecimentos sobre a qualidade da água, em que procuramos nas escritas dos alunos analisar o posicionamento das suas ideias, a utilização de termos e conceitos científicos e a explicação do fenômeno estudado a partir de justificativas mais robustas (SASSERON; CARVALHO, 2008).

O primeiro aspecto que verificamos nas redações dos alunos foi que em 100% dos textos apareceu a afirmativa de que a água de Macau/RN, nas condições em que se encontra, não pode ser considerada de qualidade. Partindo para uma análise das justificativas construídas, verificamos que as duplas utilizaram, em suas explicações termos e conceitos trabalhados durante a fase anterior. Notamos que um quantitativo de 58% das duplas argumentou que:

D1: “A água de Macau não é considerada de qualidade porque ela não é bem tratada, tem muito cloro, cheiro de fezes, pode causar problemas de saúde e falta fiscalização”.

D3: “A água tem sal, excesso de cloro, sujeira, forte odor e contraria algumas definições de água potável”.

D8: “A água não vem 100% potável por falta de cuidados e fiscalização. Existem vários problemas como cor escura, mau cheiro e sabor; no caso, ela não está dentro dos padrões organolépticos”.

Segundo Carvalho (2013), o fato de os alunos conseguirem selecionar informações relevantes e relacioná-las durante a atividade de sistematização indica que ocorreu uma aprendizagem conceitual. Além de constatarmos que as duplas conseguiram, através das suas redações, expor um entendimento e compreensão acerca dos aspectos físicos, químicos e biológicos da água, também observamos que, durante as suas explicações, estas demonstraram uma consciência e o desenvolvimento de senso crítico, uma vez que 83% citaram, dentro de suas justificativas, a necessidade de fiscalização por parte dos órgãos competentes como condição essencial para melhorar a qualidade da água na cidade de Macau/RN, observados nos trechos das redações destacados abaixo:

D2: *“Existem vários problemas com os seus aspectos físicos, químicos e biológicos, tornando a água imprópria para o consumo e podendo causar doenças que ameaçam a nossa saúde. Isso acontece devido à ausência de fiscalização dos órgãos competentes, que não supervisionam e permitem que a população consuma uma água inadequada. Podemos melhorar a água ficando por dentro do assunto, sabendo dos nossos direitos e botando em prática para que venha uma água adequada e a fiscalização se torne constante”.*

D4: *“A água não é bem tratada e é preciso maior zelo e observação dos órgãos públicos a esse respeito. A água apresenta péssimas condições físicas, químicas e biológicas influenciadas pela falta de fiscalização”.*

D9: *“Para a água ser consumida, precisa de padrões e fiscalização, não possuir substâncias tóxicas nem bactérias que possam prejudicar o consumidor. Para melhorar a qualidade da água é preciso ter mais fiscalização em Macau”.*

Quando contemplamos explicações como as destacadas acima, percebemos o surgimento de uma consciência, por parte dos alunos, da importância da fiscalização no processo de tratamento e qualidade de água, bem como compreensões como as da dupla 2, que entende que se inteirar da problemática e conhecer os direitos como cidadãos e cobrá-los se tornam elementos imprescindíveis para que a população consuma uma água de qualidade e a fiscalização se torne constante. Percebendo-se, também, como agentes corresponsáveis pela melhoria da qualidade da água e apontando os meios para que essa condição se torne possível, evidenciamos o desencadeamento do que Reis (2013) conceitua como uma iniciativa de ativismo por parte dos alunos, demonstrando competências cognitivas, sociais, morais e envolvimento na procura pela solução do problema em um ambiente democrático.

Ainda conforme Santos e Mortimer (2001), poderíamos dizer que, em suma, as produções textuais dos alunos vão ao encontro do que os autores classificam como educação social responsável, uma vez que eles demonstram a necessidade de uma intervenção popular, consciente dos seus direitos e deveres na sociedade na busca conjunta de solução para o problema existente a fim de melhorar a qualidade de vida da população.

De acordo com Reis (2016), uma sociedade só pode ser considerada verdadeiramente democrática quando as decisões sobre as criações científicas e tecnológicas deixam de ser responsabilidade única dos especialistas, dos governos ou instâncias internacionais e passam a ser discutidas por todos os indivíduos diretamente afetados, tornando-se vital a passagem progressiva dos indivíduos de cidadãos passivos, governados por uma elite, para o papel de cidadãos ativos dispostos a participarem dos processos de decisão sobre as opções de desenvolvimento que lhes são apresentadas.

Nesse contexto, buscamos, com a fase de elaboração, ampliar os conhecimentos até então construídos pelos alunos, que, imersos no processo de alfabetização científica que nos propomos a trabalhar, avaliaram a proposta de implantação de uma usina de dessalinização da água do mar para a produção de água potável a partir da tomada de decisão e apontamento de soluções para o problema.

Diante dessa perspectiva, trabalhamos nas fases anteriores com atividades que conduzissem os alunos a um breve entendimento técnico do funcionamento de uma usina de dessalinização da água do mar, suas vantagens e desvantagens, bem como discussões dos aspectos políticos, ambientais, sociais, econômicos e éticos relacionados a esse artefato tecnológico para que, conscientes de todos os seus benefícios e implicações, tomassem suas próprias decisões acerca dessa problemática e desenvolvessem uma aprendizagem para o exercício da cidadania.

Para a realização da simulação da audiência pública, dividimos a classe em cinco grupos (com cinco a seis componentes cada), que desempenharam os papéis de representantes do ministério público; representantes da CAERN; representantes da prefeitura municipal de Macau; cientistas e engenheiros e biólogos e ambientalistas.

Com a finalidade de auxiliá-los nessa atividade, apresentamos um vídeo que explica o que é e como funciona uma audiência pública, entregamos a cada grupo um guia do aluno que explanava a finalidade da atividade, os objetivos de cada papel a ser desempenhado, sugestões de como os grupos poderiam estudar para participar do debate de forma esclarecida, bem como apresentamos sites que poderiam ser consultados para pesquisa e ampliação dos conhecimentos, além de questões importantes para refletir e, por fim, trabalhamos com orientações individuais dos grupos.

Os alunos também receberam uma ata de preparação dos grupos que preencheram com a apresentação dos representantes, os argumentos que defendiam, a posição que apresentavam e as perguntas que fariam aos demais representantes da audiência. Ao realizarmos a análise dos argumentos contra e a favor da instalação da usina de dessalinização da água, percebemos que os alunos pontuaram as seguintes vantagens e as desvantagens dessa tecnologia (Quadro 2):

Quadro 2: Vantagens e desvantagens da tecnologia de dessalinização da água do mar

VANTAGENS APRESENTADAS PELOS GRUPOS REPRESENTANTES DA PREFEITURA; CAERN; CIENTISTAS E ENGENHEIROS.	DESVANTAGENS APRESENTADAS PELO GRUPO DOS BIÓLOGOS E AMBIENTALISTAS.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Segurança hídrica: não irá faltar água em Macau/RN ▪ Tecnologia eficiente capaz de proporcionar maior fonte de água ▪ Geração de empregos para a população macauense ▪ Conservação do rio Assu-Piranhas ▪ Tratamento adequado da água 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impactos ambientais, como a poluição dos oceanos e morte de vidas marinhas devido ao descarte dos rejeitos da dessalinização ▪ Possíveis problemas de saúde acarretados pela ingestão dessa água ▪ Aumento nas contas de água já que os custos dessa tecnologia são superiores ao método tradicional de abastecimento ▪ Maior gasto de energia

Fonte: A autoria própria

Como é possível observar no quadro 2, os grupos conseguiram oferecer argumentos contra ou a favor da instalação da usina de dessalinização da água do mar baseados nos conhecimentos científicos que foram trabalhados ao longo das atividades anteriores.

No que concerne à posição que apresentaram e a comunicação desses saberes para a turma, destacamos no quadro 3 as observações realizadas pelo grupo dos biólogos e ambientalistas e, em seguida, no quadro 4, descrevemos os diálogos da rodada de perguntas e respostas entre os grupos durante a simulação da audiência pública.

Como podemos observar diante dos quadros 3 e 4, os grupos conseguiram conduzir a audiência pública simulada acerca da implantação da usina de dessalinização da água para a produção de água potável de forma responsável e significativa, assumindo autonomia durante o debate e desempenhando os seus respectivos papéis de forma a defender os seus objetivos com argumentos baseados em conhecimentos científicos sobre a problemática. Assim, realizaram perguntas aos demais grupos e apontaram, não só possíveis soluções para resolver a questão, como também discutiram a viabilidade de cada sugestão.

Quadro 3 – Comunicação dos conhecimentos construídos pelo grupo 01

Apresentação dos representantes: <ul style="list-style-type: none">▪ Somos biólogos e ambientalistas e estamos aqui para representar a vida marinha que está ameaçada após a ideia de construir e implantar uma usina de dessalinização na cidade de Macau
Posição que apresentaram: <ul style="list-style-type: none">▪ Nós temos como objetivo a proteção e a preservação do ambiente e da vida marinha. Os rejeitos da dessalinização são jogados diretamente no solo ou na água, afetando a vida vegetal e animal. A salmoura faz com que os peixes percam oxigênio por não estarem adaptados a altas concentrações de salinidade, afetando até animais que podem estar ameaçados de extinção. Podem ocorrer também danos à saúde, uma vez que a dessalinização não é uma tecnologia aperfeiçoada e a água dessalinizada pode ser prejudicial à saúde já que os subprodutos podem passar para a água pura, sendo um perigo para as pessoas que a consomem. A água dessalinizada pode ser ácida, causando problemas no sistema digestivo. Tem também o gasto de energia, nessa época em que a energia está se tornando cada vez mais preciosa e as usinas de dessalinização têm a desvantagem de exigirem grandes quantidades de energia.

Fonte: A autoria própria

Após o término do debate, ainda durante a audiência pública, entregamos a cada aluno uma ficha para votação e pedimos que, a partir dos conhecimentos que foram construídos durante o desenvolvimento da sequência didática, eles exercessem, por meio do voto livre, o direito de escolha e tomada de decisão. Pedimos também que se pronunciassem se eram contra ou a favor da implantação de uma usina de dessalinização da água do mar como solução para resolver o problema da crise hídrica na cidade de Macau/RN, justificando suas escolhas.

Quadro 4 – Debate entre os grupos durante a simulação da audiência pública

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p>DOS BIÓLOGOS E AMBIENTALISTAS PARA OS CIENTISTAS E ENGENHEIROS</p> <ul style="list-style-type: none"> • O que fazer com os rejeitos da dessalinização? • Que outros produtos químicos poderiam ser utilizados no tratamento da água, já que os subprodutos, até então utilizados, prejudicam não só a vida marinha como a saúde da população, causando problemas no sistema digestivo? 	<p>CIENTISTAS E ENGENHEIROS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iremos fazer com que esse sal seja depositado na empresa de produção de sal aqui de Macau, para que seja utilizado. Não descartar em locais que tenham vida marinha ou algas. É só construir um aterro para descartar essa água.
<p>MINISTÉRIO PÚBLICO PARA OS CIENTISTAS E ENGENHEIROS</p> <ul style="list-style-type: none"> • E o problema do lençol freático? A questão de construir um aterro para depositar todos esses resíduos vai prejudicar o lençol freático. 	<p>CAERN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teria que surgir um estudo, analisar uma área específica e os materiais necessários para que não prejudicasse o solo nem a vida marinha. Um terreno afastado, um canto isolado que se fizesse um trabalho na terra.
<p>DOS BIÓLOGOS E AMBIENTALISTAS PARA OS CIENTISTAS E ENGENHEIROS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como resolver o aumento dos custos de energia, já que vocês sabem que existem outros meios para o tratamento da água? 	<p>PREFEITURA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chegamos à conclusão de que ou é o bem da humanidade ou do ambiente. Se for reduzir os custos, temos que apoiar o processo de dessalinização, só que se isso acontecer vai ter desvantagens ao ambiente já que não sabemos onde descartar o sal. <p>RÉPLICA DOS BIÓLOGOS E AMBIENTALISTAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não concordamos, deve haver um meio de solucionar o problema que não afete a população nem a vida marinha. A prefeitura não apresentou um planejamento de como será feita a instalação dessa usina, o gasto necessário, os recursos de Macau. Existem outras formas hoje em dia de procurar uma maneira que seja bom para o ambiente e o ser humano.
<p>DA PREFEITURA E DO MINISTÉRIO PÚBLICO PARA OS BIÓLOGOS E AMBIENTALISTAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se vocês afirmam existir outra solução para a falta de água em Macau, qual seria? • Para vocês, qual seria a solução para não prejudicar o meio ambiente e a sociedade? 	<p>BIÓLOGOS E AMBIENTALISTAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar um estudo e fazer perfuração de poços. <p>RÉPLICA DO MINISTÉRIO PÚBLICO</p> <ul style="list-style-type: none"> • É impossível, em Macau a água vem com dejetos.
<p>DO MINISTÉRIO PÚBLICO E DA CAERN PARA OS BIÓLOGOS E AMBIENTALISTAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • A gente quer saber uma solução para uma quantidade enorme de água; com a dessalinização a gente conseguiria muito mais água e sem muito esforço, mas prejudicaria o meio ambiente e nós queremos uma solução que não prejudique o ambiente, mas nos ofereça água em quantidade. Se a dessalinização não for aceita, qual seria a solução para que não acabe a água em Macau? • Se a gente não fizer a dessalinização da água e chegar a um ponto em que não teremos mais água, como é que iremos sobreviver? 	<p>BIÓLOGOS E AMBIENTALISTAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existem vários meios para limpar a água. Filtrar a água a partir de uma técnica com areias e pedras.

Fonte: Autoria própria

A partir da análise dos resultados obtidos, verificamos que um quantitativo de 80% dos alunos votou contra a implantação da usina de dessalinização na cidade de Macau/RN e apenas 20% destes decidiram a favor. Partindo para as justificativas utilizadas, destacamos as respostas das alunas A11 e A16 a seguir:

A11: *“Sou contra o processo de dessalinização, pois deve ter alguma maneira de solucionar o problema da crise hídrica sem prejudicar a saúde humana e o ambiente, sem que os custos nas contas de água aumentem tanto e sem puxar um gasto maior de energia. Os descartes de sal prejudicam grandemente o meio ambiente e os ecossistemas marinhos, causando grandes impactos ambientais”.*

A16: *“Eu sou a favor, pois se a dessalinização for aceita, o abastecimento da água vai aumentar e não irá faltar água para a população de Macau. A dessalinização não é nada mais nada menos do que uma ótima solução, caso a água toda acabasse”.*

Considerando as convergências e divergências, bem como as justificativas que levaram os alunos a serem contra ou a favor da implantação da tecnologia supracitada, Santos e Mortimer (2001) afirmam que, diferentemente dos problemas escolares que têm caráter bastante objetivos, os processos de tomada de decisão em problemas reais possuem caráter predominantemente subjetivo, em que não existe uma única solução ou uma resposta final para o problema. O que existem são diferentes sujeitos tentando apontar soluções para esse problema de maneira democrática.

Durante a atividade 06, quando ainda não havíamos trabalhado em sala de aula as diferentes perspectivas da tecnologia de dessalinização, suas vantagens e desvantagens e as suas implicações para a sociedade e o ambiente, perguntamos aos alunos se estes eram contra ou a favor da implantação de uma usina de dessalinização na cidade de Macau/RN. Após termos discutido todos esses assuntos, voltamos a realizar a mesma pergunta, a fim de verificar se os alunos mantiveram ou mudaram a opinião e/ou mudaram ou melhoraram as suas justificativas. Nesse contexto, construímos um quadro comparativo (Quadro 5), que evidencia as diferenças nas respostas obtidas durante a atividade 06 e as respostas obtidas com a atividade 09.

A partir do quadro 5, podemos perceber que houve uma mudança significativa entre a primeira e a segunda vez que lançamos a mesma pergunta aos alunos. Obtivemos uma redução de 67% de alunos que eram a favor da instalação da usina de dessalinização na primeira vez e que agora se posicionaram contra; conseqüentemente, aumentou a quantidade de votos dessa categoria de 13% para 80%.

Quadro 5: Diferenças entre as tomadas de decisão dos alunos nas atividades 06 e 09

PRIMEIRA VEZ QUE OS ALUNOS OPINARAM CONTRA OU A FAVOR DA USINA DE DESSALINIZAÇÃO	SEGUNDA VEZ QUE OS ALUNOS OPINARAM CONTRA OU A FAVOR DA USINA DE DESSALINIZAÇÃO
▪ A FAVOR: 87%	▪ A FAVOR: 20%
▪ CONTRA: 13%	▪ CONTRA: 80%
<p>JUSTIFICATIVAS A FAVOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Solução para o problema ▪ Aumento da quantidade de água potável ▪ Comercialização da água dessalinizada 	<p>JUSTIFICATIVAS A FAVOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Segurança hídrica ▪ Meio de sobrevivência ▪ Aumento no abastecimento de água
<p>JUSTIFICATIVAS CONTRA:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de recursos financeiros na cidade 	<p>JUSTIFICATIVAS CONTRA:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prejuízos à saúde ▪ Prejuízos ambientais ▪ Danos aos ecossistemas marinhos ▪ Problemas econômicos ▪ Aumento nas tarifas de água ▪ Maior gasto de energia

Fonte: Autoria própria

Outro aspecto relevante que conseguimos verificar com essa atividade foi o que poderíamos chamar de início da superação da perspectiva salvacionista e/ou redentora da ciência e da tecnologia (AULER E DELIZOICOV, 2006) que os alunos demonstravam no começo dessa sequência investigativa.

Quando comparamos as primeiras tomadas de decisão dos alunos em relação às segundas e nos detemos a observar as justificativas das suas escolhas, constatamos o que Carvalho (2013) chama de situação de contraste e conflito das ideias estimulados a partir de atividades de Ensino por Investigação. Nesse contexto, poderíamos dizer que, com o letramento científico e tecnológico, esses indivíduos foram preparados para uma mudança de atitude pessoal e para um questionamento sobre os rumos do nosso desenvolvimento científico e tecnológico (SANTOS; MORTIMER, 2001).

É válido salientar que não era objetivo da sequência didática fazer com que os alunos se posicionassem contra a instalação da usina na cidade de Macau/RN e sim, apresentar as diferentes perspectivas que giram em torno dessa tecnologia, bem como suas implicações para o ambiente e a sociedade, alfabetizando-os cientificamente.

Nesse cenário, os estudantes construiriam uma visão ampla da problemática e

realizariam uma reflexão crítica sobre o assunto, criando a capacidade de tomada de decisão consciente daquilo que julgam ser o melhor para o bem-estar individual e coletivo da população macauense, aprendendo, assim, por meio de uma cidadania ativa, a exercer seus direitos de escolha em situações controversas que surgirem no seu cotidiano.

A fase de avaliação foi o momento em que analisamos tanto a opinião dos alunos sobre as contribuições da sequência didática para o seu processo de aprendizagem, as dificuldades sentidas durante o seu desenvolvimento e as sugestões que eles dariam para aperfeiçoá-la, quanto fizemos uma autorreflexão dos resultados alcançados, das atitudes exibidas pelos alunos e das fragilidades que poderíamos mudar ou melhorar na nossa sequência de ensino investigativo.

4 UMA REFLEXÃO ACERCA DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO

Com base no levantamento bibliográfico em que se encontra fundamentada esta sequência didática, bem como nos resultados obtidos com o seu desenvolvimento, acreditamos que a metodologia do Ensino por Investigação atrelada à estratégia de utilização de questões sociocientíficas na elaboração e aplicação de propostas de ensino para conduzir esse tipo de investigação em sala de aula são elementos capazes de auxiliar o desencadeamento do processo de alfabetização científica nas aulas de Ciências e Biologia. Desse modo, tal metodologia contribui significativamente com a aprendizagem dos estudantes, haja vista as competências e habilidades que podem ser desenvolvidas com tais atividades.

Em suma, a partir dos resultados obtidos, constatamos que grande parte dos alunos apresentava rejeição a atividades de leitura e escrita e demonstrava dificuldades em emitir opiniões e apontar soluções para um problema colocado durante as atividades. Tais fatos sinalizam a importância de trabalhar em sala de aula com metodologias que tornem os estudantes agentes ativos no seu processo de aprendizagem e os estimulem a pensar, questionar e avaliar criticamente todas as perspectivas sobre os conhecimentos que lhes são apresentados.

A partir da aplicação da sequência didática investigativa com ênfase na questão sociocientífica da implantação de uma usina de dessalinização da água do mar para a produção de água potável na cidade de Macau/RN, os estudantes tiveram a oportunidade de refletir sobre um problema da sua realidade local a partir de diferentes olhares e aspectos sociais, políticos, históricos, econômicos e culturais, fatores que possibilitaram uma construção contextualizada do conhecimento.

O desenvolvimento das atividades da sequência didática planejada com base na metodologia do ensino por investigação permitiu que os alunos comesçassem se posicionar frente a uma questão sociocientífica e tomar decisões baseadas em conhecimentos científicos,

a partir das quais, foram aos poucos, demonstrando aprendizagens em termos conceituais, procedimentais e atitudinais. Com isso, foi possível sanar dificuldades de leitura, escrita e favorecer o surgimento de habilidades como a argumentação e a capacidade de tomada de decisão elencadas como indicadores de alfabetização científica.

Nesse contexto, podemos dizer que, por meio da metodologia do ensino por investigação e da utilização de questões sociocientíficas, trabalhadas a partir de atividades como discussões em grupo, debates, mesas redondas, pesquisas a campo, simulações de audiências públicas etc, os alunos podem ser educados para uma participação crítica e ativa na sociedade, conscientes dos seus direitos e deveres e preparados para o exercício da cidadania.

Para finalizar, evidenciamos as potencialidades da metodologia do Ensino por Investigação como uma estratégia didática capaz de auxiliar o desenvolvimento da alfabetização científica dos estudantes nas aulas de Biologia e esperamos, a partir deste estudo, colaborar com pesquisas futuras na área de didática das ciências e contribuir com a prática pedagógica de professores de Biologia da educação básica que tenham o interesse de fomentar a alfabetização científica em sala de aula.

REFERÊNCIAS

- AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científico-tecnológica para quê?** ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 3, n. 1. 2001. p. 122-134.
- AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino Por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula.** In: Carvalho, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática.** São Paulo: Pioneira Thonsom Learning, 2004. p. 19-33.
- BARDIN, L. **Análise De Conteúdo.** São Paulo: Edições 70. 1977.
- BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução aos estudos CTS (ciência, tecnologia e sociedade).** Organização de Estados Ibero-Americanos para a Educação a Ciência e a Cultura: 2003.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais+:** Ensino Médio. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br>>. Acesso em: 01/10/2018.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96,** de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em Educação: fundamentos, métodos e técnicas.** In: **Investigação qualitativa em educação.** Portugal: Porto Editora, 1994, p. 15-80.
- BYBEE, R.W.; et al. **The BSCS 5E instructional model: origins, Effectiveness, and Applications.** BSCS, Mark Dabbling Boulevard Colorado Springs. July, 2006.

CACHAPUZ, A.; et al. **Da educação em ciências às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico.** *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, 2004. p. 363-381.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social.** *Revista Brasileira de Educação*, n. 22, 2003. p. 89-100.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática de Ciências: o ensino-aprendizagem como investigação.** São Paulo: FTD, 1997.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** Carvalho, A. M. P. (org.). São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DELIZOICOV, D. **Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências.** *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 5, n.2. 2006. p. 337-355.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MORAES, R. **Análise de conteúdo.** *Revista Educação, Porto Alegre*, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

REIS, P. **From the discussion to the sociopolitical action about socio-scientific issues: a matter of citizenship.** *Ensino de Ciências e tecnologia em revista*, v. 3. n. 1, 2013. p. 1-10.

REIS, P. A educação em direitos humanos através da discussão e ação sociopolítica sobre controvérsias sociocientíficas e socioambientais. In: Oliveira, R. D. V. L.; Queiroz, G. R. P. C. (org.). **Tecendo diálogos sobre direitos humanos na educação em ciências.** São Paulo: Livraria da física, 2016.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.1. 2001. p. 95-111.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17 n. especial, 2015. p. 49-67.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigação em Ensaio de Ciências**, v. 16 (1), 2011. p. 59-77.

ZÔMPERO, A. F.; LABARÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, 2011. p. 67-80.

AVALIAÇÃO DE CARTILHA EDUCATIVA ADAPTADA AO SEMIÁRIDO E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA PERCEPÇÃO SOCIOAMBIENTAL

*Priscila Cynara Soares Vieira
Ivaneide Alves Soares da Costa*

1 APONTAMENTOS INICIAIS

Dentre várias, uma grande dificuldade enfrentada por professores de escolas públicas é a falta de material didático adequado à sua realidade, que leve em consideração sua cultura, suas crenças e sua linguagem, pois cada região do Brasil possui hábitos e características próprias. O livro didático, por ser um recurso um pouco limitado e muitas vezes o único disponível, nem sempre apresenta uma abordagem adaptada às características regionais. Esse distanciamento da realidade social e cultural do aluno dificulta a aprendizagem de conceitos, muitas vezes abstratos, mas que são essenciais para a formação de um cidadão crítico e consciente.

A Educação Ambiental, embora seja classificada como um tema transversal segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), é geralmente inserida somente na disciplina de Ciências, restringindo-se, muitas vezes, a citações no final de cada conteúdo didático trabalhado pelo professor sem um enfoque contextualizado ao conteúdo abordado. Apesar do surgimento da nova LDBE – Lei de Diretrizes e Bases da Educação e dos PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) no cenário educacional brasileiro, o ensino, na maioria das escolas públicas, continua preferencialmente focado na concepção tradicional, aliado à falta de criatividade ou motivação dos professores para um ensino inovador. Os estudantes ainda não entendem o que estudam, para que estudam e por que estudam. As aulas são, em sua maioria, desligadas de uma realidade próxima do seu cotidiano.

Uma alternativa para sensibilizar as crianças para os problemas ambientais em que estão inseridas é o uso de metodologias inovadoras contextualizadas. Carvalho (2005) afirma que a busca por estratégias de ensino e metodologias que estimulem a participação do educando e tornem o repasse do conhecimento uma atividade interessante deve ser uma preocupação e merecer especial atenção por parte dos educadores.

O uso de material didático de apoio é recomendável, mas sua escolha deve ser cuidadosa, para se evitar a simples transmissão de conceitos teóricos, apresentados de forma fragmentada e que, apesar do grande valor científico, podem não ter relação com as vivências do educando, nem representarem a realidade do ambiente que o cerca (BARBOSA et al., 2004).

Para Barbosa e colaboradores (2004), é desejável que as metodologias a serem utilizadas levem em conta a vivência e a realidade do aluno, contribuindo, desta forma, para que o ensino

se transforme num processo de preparação integral do indivíduo para a vida em sociedade, a partir da conscientização de que os aspectos abordados fazem parte do seu ambiente e não de uma esfera distante e separada do local onde ele vive.

É relatada na literatura que a utilização de recursos e metodologias lúdicas diversificadas têm se mostrado como estratégias didáticas eficientes para a sensibilização de estudantes e professores das escolas públicas. Dentre várias, citam-se oficinas de desenho e de pintura, jogos educativos, dinâmicas ambientais, cartilhas educativas e o trabalho com Teatro de Fantoques (BARBOSA et al., 2004; FREIRE et al., 2009; ALVES; BRAUKO, 2009; MAZZARINO et al., 2010; REIS; SANTOS, 2012).

Neste sentido, o uso de material lúdico representa uma estratégia para o desenvolvimento de atividades em Educação Ambiental e de Divulgação Científica, visando à socialização do conhecimento e aproximação da sociedade e do conhecimento científico. A divulgação científica ultrapassa os limites institucionais e permeia os diferentes espaços educativos, ou seja, permite a prática e o aprendizado tanto na educação formal, como informal e não-formal (ABÍLIO, 2011).

Valério e Bazzo (2008) destacam o papel da divulgação científica como ferramenta educativa, inserida no contexto mais amplo da educação pública e dotada de um potencial ímpar para atender aos anseios de uma sociedade que começa a reconstruir a sua relação com o meio ambiente.

Nesta perspectiva, visamos com este trabalho (i) avaliar o potencial didático de uma cartilha sobre eutrofização, que usa uma abordagem personalizada com características de região semiárida; (ii) promover a consolidação de conceitos relacionados a causas e consequências da eutrofização contidos na cartilha e (iii) fazer a divulgação de resultados de pesquisa sobre a qualidade de água dos açudes na comunidade, para promover uma percepção e reflexão acerca dos problemas socioambientais relacionados à contaminação da água do açude local.

2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

O estudo foi realizado em uma escola pública de Ensino Básico, localizada no município de Itajá, região semiárida do estado do Rio Grande do Norte. Nesse município, insere-se o maior açude destinado à irrigação da América Latina e o maior do estado para abastecimento público. O açude tem grande importância para o desenvolvimento local, sendo destinado ao abastecimento doméstico, industrial, pesca e aquicultura, configurando-se como um recurso essencial à população. Dados históricos revelam condições crescentes de eutrofização neste açude, apresentando níveis elevados de poluentes, tais como toxinas de cianobactérias e metais pesados, comprometendo a qualidade da água (COSTA et al., 1998; 2009; ESKINAZI-SANT'ANNA et al., 2006; VIEIRA et al. 2011).

A cartilha usada neste estudo intitulada “Eutrofização – Nossas águas cada dia mais verdes” foi produzida como uma das atividades do projeto “Mergulhando na Ciência - A água como tema de divulgação científica no semiárido do Rio Grande do Norte”. O conteúdo da cartilha foca na sensibilização sobre a conservação e uso racional dos recursos hídricos a partir da integração entre os centros de pesquisa, as comunidades e agentes locais, permitindo o desenvolvimento de uma visão multidisciplinar e integrada da Ciência.

Através de uma linguagem simples e adequada aos costumes regionais do semiárido potiguar, a cartilha narra a história de dois meninos, Edson e Zé Luiz, que, acostumados a tomarem banho no açude da cidade, são surpreendidos com a cor esverdeada da água e uma placa que diz: “Atenção! Açude eutrofizado. Evitar nadar, pescar e beber essa água!”. Os meninos, cheios de curiosidade, procuram a professora Isabel para perguntar o que significava “eutrofizado”. A partir daí, desenrola-se uma narrativa sobre eutrofização, cianobactérias e cianotoxinas, focando nas causas e consequências da poluição.

Este estudo foi realizado com 24 alunos do Ensino Fundamental (6º ao 9º ano), entre 10 e 16 anos de idade. Para comparar a cartilha com a palestra, inicialmente, a turma foi dividida em dois grupos de 12 alunos. Em cada um desses grupos, foi aplicado um questionário diagnóstico, através do qual se buscou informações a respeito dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema. O questionário era composto de 24 questões, sendo 6 delas abertas e 18 fechadas, divididas em 3 eixos temáticos: (1) Qualidade de água, (2) Cianobactérias e cianotoxinas e (3) Papel social na conservação do açude. Os dados foram analisados pela metodologia da Análise de Conteúdo (Bardin, 2006).

Um dos grupos assistiu a uma palestra interativa ministrada por meio de slides em projetor multimídia, sendo apresentados e discutidos os conceitos contidos na cartilha como: poluição dos recursos hídricos, eutrofização, cianobactérias, floração, cianotoxinas, plâncton e outros. Para o outro grupo de 12 alunos, inicialmente, foi distribuída uma cartilha para cada um deles, sendo os alunos instruídos para fazerem uma leitura compartilhada, ficando aberta a esclarecimentos de dúvidas. Após o término dessas atividades, os dois grupos de alunos responderam ao mesmo questionário inicial, visando avaliar o potencial didático da cartilha para auxiliar os alunos na percepção dos problemas socioambientais relacionados à contaminação do açude.

Com o intuito de consolidar os conceitos trabalhados na cartilha, foi realizada uma dramatização. Para isso, a cartilha serviu como roteiro-base para as encenações realizadas pelos alunos. Foram selecionados voluntariamente cinco alunos para representarem os personagens. O ensaio consistiu na organização da sequência e reprodução das falas dos personagens e o posicionamento de cada um no espaço. Nas encenações, eram enfatizados os conceitos sobre poluição, eutrofização, cianobactérias, cianotoxinas e educação ambiental.

Para divulgar à comunidade local os resultados das pesquisas realizadas no Laboratório de Microbiologia Aquática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte sobre a qualidade de água do açude, foi organizado um evento denominado “Ciência na Praça”. Para isso, foi

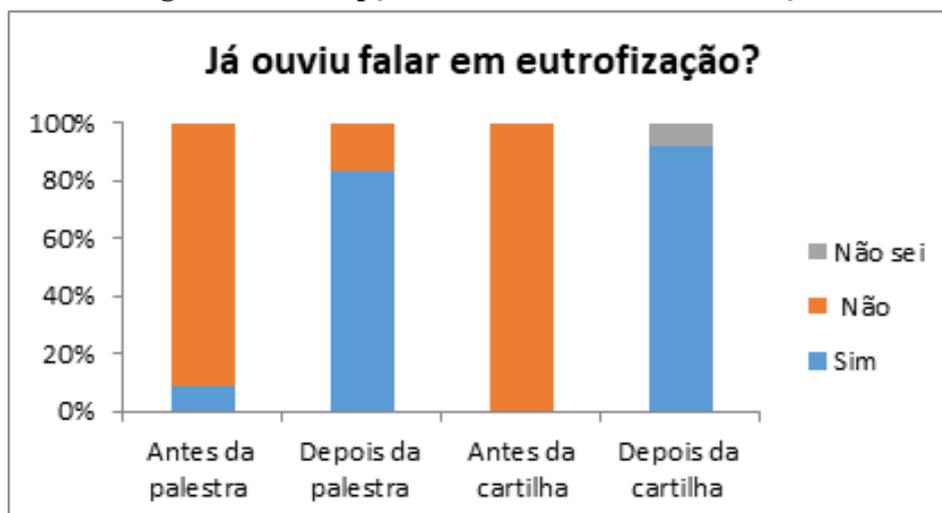
montada uma tenda de exposição como uma das atrações de outro evento maior realizado pela comunidade. Os resultados foram divulgados em forma de banners, palestra e atividades interativas como jogos e visualização microscópica de organismos aquáticos (fitoplâncton e zooplâncton). A palestra proferida teve como enfoque a divulgação de conceitos relacionados à qualidade de água do açude, sempre concernentes à problemática local da eutrofização e das florações de cianobactérias tóxicas, assim como medidas preventivas e reflexões socioambientais.

3 POTENCIAL DIDÁTICO DE UMA CARTILHA SOBRE EUTROFIZAÇÃO

O eixo temático 1 versou sobre qualidade de água e foi composto por dez perguntas. A primeira questão investigou se os alunos já tinham ouvido falar em eutrofização. Antes da palestra e da leitura da cartilha, apenas um aluno respondeu que sim, representando 4% da amostra. Em estudo realizado por Petrovich e Araújo (2009), também na região semiárida do Rio Grande do Norte, essa mesma vulnerabilidade foi diagnosticada em relação esse assunto, que foi justificada devido ao fato de o conteúdo programático das escolas não estarem adequados aos problemas regionais. De acordo com Barbosa et al. (2004), é importante trabalhar com os alunos não só aquelas alterações que têm efeitos imediatos sobre o ecossistema ou que podem ser mais facilmente percebidas pelo homem, por exemplo, o desmatamento, eliminação de espécies conhecidas, ou o acúmulo de lixo no ambiente, mas alguns processos que, por ocorrerem de forma lenta, podem não ser rapidamente ou facilmente percebidos, mas que têm efeitos difíceis e até impossíveis de serem revertidos, como é o caso da eutrofização.

Ao reaplicar o questionário, houve um aumento considerável na concepção sobre o que era eutrofização. 83,3% depois da palestra e 91,6% depois da leitura cartilha responderam ter ouvido falar em eutrofização (Figura 1). Foi possível perceber que a maioria dos alunos depois de participarem das atividades propostas respondeu positivamente à pergunta, sendo que maior percentagem foi encontrada no grupo que leu a cartilha. Esse comportamento foi observado também por Mateus et al. (2011), percebendo-se que o uso de cartilhas instigou a pesquisa sobre o tema proposto, fazendo com que os alunos buscassem compreender melhor o ambiente no qual vivem e os impactos que causamos à natureza, desenvolvendo, assim, o senso crítico e fazendo com que busquem atitudes que possam minimizar os problemas em questão.

Figura 1 – Percepção dos alunos sobre eutrofização



Fonte: Autoria própria

Os quadros 1 e 2 mostram os resultados obtidos na segunda e terceira pergunta, respectivamente, que se tratou de questões abertas sobre o significado e causas da eutrofização. De forma geral, antes das atividades, a maioria dos alunos não respondeu a essa questão. Porém, depois que foram desenvolvidas as atividades, pelo menos 33% dos que assistiram à palestra responderam e 58% dos que leram a cartilha também responderam. Isso reflete o fato de que a educação ambiental pode e deve ser tratada de forma a mostrar que, através de atividades lúdicas, nossos educandos aprendem e assimilam de maneira mais suave todo o aprendizado relacionado às questões ambientais.

Quadro 1 – Percentual das respostas sobre o que significa a palavra eutrofização

	Antes da palestra	Depois da palestra	Antes da cartilha	Depois da cartilha
Não respondeu	91,6%	66,6%	100%	41,6%
Uma profissão	8,3%			
Floração de microrganismos		8,3%		
Doença		16,6%		
Cianobactérias/bactérias		8,3%		25%
Quando o açude recebe nutrientes				8,3%
Poluição da água				25%

Fonte: Autoria própria

Quadro 2 – Percentual das respostas sobre o que causa a eutrofização no açude

	Antes da palestra	Depois da palestra	Antes da cartilha	Depois da cartilha
Não respondeu	83,3%	66,6%	91,6%	16,6%
Poluição / lixo	16,6%	8,3%	8,3%	41,6%
A água fica esverdeada		16,6%		

Doenças		8,3%		16,6%
Nutrientes / matéria orgânica				25%

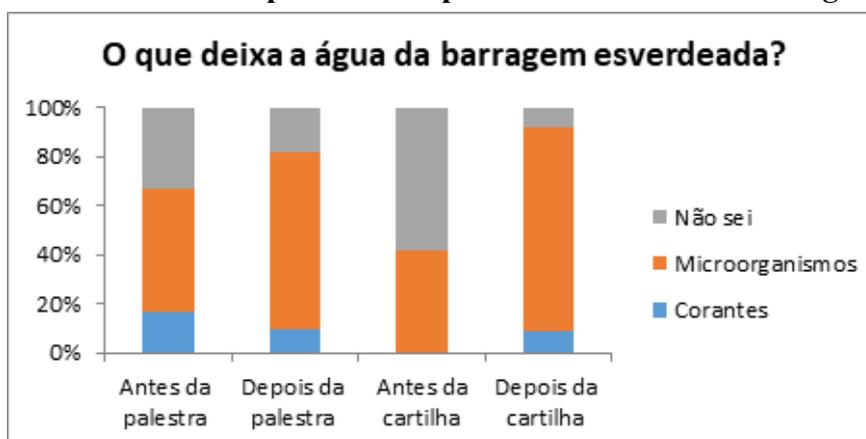
Fonte: Autoria própria

Antes da palestra, ao serem questionados sobre o que deixa a água do açude esverdeada, 50% responderam microrganismos, 33,4% não souberam responder e 16,6% indicaram corantes. Após a palestra, um maior número de alunos (66,6%) indicou os microrganismos como causadores, 16,6% não souberam responder e 8,3% indicaram corantes. Percebe-se que os alunos, após assistirem à palestra, conseguiram associar a mudança de coloração da água do açude com a presença de microrganismos.

O número de resposta dos que não souberam responder o que causa a cor da água esverdeada, antes e após a leitura da cartilha foi, respectivamente, 58,3% e 8,3%. Já a resposta indicativa para microrganismos foi 41,6% (antes) e 81,3% (depois); para indicação de corantes foi 0% (antes) e 8,3% (depois), conforme ilustra a figura 2. Após a leitura da cartilha, a percentagem de alunos que conseguiu fazer a associação da cor esverdeada da água com os microrganismos dobrou de valor, evidenciando a grande contribuição da cartilha para difundir esse conhecimento.

Ao perguntar aos participantes se, quando a água do açude apresenta uma coloração esverdeada, eles a consideram própria para o consumo, antes do desenvolvimento das atividades, 66,6% dos alunos responderam que não, 33,4% não souberam responder e nenhum participante marcou a opção sim. Esses dados sugerem que os participantes têm uma noção, ainda que superficial, baseada no senso comum, sobre a problemática da eutrofização. É muito provável que o contato com as constantes florações de cianobactérias nos açudes, evidenciados pelo “esverdeamento” da água, muitas vezes acompanhado de mortalidade de peixes, os levem à compreensão de que pode haver alguma coisa na água que não é benéfica. Depois de realizadas a palestra e a leitura da cartilha, 75% e 91,6% dos alunos responderam que a água esverdeada não é própria para o consumo, respectivamente.

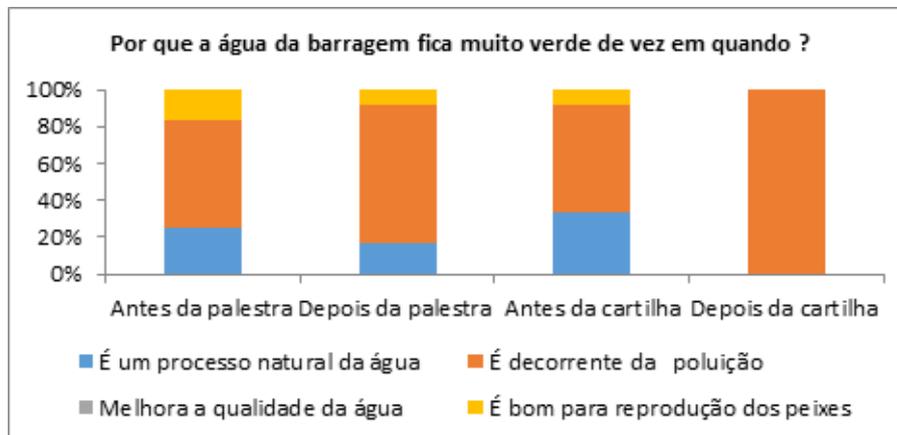
Figura 2 – Causas indicadas pelos alunos para o esverdeamento das águas do açude



Fonte: Autoria própria

Quando questionados por que a água do açude fica muito verde de vez em quando, a maioria respondeu que é decorrente da poluição, tanto antes (58,3%) da palestra e cartilha, como depois (75% e 100%), respectivamente, (Figura 3).

Figura 3 – Motivos indicadas pelos alunos para a coloração verde das águas do açude

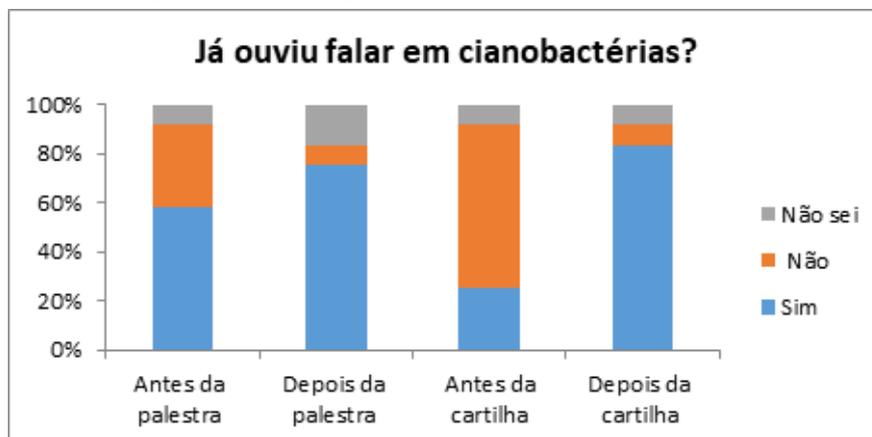


Fonte: Autoria própria

Os elementos aqui apresentados reforçam a necessidade de uma prática continuada sobre estes temas em sala de aula, ratificando a importância de atividades como essa para a sensibilização dos alunos. O uso de cartilhas como material didático auxiliar pode e deve ser usado como metodologias de ensino motivadoras, não apenas abordando a Educação Ambiental, mas todos os conteúdos do currículo escolar.

O eixo temático 2 foi formado por onze perguntas, sendo dez fechadas e uma aberta com o objetivo de investigar as concepções dos alunos sobre cianobactérias e cianotoxinas. Quando perguntado aos alunos se eles já tinham ouvido falar em cianobactérias, 58,3% deles afirmaram que sim, antes da palestra, e 25% afirmaram que sim, antes da leitura da cartilha. Enquanto 75% e 83,3% responderam positivamente após ter assistido à palestra e lido a cartilha (Figura 4).

Figura 4 – Percepção dos alunos sobre cianobactérias



Fonte: Autoria própria

Em relação à percepção dos alunos sobre a relação existente entre o processo de eutrofização e as cianobactérias, foi observado que 66,6% não conseguem identificar esta relação, antes de ambas as atividades. Após a palestra, 50% afirmaram existir relação entre eutrofização e cianobactérias, enquanto depois da cartilha 66,6% confirmaram essa relação. Dos que confirmaram essa relação depois de ler a cartilha, 50% identificaram a relação correta entre eles, como por exemplo, “a eutrofização serve de alimento para as cianobactérias” e “as cianobactérias ocorrem através da eutrofização”. Essas afirmações nos fazem supor que os alunos conseguiram compreender que as cianobactérias crescem excessivamente como consequência do processo de eutrofização. Apesar de a maioria ter afirmado existir relação entre eutrofização e as cianobactérias, apenas metade dos alunos conseguiram identificar de que forma isso ocorre.

Ao perguntar se o consumo de água contaminada com cianobactérias afeta a saúde e, em caso de resposta afirmativa, indicar possíveis problemas ou doenças relacionadas ao problema, observou-se que em ambos os momentos (antes e depois da palestra e da leitura da cartilha), a maioria dos alunos citou doenças como uma consequência da contaminação.

Padrão semelhante de resposta foi observado por Araújo et al. (2011), em um estudo com professores na região semiárida do Rio Grande do Norte, que obteve resposta afirmativa unânime. As patologias transmitidas pela água mais citadas pelos alunos foram, na verdade, sintomas de viroses como: febre, mancha vermelha e “corpo mole”. Gripe e dengue foram as doenças citadas por eles e, após conhecerem mais sobre o assunto, mencionaram diarreia, coceira e intoxicação. O percentual de respondentes que deu exemplo a esta questão foi de 50%.

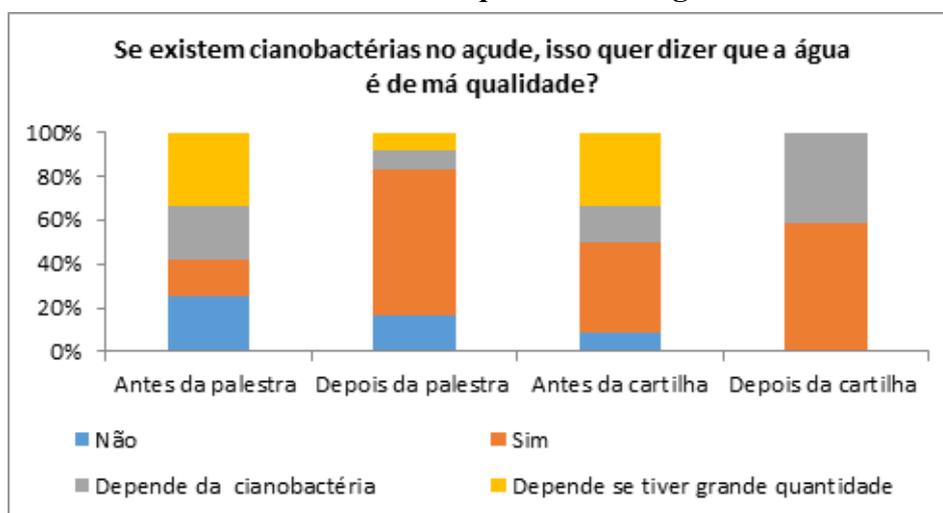
Pode-se perceber, assim como Araújo et al. (2011), que os alunos sabem que uma água contaminada traz doenças para a população, mas muitos deles não conseguem identificar exatamente que tipos de doenças essa água contaminada pode causar. O conhecimento dos alunos em relação a esse aspecto pode ser reflexo positivo das diversas atividades de educação ambiental desenvolvidas na região semiárida do Rio Grande do Norte (PETROVICH; ARAÚJO, 2009; SODRÉ; ARAÚJO, 2009; ARAÚJO et al., 2011).

Ao serem questionados, antes da palestra, sobre quais organismos viviam na água do açude, os alunos (33,4%) responderam “todos esses”. Eles podiam escolher as seguintes alternativas: “fitoplâncton”, “cianobactérias”, “bactérias”, “algas”, “todos esses”, “nenhum desses”, “não sei” ou “outros”. Após a palestra, 58% indicaram “cianobactérias”, evidenciando a eficácia dela. Em relação aos alunos que realizaram a leitura da cartilha, 25% responderam bactérias e outros 25% não souberam responder antes da leitura. Após a leitura, 75% responderam “cianobactérias” e 25% “bactérias”.

Como pode ser observado na Figura 5, antes e depois da palestra e da leitura da cartilha, os alunos relacionaram a má qualidade da água com a quantidade de cianobactérias que existem no açude (33,4% antes da palestra e 41,6% antes da cartilha; 66,6% e 58,3% depois da palestra e da cartilha, respectivamente).

Os resultados revelaram que os participantes apresentaram baixo índice de percepção sobre o significado de microcistina e saxitoxina (16,6% e 8,3%), respectivamente. Em relação à microcistina, esse percentual aumentou para 66,6% depois da palestra e 25% depois da leitura da cartilha. Quanto à saxitoxina, 25% afirmaram já ter ouvido falar tanto depois da palestra como também depois da leitura da cartilha. O baixo percentual de alunos que assinalou ter ouvido falar de microcistina e saxitoxina mesmo depois de ter lido a cartilha, possivelmente, deve-se à falta de atenção ou curiosidade para ler o glossário contido na cartilha. Em contrapartida, a palestra foi mais esclarecedora nesse sentido, pelo fato de mencionar, reforçar e explicar claramente os termos referentes aos tipos de cianotoxinas.

Figura 5 – Percentual das respostas dos alunos sobre a relação entre cianobactérias e qualidade da água



Fonte: Autoria própria

Ao serem perguntados se microcistina e saxitoxina podem afetar a sua saúde, 66,6% e 50% não souberam responder antes da palestra e da cartilha, respectivamente. Mesmo após a realização das atividades, grande parte dos participantes (41% e 50%), depois da palestra e da cartilha, respectivamente, continuou não sabendo responder a essa questão. Isso pode ter sido resultado da grande agitação dos alunos durante as atividades, provocando a desatenção de alguns deles. Apenas 33,4% dos que participaram da palestra e 50% dos que leram a cartilha conseguiram assimilar o risco que essas toxinas representam para nossa saúde. Vale ressaltar que essa dificuldade dos alunos em memorizar e entender os termos microcistina e saxitoxina é compreensível, visto que são termos pouco usuais e, portanto, de difícil assimilação. Apesar disso, percebe-se que o percentual é maior entre os que leram a cartilha, demonstrando, mais uma vez, as vantagens do uso desse material pedagógico.

Na questão aberta deste eixo, em que os participantes foram solicitados a responder as causas do crescimento excessivo de cianobactérias na água do açude, um percentual de 75% (antes da palestra) e 83,3% (antes da cartilha) não respondeu a essa pergunta. Esse percentual diminuiu para 58% (depois da palestra) e 33,4% (depois da cartilha). Após a palestra, 16,6%

dos que responderam indicou poluição/lixo, 16,6% nutrientes e 8,3%, fumaça das cerâmicas. Depois da cartilha, 58,3% responderam nutrientes e 8,3% poluição/lixo.

No terceiro eixo temático, buscava-se entender a percepção dos alunos quanto ao seu papel social na conservação do açude e, para tanto, foram elaboradas 3 questões abertas. A primeira questão investigou o que os alunos poderiam fazer, enquanto cidadãos, para melhorar a cor e o cheiro da água do açude. A partir dos resultados, é possível verificar que é clara a percepção dos alunos quanto à importância da contribuição individual para melhorar a qualidade da água do açude (Quadro 4). Isso evidencia o importante papel da Educação Ambiental como um instrumento de sensibilização. O uso de atividades lúdicas como estratégia didática também aparece como uma alternativa desejável para a formação de uma consciência ambiental crítica que leve a mudanças de comportamentos e atitudes.

Quadro 4 – Percentual das respostas sobre o que se poderia fazer, enquanto cidadão, para melhorar a cor e o cheiro da água da Armando Ribeiro

	Antes da palestra	Depois da palestra	Antes da cartilha	Depois da cartilha
Não respondeu	41,6%	33,4%	75%	41,6%
Não poluir / não deixar os outros poluírem	58,3%	66,6%	25%	58,3%

Fonte: Autoria própria

A segunda questão deste eixo indagou sobre as causas da contaminação da água do açude. A partir dos resultados, percebe-se que uma pequena minoria dos alunos se considera integrante e causadora da poluição da água. Isso foi evidenciado pelas seguintes respostas: “todos nós”, “todos e principalmente quem mora ao redor”, “nós mesmos com esgotos e o ar das cerâmicas”. Essa mesma percepção foi diagnosticada recentemente por Araújo et al. (2011), em estudo realizado com professores nesta região. Grande parte dos alunos atribui a responsabilidade de poluir o açude aos outros, como por exemplo, “a comunidade”, “as pessoas”, “acho que pessoas que não pensam no que estão fazendo”, “o povo”, “os cidadãos”, denotando um distanciamento das questões ambientais locais (Quadro 5).

Quadro 5 – Percentual das respostas sobre as causas da contaminação da água da Armando Ribeiro desde Jucurutu até Itajá

	Antes da palestra	Depois da palestra	Antes da cartilha	Depois da cartilha
Não respondeu	50%	33,4%	75%	50%
As pessoas	25%	41,6%	16,6%	41,6%
O lixo / cerâmicas	16,6%	25%	8,3%	
As cianobactérias e a eutrofização				8,3%

Fonte: Autoria própria

A terceira questão desse eixo averiguou sobre a quais fontes alternativas de água poderiam recorrer caso a água do açude ficasse poluída. Essa questão foi a que teve maior percentual de

falta de resposta, tanto antes como depois das atividades desenvolvidas. Mas alguns alunos, mesmo não sabendo a que alternativas de água poderiam recorrer, reconheciam a dificuldade provocada pela falta de água própria para consumo, como podemos constatar nas falas “ficaria difícil para todos, né? porque a água vai estar muito poluída e ninguém vai poder consumir”, “ficava um caso muito sério, né? porque aí como que os consumidores iam sobreviver com a falta de água?”, “colocar a comunidade toda para pagar água e aprender a nunca mais jogar lixo em propriedades públicas” (Quadro 6).

Quadro 6 – Percentual das respostas sobre a quais fontes alternativas de água poderiam recorrer caso a água da Armando Ribeiro ficasse poluída, ou seja, imprópria para consumo

	Antes da palestra	Depois da palestra	Antes da cartilha	Depois da cartilha
Não respondeu	66,6%	58,3%	100%	91,6%
Água da chuva	8,3%	8,3%		8,3%
À comunidade	8,3%	8,3%		
Não sei	8,3%	8,3%		
Pegar em outra cidade	8,3%	8,3%		
Água não poluída		8,3%		

Fonte: Autoria própria

Quanto à atividade de dramatização da cartilha para consolidação dos conteúdos, os conceitos abordados nela foram assimilados pelos alunos durante o ensaio, que se mostraram muito empolgados para fazer a encenação no evento anual à noite na praça da cidade. Eles perguntavam sobre o significado dos conceitos trazidos na cartilha, procurando entender como funcionava o processo de eutrofização, o que eram cianotoxinas e como agiam no organismo. Entretanto, por motivos técnicos, não foi possível a apresentação da peça à noite.

Apesar disso, essa atividade foi considerada importante, uma vez que propiciou aos alunos darem vida aos personagens citados na cartilha e a consolidação dos conceitos contidos nela, ao passo que iam pronunciando as palavras e entendendo os significados delas durante os ensaios. A importância desse tipo de atividade é ressaltada por Pereira (2011), quando afirma que a vivência de situações lúdicas constitui matéria indispensável ao equilíbrio orgânico, psíquico e social do alunado, gerando aprendizagens significativas.

A atividade de divulgação científica contou com a participação de cerca de 50 pessoas da comunidade local, de diversas faixas etárias e ocorreu simultaneamente a um evento anual da escola na praça da cidade de Itajá. Foi realizada a divulgação de resultados de pesquisa sobre a qualidade local da água em forma de banner. A falta do rigor científico e de aprofundamento em detalhes específicos foi compensada pela abrangência e visão global com que determinados temas foram abordados. Essa é uma das formas de promover a chamada popularização da ciência ao criar uma rede de integração com o mundo atual e o mundo da ciência e dos cientistas,

destacando esse processo complexo como construção humana capaz de interferir na vida das pessoas, seja para a melhoria da qualidade de vida ou trazendo prejuízos à vida no planeta (CARVALHO et al., 2011).

Na sequência, os participantes foram convidados a conhecerem os microrganismos aquáticos por meio da visualização microscópica, participarem de jogos didáticos que abordavam as doenças de veiculação hídrica, entre outros momentos. Atividades lúdicas e interativas são importantes para motivar a participação das pessoas, constituindo-se como um instrumento de desenvolvimento da cidadania pela educação ambiental, conscientização social, sensibilização para problemas socioambientais do entorno da comunidade e aprendizagem para a busca de soluções por meio da reflexão-crítica (MAZZARINO et al. 2010).

Também foi ministrada uma palestra, cuja apresentação transcorreu com a abordagem de informações sobre a água num contexto global e local, diferentes modos pelo qual a água pode ser poluída, o panorama da eutrofização, o problema mundial das cianobactérias tóxicas, de ações preventivas voltadas para a conservação ambiental e sua importância na recuperação ou manutenção da qualidade da água das bacias hidrográficas, seguida de esclarecimentos sobre a qualidade de água e doenças de veiculação hídrica.

Neste evento, grande parte do público presente mostrou-se envolvido com as questões ambientais. Durante a palestra, algumas pessoas da comunidade fizeram questionamentos sobre os temas abordados e comentaram principalmente sobre as fontes de poluição local do açude, indicando as cerâmicas como as principais poluidoras do ar e da água.

Na apresentação do banner, eles se mostraram surpresos com a quantidade de células de cianobactérias presentes na água do açude e preocupados com as consequências que isso poderia trazer para eles.

A visualização dos microrganismos no microscópio foi um dos pontos fortes do evento, pois as pessoas mostravam-se muito curiosas em enxergar pela primeira vez espécies do fitoplâncton e do zooplâncton, questionando sobre a cor, forma e tamanho dos organismos. Foi muito importante perceber o nível de satisfação dos presentes, pelo fato de estarem entendendo e participando ativamente daquele momento.

Esta atividade de divulgação, somada ao trabalho realizado por Sodré e Araújo (2009) contribuiu para a sensibilização desta comunidade face às questões ambientais, fortalecendo sua responsabilidade na fiscalização e no controle de atividades que possam comprometer o ambiente em seu entorno. Segundo Souza e Guerra (2003), a conscientização é um processo pessoal, portanto, não pode ser imposto e acontecer de fora para dentro. Para que este processo aconteça e até se torne mais rápido, é preciso que todos participem dele para promoverem a sensibilização, processo inicial externo que desencadeia a conscientização.

4 CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS

A cartilha foi considerada eficiente no sentido de sensibilizar os participantes, caracterizando uma prática dinâmica e diferenciada de aprendizagem, por oportunizar aos alunos repensarem as atitudes de respeito e cuidado com o meio ambiente, contando ainda com a oportunidade de aprender os conteúdos disciplinares a partir de sua realidade e vivência ambiental. Dessa forma, o momento propiciado aos alunos possibilitou a discussão das questões ambientais, além da construção de novos conceitos e ideias contextualizadas que muitas vezes não são trabalhadas em sala de aula.

A dramatização permitiu maior aproximação com os conceitos mostrados na cartilha, favorecendo a consolidação da aprendizagem sobre as causas e consequências da eutrofização.

Na atividade de divulgação científica, buscou-se atingir não somente a comunidade escolar, mas também a comunidade local, para a sensibilização e compreensão de alguns dos problemas ambientais da região, como a eutrofização.

A pesquisa confirma, então, a importância do uso de atividades lúdicas que instiguem os alunos a pesquisarem e relacionarem o que estudam na teoria e sua importância na vida cotidiana, compreendendo melhor o ambiente em que vivem e sua responsabilidade na transformação desse ambiente.

Diante disso, há o desejo de continuidade dessa pesquisa através da análise de materiais didáticos como guias ilustrados, livros paradidáticos e sequências didáticas específicas sobre os temas aqui tratados, com a finalidade de contribuir com a educação científica na região semiárida nordestina.

REFERÊNCIAS

ABÍLIO, F.J.P. Educação Ambiental: conceitos, princípios e tendências. In: ABÍLIO, F.J.P (Org.). **Educação Ambiental para o semiárido**. João Pessoa-PB. Ed.Universitária da UFPB, p 97-136. 2011.

ALVES, M. R. e BRAUKO, V. Educação ambiental – educação não formal no contexto escolar. **Revista Eletrônica de Educação**. V. 03, número 05, p. 1-20. 2009.

ARAÚJO, M.F.F.; DANTAS, C.M.; AMORIM, A.S.; SILVEIRA, M.L.; MEDEIROS, M.L.Q. Concepções prévias de professores do ensino básico de uma região semiárida sobre qualidade de água. **Educação Ambiental em Ação**. No. 38.ano IX. 2011.

BARBOSA, P.M.M.; ALONSO, R.S, VIANA, F.E.C. Aprendendo ecologia através de cartilhas. **Anais do 7º Encontro da Universidade Federal de Minas Gerais**. p.1-6. 2004.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais /** Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília : MEC/SEF, 436 p.1998.

CARVALHO, I.C.M. A invenção do sujeito ecológico: identidades e subjetividade na formação dos educadores ambientais. In: Sato, M. & Carvalho, I. C. M. (Orgs) **Educação Ambiental: pesquisa e desafios**. Porto Alegre, Editora Artmed. p. 51-64.2005.

CARVALHO, M. T. S.; GONZAGA, A. M.; NORONHA, E. L. Divulgação científica: dimensões e tendências, tendências no ensino de ciências e matemática. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**. v. 4, n. 7, p.99-11, 4 ago-dez / 2011.

COSTA I. A. S., CHELLAPPA, N. T.; ARAÚJO, M. F. F. Estudo do Fitoplâncton da Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, Assu-RN. **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 10, n.1, p.67-80. 1998.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M.; PANOSSO, R.F.; ATTAYDE, J.L.; COSTA, I.A.S.; ARAUJO, M.; SANTOS, C.M. & MELO, J.L.S. *Águas Potiguares: Oásis Ameaçados*. Ciência Hoje, 231: 1-5. 2006.

FREIRE, M. L. S.; SILVA, E. S.; MACHADO, I. C. e BARBOSA, P. M. M. Aprendendo ecologia através de modelos, simulações e cartilhas. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**, São Lourenço – MG, 2009.

MAZZARINO, J.; POLIS, E.; FARIAS, A. M. B. **Comunicação para Educação Ambiental e metodologia participativa: percursos exploratórios**. Caderno pedagógico, Lajeado, v. 7, n. 1, p. 9-20. 2010.

MATEUS, M. B.; PINTO, L.C. L. e SOUSA, H. C. Educação ambiental nas salas de aula: uma maneira diferente de introduzir a temática ambiental. **Educação Ambiental em Ação**. n.37. ano IX, ago-2011.

PETROVICH, A. C. I e ARAÚJO, M. F. F. Percepção de Professores e Alunos sobre os usos e a qualidade da água em uma Região Semiárida brasileira. **Educação Ambiental em Ação**. n. 29. ano VIII, set-nov-2009.

PEREIRA, M.L. Educação ambiental lúdica. In: ABÍLIO, F.J.P (Org.). **Educação Ambiental para o semiárido**. João Pessoa-PB. Ed.Universitária da UFPB, p 419-458. 2011.

REIS, S. M.; SANTOS, A. G. D. Construção de um material didático sobre educação ambiental para dar subsídio na gestão de recursos hídricos em uma empresa da área alimentícia. **Educação Ambiental em Ação**. n.39. ano X, mar-2012.

SOUZA, A. K. P.; GUERRA, R. A. T. Escola e comunidade: uma relação construtiva? Trabalho completo publicado em CD-ROM, **Anais do 2º Encontro Temático Educação Ambiental e Meio Ambiente na UFPB**, João Pessoa, 9-12 de junho de 2003

SODRÉ-NETO, L.; ARAÚJO, M. F. F. Qualidade de água como tema para a socialização do conhecimento científico em região semiárida brasileira. **Educação Ambiental em Ação**. n. 26. ano VII, jan-2009.

VALÉRIO, M.; BAZZO, W.A. O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Revista de Ensino em engenharia**, v. 25, n. 1, p. 31-39, 2008.

VIEIRA, P.C.S., SILVA, A.P.C. e COSTA, I.A.S. Variações na distribuição do fitoplâncton e em variáveis limnológicas na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves/RN. *In*: Eliza Freire, Gesinaldo **Cândido e Pedro Vieira (Org.)**. **Múltiplos olhares sobre o semiárido brasileiro: perspectivas interdisciplinares**. Natal, RN: EDUFRN, p115-146. 2011.



PARTE 3

**CONCEPÇÕES NO ENSINO
DE CIÊNCIAS**

CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DE ESTUDANTES SURDOS E OUVINTES SOBRE MICRORGANISMOS

*Naama Pegado Ferreira
Ivaneide Alves Soares da Costa*

1 APRESENTANDO A TEMÁTICA

Em alguns temas da Ciência e Biologia, é comum haver dificuldades de aprendizagem, especialmente os que têm temáticas que necessitam de um pensamento abstrato para sua compreensão, como átomos, microrganismos, entre outros. Porém, alguns desses temas são relevantes para que os estudantes tenham um adequado letramento científico.

Devido às dificuldades de aprendizagem de estudantes surdos e ouvintes sobre microrganismos, é que a presente investigação teve como objetivo identificar as concepções alternativas de estudantes surdos e ouvintes sobre microrganismos, surgindo pela necessidade de identificar aspectos que facilitem a aprendizagem dos estudantes hipoacúsicos e analisar suas percepções cognitivas e concepções alternativas no que se refere a microrganismos relacionando com a saúde e o ambiente. Portanto, faz-se necessário verificar eventuais equívocos conceituais e dificuldades de aprendizagem apresentados por eles, para que os educadores tenham acesso a diferentes metodologias de ensino, também para este público, na área de Ciências.

Portanto, questionamos inicialmente quais as possíveis contribuições de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa-UEPS sobre microrganismos, para aprendizagem e superação de concepções alternativas de estudantes surdos em salas de aulas comuns. Diante deste questionamento, acreditava-se que os surdos apresentam mais concepções alternativas sobre microrganismos do que os ouvintes e, por apresentarem memória visual mais acentuada, possivelmente apresentam maior dificuldade de aprendizagem em relacionar os microrganismos às suas funções do que identificá-los.

Os sujeitos da pesquisa foram estudantes surdos e ouvintes de turmas do 7º ano de uma escola pública, localizada em Natal/RN. Eles responderam a questionários e os surdos fizeram, também, um teste visual.

Por estes elementos acima relatados, essa investigação configura-se como um trabalho de grande relevância científica e social, por tratar-se de um problema recorrente em várias escolas públicas brasileiras. Do mesmo modo, serve de estímulo a estudos posteriores com este público em diversas áreas do conhecimento além do Ensino de Ciências, pois estes estudantes estão cada vez mais presentes na sala de aula e muitos docentes sentem-se sem embasamento teórico e habilidades necessárias para ensiná-los em seu cotidiano laboral, especialmente temas de caráter científico (SANTOS; LOPES, 2017).

1.1 AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ESTUDANTES EM MICROBIOLOGIA

As concepções alternativas são ideias equivocadas que os estudantes têm a respeito de algum assunto provenientes de seus conhecimentos prévios e que podem interferir diretamente na qualidade da aprendizagem. Estas concepções dos estudantes podem gerar, muitas vezes, equívocos conceituais que se perpetuam durante a vida acadêmica do educando, sendo prejudicial ao entendimento de alguns fatos e conceitos científicos relevantes (CARRASCOSA, 2005).

As mudanças conceituais começam a partir de situações contraditórias que levam o aluno a promover conflitos cognitivos e a superação destes levaria à construção de novos conceitos. Muitos estudantes têm dificuldade de “abandonar” tais ideias e substituí-las por conhecimento científico (AUSUBEL, 2003). Essas concepções errôneas podem ser provenientes de vários fatores, como o cotidiano dos estudantes, a mídia, o livro didático e até mesmo do ensino do professor (BRUM; SILVA, 2015).

Qual de nós já não se viu no lugar dos discentes no que se refere a equívocos conceituais causados por concepções alternativas, no âmbito da Biologia? “Que atire a primeira pedra”. Um conceito é uma ideia que pode ser utilizada em diversos contextos para explicar e/ou antever fenômenos. Dessa maneira, a compreensão conceitual desejada se baseia na competência em usar uma ideia nesses diferentes contextos (WOOD, 2008), não sendo diferente no estudo de microrganismos, que são relevantes para o entendimento de processos biológicos na saúde humana e meio ambiente.

Para Araújo e Medeiros (2014, p.5228), um dos conteúdos que podem gerar concepções errôneas está relacionado com conceitos da biodiversidade, “por se tratar de um conteúdo complexo que aborda vários aspectos dos organismos vivos. Os conteúdos [...] são ministrados em várias séries ao longo da educação básica, com diferentes graus de complexidade e abordagem”. Dentre eles estão os microrganismos, normalmente associados a coisas negativas, como sujeira, ausência de higiene adequada e doenças.

Brum (2014) reitera essa concepção, indicando que os estudantes apresentam uma percepção sobre verme que pode atrapalhar a compreensão sobre as bactérias que, mesmo sendo muito relevantes para a vida do ser humano, são lembradas apenas como doença.

A área da microbiologia é vista como de difícil aprendizagem, pois requer abstração por parte dos estudantes. Cassanti et al, (2008, p.2) confirmam esse pensamento, dizendo que:

(...) a microbiologia é muitas vezes negligenciada pelos professores. Uma das possíveis causas desse fenômeno refere-se às dificuldades para o desenvolvimento de estratégias de ensino-aprendizagem mais dinâmicas e atraentes para os estudantes. O mundo microbiológico pode ser extremamente abstrato para os alunos do Ensino Fundamental, pois, embora seja parte importante de nosso dia a dia, não podemos percebê-lo de forma mais direta por meio dos sentidos. (CASSANTI et al., 2008, p.2)

Mesmo assim, é de extrema relevância a sua abordagem no Ensino de Ciências, para formação pessoal e uma adequada alfabetização científica.

Consoante esta afirmação, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) que regem a Educação Brasileira alertam que: “Entre as intenções formativas [...], importa que o estudante saiba relacionar degradação ambiental e agravos à saúde humana, entendendo-a como bem-estar físico, social e psicológico e não como ausência de doença” (BRASIL, 2002, p.20). Na atual proposta curricular brasileira, homologada em 2017, a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) enfatiza algumas habilidades que os estudantes desde o Ensino Fundamental II deverão desenvolver, tais como:

Relacionar a participação de fungos e bactérias no processo de decomposição, reconhecendo a importância ambiental desse processo.[...] Verificar a participação de microrganismos na produção de alimentos, combustíveis, medicamentos, entre outros. Propor, a partir do conhecimento das formas de transmissão de alguns microrganismos (vírus, bactérias e protozoários), atitudes e medidas adequadas para prevenção de doenças a eles associadas. (BRASIL, 2017)

Sendo assim, na elaboração do currículo, as habilidades devem relacionar o papel dos microrganismos à produção de alimentos, combustíveis, medicamentos e outros produtos conhecidos no cotidiano dos estudantes. É possível incluir habilidades relativas a outros produtos ou às atividades econômicas que utilizam os microrganismos a partir de pesquisas e levantamento de informações.

Nesse sentido, a abordagem histórica do desenvolvimento da biotecnologia traz elementos importantes para a compreensão dos processos e da influência ocasionada na vida humana.

1.2 DIFICULDADES DE APRENDIZAGENS EM ESTUDANTES SURDOS

As dificuldades de aprendizagem são muito importantes de serem estudadas, ante a atual conjuntura da presença na sala de aula de estudantes que apresentam algumas destas características que podem dificultar o processo de aprendizagem, cabendo ao professor procurar diagnosticar adequadamente cada uma destas para lograr, assim, meios de sanar tais dificuldades.

O surdo é visto, oficialmente, como aquele indivíduo que, por apresentar perda auditiva, “compreende e interage com o mundo por meio de experiências visuais, manifestando sua cultura principalmente pelo uso da Língua Brasileira de Sinais” (BRASIL, 2009). Considera-se a deficiência auditiva como “a perda bilateral, parcial ou total, de quarenta e um decibéis (dB) ou mais” (BRASIL, 2009). Essas medições são efetuadas por um exame chamado audiometria tonal.

Com os indivíduos com Necessidades Educacionais Especiais (NEE) cada vez mais

presentes nas salas de aula, constata-se que tais estudantes precisam de atendimento voltado para as suas especificidades inerentes à sua condição, e que podem e têm o direito de se desenvolverem integralmente como os demais cidadãos.

Quanto aos estudantes surdos, apesar de terem uma forma de aprender diferenciada, prioritariamente através da visão (SKLIAR, 2013), eles compartilham também traços da cultura ouvinte. Sendo assim, estes também possuem dificuldades de aprendizagem inerentes a sua condição.

Ainda não há comprovações científicas, mas acredita-se que quando eles aprendem algo erroneamente, sentem mais dificuldades de mudanças conceituais. Isto fica mais evidente quando há mudança de símbolo na Língua de Sinais Brasileira (LIBRAS), pois, quando aprendem um sinal e o correlacionam com o significado, posteriormente tendem a não o trocar, pois aprenderam primariamente daquela forma.

Tal fato torna o ensino para este público uma responsabilidade ainda mais contundente, já que possuem dificuldades provenientes de um mau ensino e, possivelmente, dessa difícil mudança conceitual, caso aprendam erroneamente

Atualmente, nas salas de aula ditas inclusivas, mesmo com o auxílio do professor intérprete, há majoritariamente estudantes da cultura ouvinte. Nessa conjuntura, percebe-se que os planos de aulas são preparados para atender a maioria dos estudantes, ficando a aprendizagem dos surdos prejudicada, muitas vezes. Isto pode ser devido ao número excessivo de educandos por sala, falta de recursos visuais e planejamento adequado e/ou habilidade do professor em trabalhar com estes estudantes. Muitos destes educadores terminaram há mais de uma década sua formação inicial e alguns desconhecem a cultura surda, sua forma de comunicação e de aprendizagem.

Esta visão sobre os estudantes surdos vem sendo mudada paulatinamente, com a cultura surda cada vez mais presente no cotidiano de algumas escolas, sendo estes alunos desprovidos de respeito e ensino diferenciados não por não terem capacidade de aprenderem, mas por terem formas diferentes de aprendizagem.

Soares (2005, p.3) ressalta que “a surdez (...) não se constitui em fator de impedimento à aquisição do conhecimento escolar e que o currículo pode ser o mesmo utilizado na educação comum, exigindo somente adaptações”.

O espaço escolar é um local que possibilita esta aproximação entre estes estudantes, merecendo, portanto, entendimento e respeito à sua cultura por parte dos estudantes ouvintes. Um dos grandes obstáculos a ser vencido nas salas de aula tradicionais e “inclusivas” é a forma como este aluno construirá sua identidade surda dentro da cultura ouvinte, na qual ele também está inserido.

Trata-se, portanto, de um árduo trabalho para os educadores que pretendem desenvolver diferentes metodologias de ensino com estes estudantes surdos. Pois, além de existir a dificuldade inerente ao ensino-aprendizagem relacionado aos microrganismos, torna-se ainda mais desafiadora a abordagem destes conteúdos com esse público. Aliada a isso, ainda existe a

omissão, por parte de alguns professores, em buscar desenvolver nas suas aulas metodologias inclusivas.

A partir desta premissa é que se pretendeu analisar as concepções alternativas dos surdos no âmbito dos assuntos ligados aos microrganismos e sua correlação com a saúde e o meio ambiente.

Dessa maneira, é importante ressaltar que o entendimento de qualquer processo de aprendizagem, seja ele nos surdos ou não, parte da constatação de que o discente “sempre relaciona o que quer aprender com aquilo que já sabe. [...] na construção do conhecimento, o aluno projeta os conhecimentos que já possui no novo, no esforço de se aproximar do que se vai aprender” (SKLIAR, 2013, p.29). Assim, ressalta-se mais uma vez a relevância destes estudos também em relação aos estudantes surdos.

2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para atingir esses objetivos, optou-se por uma investigação qualitativa e descritiva baseada na análise de conteúdo mediante respostas obtidas em questionários, desenhos e entrevistas realizadas com discentes.

Esta ação foi realizada no período de agosto e setembro, do ano de 2018, sendo de caráter qualitativo e quantitativo. Torna-se qualitativa por abranger aspectos subjetivos, respostas diferenciadas e passíveis de distintas interpretações. De acordo com os pesquisadores Dal-Farra e Lopes (2013, p. 72), em “pesquisas qualitativas a ênfase está mais nos significados (‘palavras’) do que nas frequências e distribuições (‘números’), tanto na coleta, quanto na análise dos dados; [...] está envolvida com medidas, mas medidas que são de ordem diferente de medidas numéricas”. Estes e outros autores, como Santos (2003), consideram o uso concomitante das pesquisas qualitativa e quantitativa relevante para obtenção de resultados mais significativos e consideráveis

Os instrumentos de pesquisas utilizados foram questionários fechados e abertos, além da produção dos desenhos, feitas por todos os estudantes, com e sem hipoacusia. A finalidade foi analisar os conhecimentos prévios dos estudantes. Para Gomes (2015, p. 65), o questionário nada mais é do que:

[...] um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador. [...] coleta um grande número de dados, atinge maior número de pessoas (56 simultaneamente), abrange uma área geográfica mais ampla, é mais econômica e obtém respostas mais rápidas e mais precisas. Também há maior liberdade nas respostas, em razão do anonimato; mais segurança, pelo fato de as respostas não serem identificadas e menos risco de distorção, pela não influência do pesquisador (GOMES, 2015, p. 65).

Já o desenho é visto, dentre outras linguagens, como “construções humanas para

expressar ideias, sentimentos, aprendizagens e percepções do mundo. São formas simbólicas de comunicação, através das quais a criança desenvolverá outras capacidades” (SILVA, 2015).

Os resultados posteriores foram analisados, utilizando-se o método indutivo, a partir da análise de conteúdo proposta por Bardin (1977), já que categorias emergentes poderiam surgir ao longo da investigação.

Anteriormente, foi feito um teste piloto visual apenas com os estudantes surdos, a fim de verificar suas concepções sobre os microrganismos. Foram utilizadas 10 figuras extraídas do livro utilizado pela escola.

Esta investigação foi realizada na Escola Estadual Augusto Severo, tradicional e pioneira no ensino de estudantes surdos no estado do Rio Grande do Norte. Ela foi fundada no ano de 1908 e estava localizada inicialmente na Rua Mipibu, no bairro de Petrópolis. No ano de 2016, a estrutura do prédio ficou comprometida e toda a escola foi transferida para um prédio bastante precário localizado no largo Junqueira Aires, no bairro da Ribeira, na cidade de Natal. A escola possui 08 salas de aulas com carteiras e quadros brancos, cantina, quadra, sala de professores, sala da direção e conta ainda com uma sala de recursos multifuncionais, que funciona no contraturno dos estudantes com alguma NEE. Em todas as salas, há a cooperação do professor intérprete de LIBRAS.

O estudo foi delimitado a esta escola por ela atender 25 estudantes com deficiência auditiva em diferentes graus, todos matriculados no ano letivo de 2018, distribuídos nas turmas de 6º, 7º, 8º e 9º anos. A sala com maior número de estudantes surdos era o 7ª ano. Devido aos conteúdos de microrganismos abordados no currículo do Ensino de Ciências da BNCC estarem previstos para este ano de escolaridade, optou-se por trabalhar apenas com essa turma por contemplar o público-alvo da pesquisa.

A escola conta com 03 professores efetivos de Ciências e Biologia, mas apenas 02 ensinam no turno matutino, que é destinado para salas de aulas ditas inclusivas. Sendo assim, a turma do 7º ano escolhida para esse estudo conta com 22 estudantes, sendo 04 com grau de surdez elevada e 18 estudantes ouvintes. Os estudantes surdos foram nomeados como alunos S01, S02, S03 e S04. Para não haver identificação, as respostas foram dadas individualmente e nenhum estudante pôde se comunicar com outro após o término do teste, a fim de evitar troca de informações entre eles.

Segue a caracterização dos estudantes hipoacúsicos:

O aluno S01 tem 14 anos, interage muito com todos os estudantes hipoacúsicos ou não, participa das aulas com a cooperação da intérprete, é conhecido por ser “namorador” e “preguiçoso” para executar algumas atividades solicitadas, apesar de participar das aulas. Não lê textos longos de Português e se comunica apenas por LIBRAS.

O aluno S02 tem 15 anos, interage bem com outros estudantes, é muito esforçado e interessado em aprender, atento e participativo; não falta, mesmo com a ausência de intérprete. Comunica-se prioritariamente através de LIBRAS, faz leitura labial com dificuldade, entende pouco o Português, consegue ler e escrever pequenos textos.

Já o aluno S03 tem 15 anos, não demonstra muito interesse em estudar, apesar de se comunicar bem em LIBRAS, interage principalmente com estudantes hipoacúsicos. Não faz leitura labial, não escreve, nem lê Português com facilidade, apenas reconhece algumas palavras, mas não entende o significado. Participa das atividades quando solicitadas e falta quando não há intérprete, pois não consegue acompanhar as aulas.

O aluno S04, com 14 anos, é o que tem maior dificuldade de aprendizagem, pois além da surdez profunda, apresenta um quadro de microcefalia leve, o que dificulta a aprendizagem, inclusive, dos sinais em Libras. Sendo assim, não faz leitura labial e não sabe se comunicar em português; ele interage mais com estudantes surdos e com os intérpretes e sua aprendizagem é voltada mais a coisas do cotidiano.

O professor de Ciências, do quadro efetivo de professores, tinha menos de 10 anos de experiência em sala de aula e mais de 5 anos de conclusão do curso de licenciatura em Ciências Biológicas, e se mostrou interessado em participar e cooperar durante todo o processo de aprendizagem dos estudantes. Já o intérprete de LIBRAS esteve quase sempre presente durante as aulas, cooperando demasiadamente na comunicação e era contratado pela Secretária de Educação, Cultura, Esporte e Lazer do RN – SEEC para prestar tal serviço aos estudantes, durante o turno matutino.

Os desenhos foram classificados de acordo com as categorias propostas no ensaio de Kose (2008), sendo elas, conforme quadro 1:

Quadro 1 – Níveis de compreensão do conteúdo por meio dos desenhos

Níveis	Nomenclatura	Descrição
1	(SC) – Sem compreensão	Estudantes que não responderam ou disseram que não sabiam.
2	(CC) – Compreensão coerente	Desenhos e/ou respostas com elementos do conteúdo, demonstrando compreensão total do assunto e cientificamente coerentes.
3	(CI) – Compreensão incoerente	Desenhos e/ou respostas que apresentaram incoerência científica nas respostas ou concepções errôneas de determinados termos.
4	(CP) – Compreensão parcial	Ilustrações que denotem compreensão de alguns dos termos científicos pesquisados, compreendendo, em parte, os conceitos baseado no senso comum.

Fonte: Adaptado de Cime, 2013

De acordo com o questionário aplicado, a expectativa de resposta feita aos questionamentos segue explícita no quadro 2 abaixo:

Quadro 2 – Expectativas de respostas dos questionários

Tipo de Perguntas	Conceito	Possíveis respostas esperadas
A B E R T A S	<i>Microrganismo</i>	São seres vivos, microscópicos, que não podem ser vistos ao olho nu. ¹
	<i>Tipos de microrganismos</i>	Vírus, bactérias, protozoários, algas e/ou fungos. ¹
	<i>Relevância dos microrganismos</i>	Para indústria alimentícia, farmacêutica (produção de vacinas, antibióticos), na decomposição de matéria orgânica, para o meio ambiente, na produção de materiais biodegradáveis, entre outros. ¹
	<i>Habitat dos microrganismos</i>	Vários lugares até os mais inóspitos, como (vulcão, solo, água, ar, corpo humano, em outros seres vivos...) ¹
F E C H A D A S	<i>Todos fazem mal à saúde?</i>	NÃO
	<i>Algum faz bem ao meio ambiente?</i>	SIM
	<i>Todos são unicelulares?</i>	A maioria SIM, exceto alguns fungos, por exemplo.
	<i>Vírus são seres vivos?</i>	SIM.

Fonte: a autora. ¹ Conceitos retirados da coleção Investigar e Conhecer, Ed. Saraiva, 2015, Sônia Lopes, escolhidos por fazer parte da maioria dos livros didáticos escolhidos no ensino de Ciências e Biologia no Brasil.

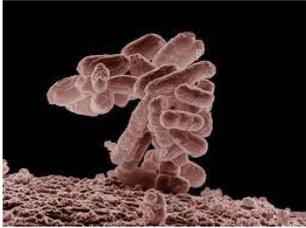
Para analisar as respostas dos questionários, foi utilizada a análise de conteúdo proposto por Bardin (1977). Já as respostas para as perguntas fechadas foram analisadas, categorizando-as como adequada (AD) ou não adequada (NA), por possuir apenas duas opções de escolha.

3 APRESENTAÇÃO DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

3.1 ANÁLISE DO TESTE PILOTO COM ESTUDANTE SURDO

Foram selecionadas 10 figuras (Figuras de 1 a 10) que representassem microrganismos já estudados (fungo, vírus e bactéria) e realizado um teste individual com um estudante surdo, bilíngue, de 15 anos, que cursa o 7º ano do ensino fundamental, na Escola Estadual Newton Braga, localizada na cidade de Natal.

Figura 1 - Bactérias



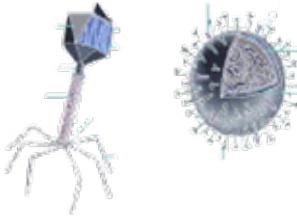
Fonte: Infoescola.com.br

Figura 2 – Fungos macroscópicos



Fonte: Greenme.com.br

Figura 3 – Vírus encapsulado



Fonte: Blogpost.com.br

Figura 4 – Fungos macroscópicos



Fonte: Fungosite.webnode.com.br

Figura 5 – Mofo causado por fungo



Fonte: Estudokids.com.br

Figura 6 – Micose “pé-de-atleta”



Fonte: Dicanews.com.br

Figura 7 – Onicomicose



Fonte: Fotosantesedepois.com.br

Figura 8 – Cárie dentaria



Fonte: Blogpots.com.br

Figura 9 – Jovem espirrando



Fonte: Unimedvtrp.com.br

Figura 10 – Microscópio óptico



Fonte: Mundodastribos.com.br

As figuras foram mostradas uma a uma através de slides e feito questionamentos ao estudante se saberia ou não correlacionar com algo já estudado. Ele estava com o livro didático de Ciências em mãos e ficou à vontade para consultar, por se tratar de um teste de caráter de pesquisa e que não constava como requisito avaliativo no componente curricular de Ciências.

O estudante respondeu sobre a figura referente a uma bactéria, figura 01, que se tratava de uma célula; o que não está conceitualmente errado, já que as bactérias são compostas de células procariontes. Já na figura 02 e 04, lembrou que era “fungo” e que já tinha estudado. Soube, ainda, correlacionar uma figura a outra, dizendo se tratar da mesma coisa. Na figura 03 (vírus encapsulados), não soube dizer a que se referia, só disse que já tinha estudado e recorreu ao livro didático para verificar a figura. Ficou evidente que os livros didáticos são de grande importância na construção do saber dos surdos, mas também podem gerar possíveis concepções alternativas e levá-los a equívocos conceituais. Já na figura 05, o estudante não soube se se tratava de fungo ou bactéria e na figura 06 disse que era um “machucado”, não fazendo correlação do microrganismo estudado com determinadas doenças.

Na figura 07, relatou que se referia a uma “doença”, mas também não conseguiu correlacionar com o microrganismo causador desta. Na figura seguinte (figura 08 – Cárie dentária), disse que estava “sujo”, a pessoa “come demais”, os dentes estavam “quebrados”, e que a pessoa “não limpa”, “não escova”; ainda se expressou dizendo “eca”. Podemos, a partir disto, perceber que, pela reação à figura apresentada, o estudante conseguia relacionar certas doenças a hábitos importantes de higiene, como a escovação, e que é de extrema relevância no ensino da microbiologia saber correlacionar a doença com a forma de combatê-la. Na penúltima figura, soube associar o espirro a uma doença viral comum, que é a gripe. Por fim, na última figura (figura 10 - Microscópio), soube dizer que era um “aparelho” que servia para “ver coisas pequenas”, referindo-se ao microscópio, mas que não tinha em sua escola e se reportou novamente ao livro para mostrar que sabia sobre o que se referia.

3.1 RESULTADOS DO TESTE VISUAL APLICADO AOS ESTUDANTES SURDOS

Para a presente pesquisa, foi relevante a caracterização dos estudantes surdos, descrita anteriormente, como S01, S02, S03 e S04, pelos distintos níveis de surdez e compreensão apresentados por cada indivíduo, que interfere diretamente em sua aprendizagem, pois, apesar de fazerem parte de uma mesma cultura, são dotados de diferentes identidades.

Na figura 01, a colônia de bactérias não foi reconhecida, nem o vírus na figura 03. Eles relacionaram a um vídeo que já viram, relacionando à formação de um bebê ou à aparência de uma aranha, respectivamente. Esses estudantes não fazem distinção entre os microrganismos, ficando mais claro, porém, após o teste visual.

Na figura 02 sobre fungos macroscópicos, dois dos estudantes questionaram se não seria uma planta ou parte dela (flor) pela semelhança, o que é comum também entre estudantes

ouvintes associar o Reino Fungi ao Reino Plantae (SOARES, 2014). Na figura 04, um deles permaneceu com a ideia de relacionar o fungo à planta. Na figura 05, por se tratar de mofo em alimento, 75% dos estudantes surdos não conseguiram reconhecer; apenas um deles sugeriu que fosse sujeira, por relacionar tudo que está em putrefação a coisas sujas, o que também é comum entre estudantes ouvintes, como visto anteriormente.

Já na figura 06, 100% deles correlacionaram a micose à coceira no pé, mas não conseguiram associar a doença à presença do microrganismo. Isso fica mais evidente na continuidade das figuras em que, em nenhum momento, são citados os termos microrganismos ou bactérias novamente, mas correlacionam sempre com a sujeira, como evidenciado desde as respostas aos questionários. Percebe-se isso nas respostas às questões 07 e 08, em que todos falaram que na onicomicose (micose na unha) a unha quebra e, na cárie, o dente está sujo por falta de escovação.

É importante observar que, mesmo não correlacionando com os microrganismos, a ideia sobre higiene corporal está presente e ainda 50% dos surdos evidenciaram que o cigarro é danoso também aos dentes, o que não é normalmente lembrado. Conforme as respostas da figura 09, todos correlacionam o espirro à gripe, por estar presente em seu dia a dia. Apenas 50% deles sabiam a função do microscópio. Isso deixa claro que o aluno surdo faz certa relação de fenômenos biológicos que ocorrem a sua volta com coisas de seu cotidiano, sendo este um dado importante no momento de planejamento do professor.

Quanto ao uso do cotidiano no planejamento, Luckesi, (2014, p. 164) afirma que os conhecimentos utilizados no planejamento são os mesmos que devem, no cotidiano, traduzir-se em prática; caso contrário, serão letras mortas. Não basta usar a Filosofia, a Sociologia, a Psicologia e a ciência específica só no planejar. Importa que, no cotidiano, se verifique o verdadeiro auxílio desses conhecimentos nos atos de ensinar e de aprender (LUCKESI, 2014, p.164).

Desse modo, faz-se necessário o uso de aulas práticas que cooperem com a compreensão dos diversos conceitos científicos pelos estudantes, que estejam relacionados ao seu cotidiano, especialmente para os estudantes surdos que entendem de maneira mais efetiva tudo que é demonstrado em seu campo visual. Ainda há dificuldades enfrentadas pelos docentes nas redes de educação básica quanto à infraestrutura laboratorial, presente em apenas 10% das escolas brasileiras, não existindo ferramentas necessárias para realização da maioria dessas atividades, como microscópios, lupas, entre outros equipamentos (INEP, 2012).

Sendo assim, é importante o professor utilizar coisas do seu cotidiano para que a aprendizagem seja, de fato, significativa ao estudante, independentemente de sua condição e dificuldades de aprendizagem. Em relação ao reconhecimento dos tipos de microrganismos (fungos, bactérias e vírus), as respostas foram classificadas como inadequadas (NA), por não responderem ou associarem corretamente as figuras aos microrganismos. Por relacionar a deterioração da comida pelo fungo à sujeira, na figura 05, um estudante surdo teve sua resposta classificada como adequada (AD).

Quanto aos conceitos de micoses e cárie dentária, representados nas figuras 06, 07 e 08, foram classificados como (AD), pois 100% dos estudantes relataram os sintomas e/ou causas da doença, apesar de não fazerem correlação aos microrganismos como possíveis causadores. Em relação ao entendimento sobre o uso do microscópio óptico, 50% dos estudantes foram classificados como (NA) e outros 50% como (AD), pois esses conseguiam saber a utilidade do microscópio. Ou seja, isso contribui ainda mais com os resultados da aplicação do questionário inicial e final que também indicaram que os estudantes surdos relacionam, assim como a maioria dos ouvintes, os microrganismos à sujeira.

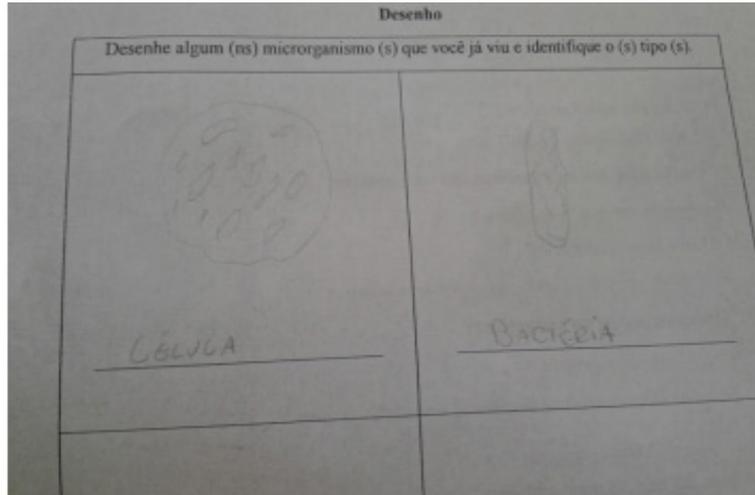
Foi importante perceber que o questionário não foi respondido nem entendido pelo estudante S03, porém ele teve maior desenvoltura em responder durante o teste visual, o que também foi visto em outros estudantes surdos. Sendo assim, acredita-se que o teste visual foi uma ferramenta importante de análise que contribuiu para corroborar as respostas e entendimento dos estudantes surdos sobre microrganismos.

3.2 ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES SURDOS E OUVINTES SOBRE MICRORGANISMOS

A análise mostrou que a maioria dos estudantes, tanto ouvintes quanto surdos, apresentava compreensão incoerente (CI) ou era sem compreensão (SC) dos conceitos sobre microrganismos. Os estudantes surdos correlacionaram os microrganismos apenas à sujeira e falta de higiene e não conseguiam associar às doenças. Já os poucos ouvintes entendiam alguns dos benefícios dos microrganismos.

Os resultados a seguir mostram uma análise das concepções prévias dos estudantes surdos e ouvintes mediante questionário. Pode-se perceber que os estudantes, tanto surdos quanto ouvintes, não responderam à parte do questionário que se tratava dos desenhos, tendo um índice muito baixo de respostas; apenas 0,5% dos 43 estudantes questionados fizeram os desenhos. Apenas um estudante do 9º ano representou um dos microrganismos como sendo uma célula, já que a maioria dos microrganismos são unicelulares. Ele fez essa associação, conforme Figura 11.

Figura 11 – Representação de estudante do 9º ano sobre microrganismos

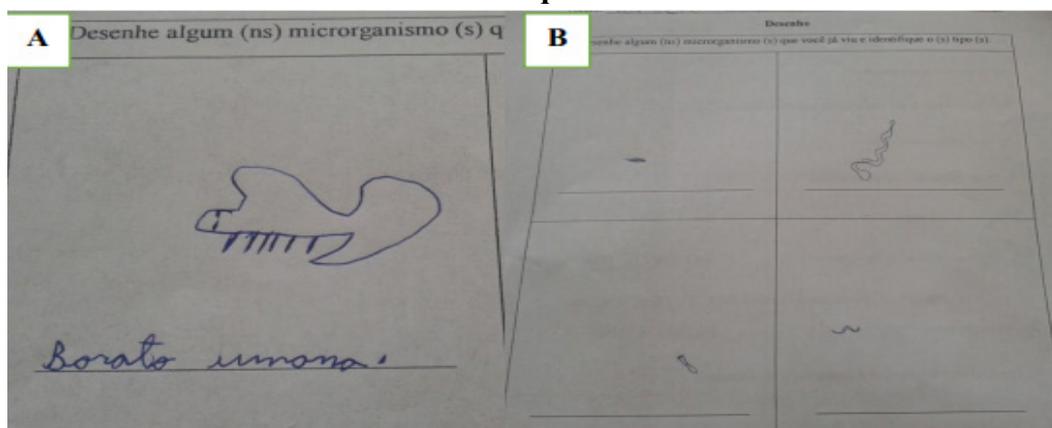


Fonte: Arquivo pessoal

Por isso, tal estudante foi classificado, de acordo com a categorização proposto por Köse (2008), como (CC), por possuir compreensão coerente a respeito dos conceitos científicos sobre microrganismos. É relevante ressaltar, ainda, que tal estudante já apresenta o domínio do conceito de seres unicelulares, ou seja, que possuem apenas uma célula, como sendo uma característica dos microrganismos. Apesar disso, ele consegue associar microrganismo a coisas que não podem ser vistas a olho nu, como o desenho em que se deu a associação entre a célula e a bactéria, que é um ser unicelular

Já os estudantes do 6º ano desenharam e/ou descreveram os microrganismos como uma “barata humana” e outro estudante disse, após ser questionado oralmente, que desenhou “um monte de minhquinho” (H.C.J., 14 anos). Conforme a figura 12, podemos notar que as percepções dos estudantes a respeito dos micróbios, neste caso, estão diretamente relacionadas à sujeira e doenças, pela representação de animais, como insetos, bastante comuns em seu cotidiano pela presença de ambientes sujos e como causadores de doenças.

Figura 02 – Percepção de microrganismos de estudantes do 6º ano (A) Inseto, (B) “Minhoquinha”



Fonte: Arquivo pessoal

Esses dados são compatíveis com outros estudos, como o de Andrade (2014, p. 21), que relata que crianças, comumente, possuem essa compreensão a respeito dos microrganismos: “Elas também têm a percepção de que estes estão em quase todos os lugares, até mesmo no próprio corpo. No entanto, a presença dos microrganismos está sempre associada à sujeira”.

Podemos, assim, classificar esta compreensão incoerente (CI), pois, apesar de não estar condizente com os termos nem conceitos científicos esperados para sua faixa etária, é comum usar o antropomorfismo que, segundo Gasparetto Júnior (2018), se trata de atribuir forma humana a qualquer constituinte da realidade. A maioria dos estudantes preferiu não opinar ou deixar sem respostas, sendo classificados como (SC), ou sem compreensão do conceito pesquisado. Tal estudante não apresenta ainda o domínio do conceito de microrganismo e a diferenciação das características de um ser microscópico, como a uni ou pluricelularidade dos seres vivos, diferentemente do estudante do 9º ano que já tem esse conceito formado.

Sendo assim, apenas 4% dos estudantes do 9º tiveram uma resposta considerada coerente (CC) e 8% dos estudantes do 6º ano (CI) e a maioria dos alunos analisados se recusou a fazer o desenho, entre eles os estudantes surdos, sendo considerados (SC), de acordo com Köse (2008).

Nos questionamentos, foi possível verificar as divergências de percepção entre as turmas do 6º e 9º anos. Quanto ao conceito de microrganismos, no 6º ano, 100%, ou seja, todos os estudantes responderam que não sabiam conceituar ou não quiseram responder. Porém, no 9º ano, houve um maior número de respostas, mesmo que divergentes. Isso se deve provavelmente ao fato de esses estudantes já terem repetido esses conteúdos do 5º ao 8º ano, pois alguns dos assuntos abordados no currículo escolar durante esse período fazem correlação com a célula e os tipos de organismos unicelulares e pluricelulares e, também, microscópicos.

Enquanto 48% dos estudantes não conceituaram, mas exemplificaram o que pra eles seria um microrganismo, outros 36% tiveram uma compreensão coerente (CC) do conceito de microrganismos, relatando que eram “seres que não podem ser vistos à olho nu”. Ainda assim, 4% dos estudantes continuaram com um entendimento incoerente (CI) sobre o conceito, por correlacionar erroneamente seres microscópicos com células humanas. Apesar de não definirem o conceito de microrganismos, 12% citaram exemplos válidos, como vírus e bactérias, explicitando que tinham ideia de que os microrganismos são seres diminutos, como esses.

Quanto ao questionamento sobre os tipos de microrganismos, as respostas foram as mais variadas. No 6º ano, 33% dos discentes apenas citavam que havia diferença entre organismos macro e microscópicos, mas não conseguiam explicar tal distinção. Nos estudantes do 9º ano, os 32% que optaram por responder variaram bastante os tipos de microrganismos conhecidos, sendo mais citados as bactérias e os vírus, 8% cada. Porém, outra coisa interessante foi a comparação com animais diminutos, como é o caso da formiga, reforçando ainda mais a continuidade do antropomorfismo, ainda nessa etapa de ensino.

Trabalhos recentes com professores do Ensino de Ciências também destacam que eles acreditam que aulas práticas são relevantes para compreensão da teoria e entendimento do

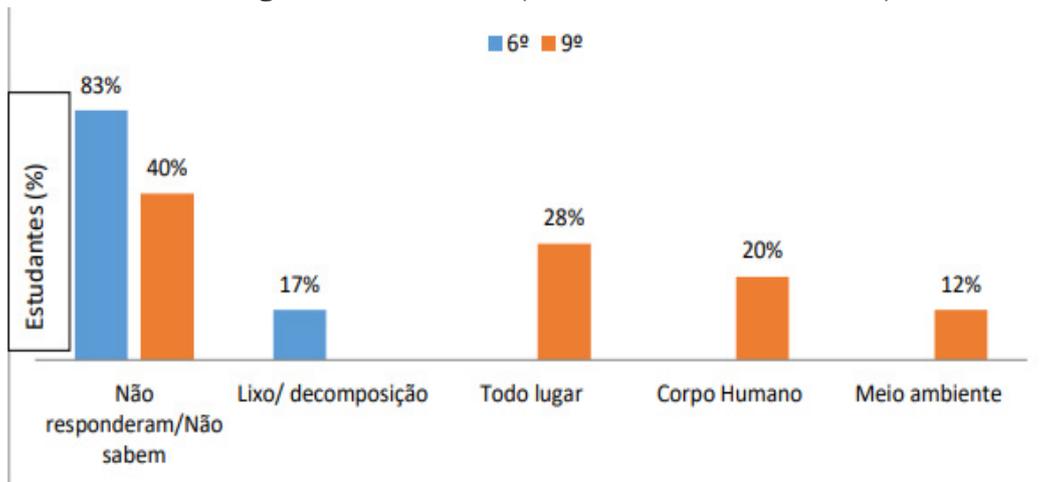
tamanho dos microrganismos, como relata Moresco et al, (2017, p.443): “68% dos professores responderam que as aulas práticas têm como objetivo ‘visualizar os microrganismos’, 23% ‘compreender a teoria a partir da prática’ e 9% ‘entender o tamanho microrganismos’”, confirmando a relevância de aulas práticas para o entendimento desse conteúdo pelos estudantes. A compreensão coerente sobre microrganismos passa mais uma vez pelo conceito de célula, já que alguns dos estudantes acreditam que célula é um tipo específico de microrganismo, em ambas as turmas, evidenciando que esse conceito pode ser perpetuado até outras fases do ensino.

Apenas a partir destes dois questionamentos iniciais é possível verificar que a grande parte dos estudantes realmente preferiu não responder ou dizer que não sabiam, o que foi também possível verificar no restante das questões a seguir. Entende-se que isso seja, possivelmente, causado tanto pela falta de conhecimento sobre o conteúdo, quando pelo “medo de errar”, já que alguns estudantes se sentem intimidados ou diminuídos em relação ao erro conceitual, pois não é comumente uma forma de se avaliar utilizada pelos docentes, como se apenas o acerto pudesse cooperar na aprendizagem. Inclusive, Piaget (1977) acreditava que todas as questões que pudessem ser apresentadas às crianças, até mesmo as “incorretas”, incompletas, não satisfatórias ou contraditórias, dadas por elas, poderiam contribuir no entendimento do processo de pensamento que foi utilizado na construção de cada resposta. Ele entendia que a presença do erro pode ajudar a criança a chegar ao acerto, a partir de sua própria lógica.

Em relação ao questionamento 03, sobre a importância dos microrganismos, houve um crescente aumento das diferentes respostas, em ambas as turmas. 11% dos estudantes, mesmo do 6º ano, conseguiam perceber a importância desses seres para o meio ambiente, como, por exemplo, “na decomposição de animais”. No 9º ano, 28% das respostas foram mais voltadas para o próprio corpo, ficando evidente que estes estudantes entendem a importância destes microrganismos para a saúde humana. Mesmo assim, o número de abstenção de resposta ou desconhecimento do assunto ainda foi considerado muito alto.

Quanto ao questionamento sobre o local onde habitam esses seres, as respostas foram variadas, porém com mais diversidade na turma do 9º ano, com mais de 60% de respostas. Percebeu-se que, na turma do 6º ano, 17% que responderam comparam bastante esse assunto com a sujeira, falta de higiene, podendo confirmar os resultados explícitos nos desenhos anteriormente descritos nesta pesquisa, o que não foi nenhuma vez citado por estudantes do 9º ano. Esta turma, por sua vez, teve respostas mais condizentes com o conhecimento científico dos locais onde vivem estes seres. Desses estudantes, 28% relataram que estes organismos estavam presentes em todos os lugares, 12% especificaram os locais, como água, ar, fazendo parte do meio ambiente e 20% disseram que estavam presentes em nosso corpo (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Percepção dos estudantes do ensino fundamental sobre onde os microrganismos habitam (6º ano N=18 / 9º ano N=25)



Fonte: Autoria própria

Acredita-se que os estudantes vão adquirindo conhecimento sobre o conteúdo, podendo ter uma gama maior de respostas, ao longo da vida estudantil, mesmo com concepções errôneas acumuladas. Isso pode estar relacionado às metodologias de ensino adotadas ou até mesmo a coisas do seu cotidiano, como a mídia. O mais preocupante ainda é a perpetuação de tais concepções e erros, podendo chegar até ao ensino superior, até mesmo em livros didáticos da área de Ciências, como relatam alguns estudos, como os de Oliveira, Lacerda e Bianconi (2016). Por isso, a relevância do papel docente em conseguir identificar e tentar superar tais concepções nos estudantes, sejam elas advindas de livros didáticos, do cotidiano ou até mesmo de ensinamentos anteriores.

Quanto às perguntas fechadas, optou-se não por comparar entre os níveis de escolaridade, mas sim pelas respostas apresentadas em geral pelos estudantes, por se tratar de questões mais curtas. Apenas 16% dos estudantes optaram pela resposta de que todos os microrganismos fazem mal à saúde, mesmo assim podemos perceber que os estudantes ainda correlacionam microrganismos às coisas ruins como o caso de doenças humanas. A maioria dos estudantes, nesse caso, 72% deles, também respondeu que os microrganismos fazem mal ao meio ambiente, possivelmente, pela questão não ser tão generalista. Dentre os dois questionamentos anteriores, a maior parte das respostas foram consideradas (AD) adequadas.

O maior entrave dentre as questões fechadas estava na dúvida se todos eles eram unicelulares, ficando evidente que não se tem um consenso por parte dos estudantes a respeito desta afirmação, pois 46% responderam que sim e 46% responderam que não. A última questão era referente a possibilidade de o vírus ser considerado um ser vivo. Mesmo sendo tão controversa até no meio científico, 76% dos estudantes acreditam que o vírus é um ser vivo, o que não condiz com a maior parte dos livros didáticos que tratam sobre o tema e apenas 8% não souberam responder. Por isso, as duas últimas respostas às perguntas fechadas do questionário para maior parte dos estudantes foram consideradas, para este estudo, como não adequadas

(NA).

Quanto às respostas e percepções dos estudantes com hipoacusia, foi verificado que eram bastante semelhantes aos ouvintes, pois, proporcionalmente, havia estudantes que também preferiam não opinar ou não responder às questões efetuadas. Os 03 estudantes surdos do 6º ano, participantes da pesquisa, responderam apenas às questões fechadas. Acredita-se que se deve à falta de entendimento do conteúdo e até mesmo pela dificuldade de se expressar na Língua Portuguesa, apesar da presença do intérprete. Ainda assim, um desses discentes correlacionou os microrganismos a doenças e a lugares sujos, como também é a percepção de alguns ouvintes no mesmo nível de ensino.

Já os estudantes hipoacúsicos do 9º ano continuaram com as mesmas dificuldades dos estudantes ouvintes e surdos das turmas do 6º ano. Um deles afirmou que os microrganismos poderiam ser encontrados em “casa, Midway”, ou seja, provavelmente ele entende que pode ter em vários locais, mas o surpreendente dos locais citados é que o Midway se trata de um Shopping localizado na cidade de Natal, que é um lugar em que os estudantes da cultura surda se encontram e se identificam. Fica evidente que eles correlacionam estes conteúdos também ao seu cotidiano, como os demais estudantes ouvintes. Segundo Borges e Costa (2010, p.574),

[...] o profissional que atua na Educação Especial não se preocupa exclusivamente em ministrar os conteúdos programados das disciplinas, mas, também, em valorizar todo o conhecimento transmitido pelo aluno, adquirido no seu cotidiano, possibilitando uma maior aproximação entre estudante e professor e, a partir daí, trabalhar o conteúdo pedagógico (BORGES; COSTA, 2010, p.574).

Acredita-se que essas concepções possam se perpetuar ainda mais em estudantes surdos, já que, pela barreira da comunicação, fica difícil desmistificar muitos conceitos aprendidos nos anos anteriores.

Conforme previsto, apesar da tentativa de que os estudantes pudessem expressar seus conhecimentos através dos desenhos, eles, tanto surdos quanto ouvintes, optaram por não realizar tal atividade, impedindo a análise das concepções prévias pelo uso dessa ferramenta. A turma do 7º ano matutino, composta de 22 estudantes, participou da investigação das concepções prévias sobre microrganismos, mas apenas 20 alunos participaram da análise, sendo 04 deles hipoacúsicos. Percebe-se que as respostas dos estudantes ouvintes são similares às dos estudantes surdos, no que se refere à percepção sobre microrganismos, citando, inclusive, a bactéria como um microrganismo. Somente os estudantes ouvintes tiveram uma compreensão mais elaborada cientificamente, aproximando-se ao conceito de célula, o que não foi verificado na resposta de nenhum estudante surdo.

Em relação aos tipos de microrganismos conhecidos pelos estudantes, 75% dos surdos não responderam ao questionamento. Pode-se notar que os estudantes ouvintes, por serem mais numerosos e terem uma linguagem com léxico mais conhecido entre os estudantes, acabam citando um pouco mais outros tipos de microrganismos. Isso não quer dizer que o léxico em

Libras não sofra mudanças, neologismos e empréstimos de outras línguas, pois os próprios estudantes podem criar sinais de acordo com a necessidade, até gerando novos significados. Como cita Albres (2014, p. 137), “[...] os alunos surdos em conjunto com o intérprete combinam sinais para designar conceitos novos a serem usados constantemente em sala de aula [...]. A língua de sinais, principalmente no ambiente escolar, sofre inúmeras criações pelos seus interlocutores”. Apesar disso, os que responderam célula são classificados como (AD) por associar os conceitos de célula a microrganismos unicelulares. O próprio princípio 5 da aprendizagem significativa proposta por Moreira (2016) revela que a linguagem é mediadora de toda percepção humana e está em todas as nossas intenções de percepção de realidade.

No que se refere ao lugar no qual os microrganismos habitam, as respostas foram muito variadas, havendo respostas exclusivas dos estudantes surdos e ouvintes, como na água e no corpo humano, respectivamente. Acredita-se que a água é um conceito bastante trabalhado durante as aulas de ciências, pois 50% dos estudantes surdos fizeram a correlação entre a água e a presença dos microrganismos.

Quando questionados se achavam se todos os microrganismos causam doenças, as respostas foram distintas: 25% dos estudantes surdos citaram que eles faziam bem às plantas e ao meio ambiente, o que é relevante, mas ainda não souberam citar nome específico de algum microrganismo que trouxesse esse benefício e 75% declararam não saber. Já os estudantes ouvintes divergiram nas respostas: dos que afirmaram que não faziam apenas mal foram 30% estudantes e 35% deles indicaram que alguns microrganismos eram bons aos humanos e podiam fazer bem à saúde, sendo essas poucas respostas consideradas adequadas (AD). Percebe-se, nesse caso, que, entre os ouvintes, não há um consenso claro para esse questionamento.

Percebe-se que não apenas os surdos, mas também os ouvintes, em sua maioria, ainda fazem correlação dos microrganismos apenas às coisas ruins, como doenças, o que é reforçado, muitas vezes, em propagandas veiculadas por mídias diversas, pelo próprio livro didático e na sala de aula pelos docentes (BRUM; SILVA, 2015). Possivelmente, os estudantes que responderam de forma diferente já tiveram essas concepções errôneas superadas, o que é importante para que elas não se perpetuem. Porém, acredita-se, com esse estudo, que os estudantes hipoacúsicos, por terem essa dificuldade em superar possíveis concepções errôneas, acabam perpetuando por mais tempo tais conceitos.

A maioria dos estudantes, ouvintes ou surdos, relacionou os microrganismos às doenças, sendo que 90% de todos os estudantes pesquisados não souberam identificar ou relacionar a doença ao microrganismo causador ou o tipo deles. Apenas 25% dos surdos e 6% dos ouvintes correlacionaram os microrganismos à gripe e ao vírus. Oliveira, Azevedo e Sodré Neto (2016) destacam que estudantes, até mesmo do Ensino Médio, continuam com uma visão distorcida sobre microrganismos, aliando-os somente aos causadores de patologias, ao que devemos estar atentos, como docentes, a fim de evitar que os estudantes continuem com tal visão.

Quanto   questão sobre vírus e bactérias serem considerados seres vivos, 50% dos

estudantes ouvintes consideraram que são seres vivos e alguns deles justificaram dizendo que eram vivos, pois possuíam células. Outros disseram que eles conseguiam se reproduzir ou se mexer, sendo classificadas as respostas como (AD). 31% dos estudantes ouvintes tiveram as respostas classificadas como (NA) por afirmarem que não eram seres vivos, pois precisavam de outro ser vivo para se reproduzirem, o que ainda hoje é disseminado como informação nas escolas, já que, por muitos anos, havia divergência científica sobre isso. 75% dos estudantes surdos concordam que esses microrganismos são seres vivos, mas não justificaram o porquê.

Em relação à fonte na qual poderíamos pesquisar tais informações sobre microrganismos, as respostas foram diversificadas apenas entre os estudantes ouvintes, que citaram alguns locais como internet, livros, professor, entre outros. Em contrapartida, 100% dos estudantes surdos revelaram não saber onde achar tais informações, o que é, deveras, preocupante, pois os estudantes, especialmente os surdos, não têm como desenvolver autonomia de pensamento crítico se ao menos não tiverem meios ou souberem como descobrir alguns questionamentos.

O auxílio do professor e do livro didático ainda é visto como uma ferramenta de investigação por parte dos estudantes ouvintes, além da internet que está cada vez mais fazendo parte do cotidiano de todos eles. Acredita-se, com isso, que a internet ainda não é vista, infelizmente, ao menos por esses estudantes surdos, como meio de pesquisa. É vista, apenas, como meio eficaz de comunicação, pois eles a usam diariamente para se comunicar através de vídeos, chamadas e conversas disponíveis em aplicativos diversos.

Possivelmente, isso se deve à falta de inclusão na própria rede de comunicação, já que ainda não há espaços e/ou sites específicos para este público com o objetivo de pesquisas acadêmicas. Alguns sites cooperam no planejamento de aula dos professores que têm estudantes surdos, outros contêm dicionário de LIBRAS, que é, sem dúvida, um recurso inclusivo.

De acordo com pesquisas recentes, através da internet, o surdo consegue se apropriar da informação, gerando impacto direto na sua cultura e identidade surda. Apesar disso e de ser amplamente e diariamente utilizada por este público, a internet ainda não é utilizada como ferramenta de pesquisa por todos os estudantes surdos, já que apenas 15% deles dizem utilizar esse meio para buscas e pesquisas. Outro dado importante é que a maior dificuldade do uso dessa ferramenta reside em não compreender textos (para 22% dos surdos) e em escrever textos em português (para outros 16%) (MIGLIOLI; SOUZA, 2014).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dessa investigação, pode-se constatar que os resultados obtidos correspondem ao que se supunha a respeito das concepções alternativas dos surdos e ouvintes sobre microrganismos. Ou seja, estes estudantes também relacionam esse conteúdo à sujeira e doenças, podendo perpetuar alguns conceitos até o final do ensino fundamental. Isso evidencia que há mais dificuldade em mudança conceitual por parte dos estudantes surdos, pois se acredita que

eles tenham a tendência a perpetuar, por mais tempo, erros conceituais que acabam dificultando sua aprendizagem.

Embora ainda não haja registro na literatura científica, é sabido que os surdos sentem dificuldade em mudar de sinais quando aprendem primeiramente de outra forma, podendo ser um indício que eles tendem a continuar com tais concepções errôneas por mais tempo. Mesmo assim, faltam estudos, nesse âmbito, que comprovem tal afirmação.

A maior parte das dificuldades de ensino de Ciências destinadas a este público, apontadas pelos docentes, refere-se à falta de recursos materiais, formação inicial e continuada dos educadores. Há registros científicos que ratificam essas dificuldades, tais como: o professor ignora o estudante deficiente, por ser minoria na sala de aula; há ausência de AEE e de intérpretes em algumas escolas; falta material adaptado; o vocabulário para área de Ciências ainda é escasso; a falta de conhecimento de LIBRAS, por parte dos professores, dificulta o processo (SANTOS; LOPES, 2017).

Outro entrave ao Ensino de Ciências aos estudantes surdos é a falta de formação docente e conhecimento da cultura surda e de uma padronização/divulgação dos termos científicos em LIBRAS para os professores intérpretes. Tais fatos prejudicam muito o processo de aprendizagem e provocam desinteresse em alguns estudantes. Já que a carência desse profissional ainda é grande, faz-se necessária uma seguridade para continuidade de suas atividades, com carga horária regulamentada e seus direitos profissionais garantidos. Devido a essa escassez, muitas escolas optam por matricularem esses estudantes apenas em um turno específico, desobedecendo às leis que asseguram o livre acesso desses estudantes à escola, sem imposição de horários.

Uma das maiores barreiras enfrentadas cotidianamente por docentes e apoio pedagógico ainda é a escassez de material para educação inclusiva de surdos. Diante disso, ainda temos longos desafios a serem superados, como adaptação do currículo de Ciências para esse público; criação de sinais de Ciências em LIBRAS, que sejam difundidos no meio acadêmico e entre os participantes da cultura surda; formar professores e criar materiais com flexibilidade para os estudantes hipoacúsicos, o que demanda esforço por parte de todos os envolvidos na escola e na academia.

Sendo assim, entende-se que para que haja uma efetiva inclusão é necessária a participação desses estudantes em quaisquer atividades cotidianas na sala de aula e ambiente escolar, sendo responsabilidade de toda a comunidade educativa promover tais situações que favoreçam a aprendizagem, bem como da gestão pública subsidiar meios para que esses e os demais estudantes venham aprender de forma significativa, tornando-se cidadãos preparados para a vida e ativos socialmente.

REFERÊNCIAS

ALBRES, N. A. Estudo Léxico da Libras: uma história a ser registrada. In: LACERDA, Cristina Broglia Feitosa de; SANTOS, Lara Ferreira de (Orgs.). **Tenho um aluno surdo, e agora?** Introdução à libras e educação de surdos. São Carlos, EdUFSCar, 2014.

ANDRADE, J. P. **O ensino da microbiologia na Educação Básica:** uma revisão de literatura. 2014.36 f. (Trabalho de Conclusão de Curso – Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2014.

ARAÚJO, M. F. F.; MEDEIROS, M. L. Q. Concepções alternativas de professores e alunos da educação básica sobre protozoários, reveladas por desenhos, em escolas de uma região semiárida do Nordeste brasileiro. **Revista da SBEnBio**, São Paulo, v.7, n.7, p.5227 – 5238, out. 2014.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** Uma perspectiva cognitiva Editora Plátano, 2003.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edição 70, 1977.

BORGES, F. A.; COSTA, L. G. Um estudo de possíveis correlações entre representações docentes e o ensino de ciências e matemática para surdos. **Ciência e Educação.** v.16, n.3, p.567-583, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, DF, 2017. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: dez. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.** Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. **Lei n. 7.611**, de 17 de novembro de 2009. Dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências. Disponível em: . Acesso em: 27 nov. 2016

BRUM, W. P. O Tema Bactéria no Ensino Fundamental: concepções alternativas dos estudantes sobre as implicações na saúde humana. **Revista Ensino de Ciências.** v. 5, n.2, p. 29-44. jul-dez 2014.

BRUM, W. P.; SILVA, Sani de Carvalho Rutz. As concepções de estudantes do ensino fundamental sobre bactérias e suas relações com a saúde humana. **Revista Ciências & Ideias**, v. 6, n. 2, p. 60-70. 2015.

CARRASCOSA, J. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.** v. 2, n. 3, p.388-402, 2005.

CASSANTI, A. C. et al. **Microbiologia democrática:** estratégias de ensino aprendizagem

e formação de professores. In: BOTÂNICA ONLINE. Disponível em: <http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/Cassantietal2008%20microbiologia.pdf>. Acesso em: 02 out. 2016.

CIRNE, A. D. P. P. **Dificuldade de aprendizagem sobre conceitos de genética no ensino fundamental**. 2013. 245 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

DAL-FARRA, R. A.; LOPES, P. T. C. **Métodos mistos de pesquisa em educação: pressupostos teóricos**. Nuances: estudos sobre Educação, Presidente Prudente, SP, v. 24, n. 3, p. 67-80, set./dez. 2013.

GASPARETTO JÚNIOR, A. **Antropomorfismo**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/cultura/antropomorfismo-2/> Acesso em: 20 de novembro de 2018.

GOMES, M. B. **Transformando ideias em projetos: um guia para organização de pesquisa em comunicação midiática**. Temática. v. 11, n. 9, p. 56-69, 2015.

INEP. Ministério da Educação. **Data Escola Brasil**. INEP, 2012. Disponível em: <http://www.dataescolabrasil.inep.gov.br/dataEscolaBrasil/home.seam> . Acesso em 31 ago. 2018.

KÖSE, S. **Diagnosing Student Misconceptions: Using Drawings as a Research Method**. World Applied Sciences Journal. v.3, n.2, p. 283-293, 2008. Disponível em: . Acesso em: 23 de março de 2017.

LOPES, S. **Investigar e Conhecer: Ciências da Natureza 7**. São Paulo: Ed. Saraiva, 2015.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. São Paulo: Cortez Editora, 2014.

MIGLIOLI, S.; SOUZA, R. F. Apropriação da informação por surdos no ambiente web. In: XV ENANCIB Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, 2014, Belo Horizonte MG. **Anais do XV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação : além das nuvens, expandindo as fronteiras da Ciência da Informação**. Belo Horizonte: Escola de Ciência da Informação, 2014. v. GT3. p. 1222-1241.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica**. Campo Grande, 2005. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/visaoclasicavisaocritica.pdf>. Acesso em: 20 de dezembro de 2016.

MORESCO, T. R.; CARVALHO, M. S.; KLEIN, V.; LIMA, A. S.; BARBOSA, N. V.; ROCHA, J. B. Ensino de microbiologia experimental para Educação Básica no contexto da formação continuada. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 16, n. 3, p. 435-457. 2017.

OLIVEIRA, N. F.; AZEVEDO, T. M.; SODRE NETO, L. Concepções alternativas sobre microrganismos: alerta para a necessidade de melhoria no processo ensino aprendizagem de biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v.9, n.1, p.260-276, jan./abr. 2016.

OLIVEIRA, P. S; LACERDA, C. D.; BIANCONI, M. L. Os aminoácidos nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio e de Bioquímica do Ensino Superior. **Journal of Biochemistry Education**. v.14, n.1, p.52-72. 2016.

PIAGET, J. **A linguagem e o pensamento da criança**. Lisboa: Moraes, 1977.

SANTOS, A. N.; LOPES, E. T. **Ensino de Ciências para surdos numa perspectiva de inclusão escolar: um olhar sobre as publicações brasileiras no período entre 2000 e 2015**. **Debates em Educação**. Maceió, v. 9, n. 18, p. 183 – 203, maio/ago.2017.

SANTOS, I. E. **Métodos e Técnicas de pesquisa científica**. 4 ed. Rio de Janeiro: Impetus, 2003.

SILVA, E. A. T. **Contribuições da Teoria Histórico-Cultural sobre o desenho da criança pequena na Educação Infantil**. 2015, 88 f. Relatório de Iniciação Científica (Graduação em Pedagogia) -Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

SKLIAR, C. (Org.). **Atualidade da Educação Bilíngue para surdos: interfaces entres pedagogia e linguística**. Porto Alegre: Ed. Mediação, v.2, 4 ed., 1999.

SOARES, L. A. L. **A facilitação da aprendizagem significativa do tema “Reino fungi” no segundo segmento do ensino fundamental**. 2014. 209 f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2014.

SOARES, M. A. L. **A educação do surdo no Brasil**. Campinas: EDUSF, 2005.

WOOD, W. B. Teaching concepts versus facts in developmental Biology. **Cell Biology Education, Oxford**, v. 7, p. 10-16, 2008.

CONCEPÇÕES SOBRE CIÊNCIA E CIENTISTA ENTRE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL I

Layana Alves de Moraes
Ivaneide Alves Soares da Costa

1 IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NA ESCOLA

A educação corresponde a um processo constante de reorganização e reconstrução da experiência humana, no qual o indivíduo procura refletir sobre os conflitos que o acomete no seu cotidiano. Considerando as problemáticas socioambientais, políticas, econômicas e culturais que nossa sociedade enfrenta, se faz essencial que a escola se atualize e assuma um papel de incentivadora na transformação do modo de ensinar, aprender e ser atuante na sociedade. “A educação é um processo social, é desenvolvimento. Não é a preparação para a vida, é a própria vida.” (DEWEY, 1967, p.7).

Tristão (2009) afirma que a compreensão do processo educacional permeia a sustentabilidade e a participação, relacionando os conhecimentos científico e social, que referenciam a Educação Ambiental, quanto ao cuidado com a vida e o futuro do planeta.

Moura (2012) defende que se fala muito quanto à relevância de se conhecer algo cientificamente para exercer a cidadania, ou seja, a educação em ciência deve integrar a formação cidadã para que o indivíduo compreenda, exponha sua opinião e tome decisões baseadas no conhecimento sobre o avanço científico e suas incertezas.

Para Amoedo e colaboradores (2016), o exercício da educação científica será possível apenas com uma nova visão do processo de ensino e aprendizagem e de uma nova percepção dos professores. Deve-se partir do pressuposto de construção do entendimento por meio de questionamentos e reflexões, abrangendo desde a educação infantil até o nível superior, de maneira a atingir uma formação e capacitação de professores pesquisadores que possam atuar efetivamente na educação científica em qualquer nível de escolaridade.

Veiga (2004) defende que o professor desempenha um importante papel na educação científica no que diz respeito a proporcionar condições ao aluno para que ele desenvolva a pesquisa. De igual modo, cabe ao professor motivar o aluno, despertar sua curiosidade, sendo mediador do processo, para que o estudante assuma, de forma crítica e ativa, a sua própria vivência educativa na construção do conhecimento, visando sua autonomia intelectual e a socialização desse conhecimento.

A aprendizagem torna-se mais expressiva quando o novo conhecimento é agregado ao que o aluno traz na sua estrutura cognitiva, adquirindo significado quando ele faz relação com o seu conhecimento prévio. Caso contrário, se tornaria uma aprendizagem mecânica e o conteúdo passaria a ser armazenado de maneira isolada, sem associação e atribuição de significado, o que poderia proporcionar que o aluno decore fórmulas, leis, mas, após utilizá-las, rapidamente seriam esquecidas (PELAZZANI et al, 2002).

Para Reis (2008), a aprendizagem de conhecimentos não é o único foco da educação em Ciências. Mesmo que, para o ensino da ciência, a apropriação do conhecimento seja um aspecto muito importante, se faz necessário que ela se acompanhe do desenvolvimento de capacidade e atitudes.

O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes - PISA (Programme for International Student Assessment) da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que corresponde a uma iniciativa de avaliação trienal de competências e conhecimentos de jovens de 15 anos, traz a concepção de letramento científico como:

A capacidade de se envolver com as questões relacionadas com a ciência e com a ideia da ciência, como um cidadão reflexivo. Uma pessoa letrada cientificamente, portanto, está disposta a participar em discurso fundamentado sobre ciência e tecnologia, o que exige competências para: 1. Explicar fenômenos cientificamente: Reconhecer, oferecer e avaliar explicações para fenômenos naturais e tecnológicos. 2. Avaliar e planejar investigações científicas: descrever e avaliar investigações científicas e propor formas de abordar questões cientificamente. 3. Interpretar dados e evidências cientificamente: analisar e avaliar os dados, afirmações e argumentos, tirando conclusões científicas apropriadas. (OECD, 2015, p. 7).

Leff (2000) discute de forma crítica sobre a ciência e a tecnologia terem se tornado a maior força produtiva e destrutiva da humanidade e que essa era do conhecimento representa, simultaneamente, o desconhecimento, o desinteresse, o desapontamento do mundo e o alheamento aos processos e decisões que definem as condições da existência humana. Com essa dubiedade, a insegurança e o desequilíbrio ampliam de maneira equivalente ao agravamento dos impactos do domínio das ciências sobre a natureza.

Para Veiga (2002), com o progresso da ciência e tecnologia, têm-se problemas socioambientais, que demonstram a importância de levar a ciência ao conhecimento público, desmistificar a imagem tradicional a ela atribuída e questionar sua utilização e benefícios. Com isso, percebe-se que é relevante saber o direcionamento do avanço da ciência, levando em consideração as necessidades da sociedade e ir além de aspectos técnicos e limitados, desempenhando papel essencial para sua produção e utilização.

Santos (1992) defende que é essencial a utilização de temas referentes às questões sociais que envolvem os aspectos de ciência e tecnologia, ligados à vida dos educandos, de maneira que estes desenvolvam atividades nas quais discutam seus pontos de vista sobre as possibilidades de solução, como atitudes de tomadas de decisão necessárias para as problemáticas enfrentadas no contexto no qual estão inseridos.

Os conteúdos abordados pelos educadores se ampliam e se renovam constantemente de maneira que se faz fundamental sua problematização e não apenas serem transmitidos para os educandos. Inclusive, pode ser considerado um diferencial os educadores trabalharem de forma interdisciplinar o assunto advindo de uma investigação temática e, além disso, é importante uma postura dialógica, a qual se inicia já na busca do conteúdo programático e no planejamento da atividade (FREIRE, 1987).

Segundo Raynaut (2011), trabalhar a interdisciplinaridade está relacionado a sair da zona de conforto das certezas e passar a considerar os meios como algo relevante, trabalhando com a intersecção entre as disciplinas do campo do saber. Para Piaget (1973), utilizar-se da interdisciplinaridade é uma oportunidade de interconectar diversas disciplinas que promovem uma interação real e potencializam a construção do saber à luz de um conhecimento menos restrito e limitado.

A formação dos professores das ciências naturais é um desafio, pois se faz necessária uma formação científica sólida, participativa e que contribua com a melhoria da qualidade de vida dos indivíduos. Esse contexto vai muito além da utilização de currículos que abrangem a cultura científica; é preciso desenvolver mecanismos e estratégias na formação dos professores, além de que é importante levar em consideração a heterogeneidade e particularidade dos cursos de professores nas áreas das ciências, considerando-se a compreensão popular e comum da ciência, mas também a compreensão científica dos sujeitos (IRWIN, 1998).

A formação dos professores está relacionada com a oportunidade de os envolvidos se apropriarem de conhecimentos científicos importantes, considerando os aspectos científico, social e cultural, motivando a curiosidade e a problematização, a postura crítica e a participação ativa e responsável diante da sociedade. De igual modo, são importantes de atitudes de reflexão, imaginação, criação, investigação e atuação sobre seus contextos relacionando ciência, tecnologia e sociedade, no processo conhecimento-emancipação, em uma perspectiva transformadora na prática educativa.

Moura (2014) discorre em seu trabalho sobre a importância de existir o objetivo por parte dos educadores sobre fazer com que os alunos e professores aprendam e ensinem sobre a Ciência e não somente Ciência, ou seja, compreendendo o que é denominado de “natureza da Ciência”, a qual corresponde ao conjunto de elementos que abrangem a construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico, que vai desde aspectos como método científico a elementos sociais, culturais, religiosos e políticos quando se refere à aceitação ou rejeição de ideias científicas. Essa compreensão está relacionada a preceitos essenciais no que diz respeito à formação de alunos e professores, pois estes serão incentivados a serem mais críticos e integrados com a realidade em que vivem.

A alfabetização científica é relevante para as sequências didáticas investigativas e seu objetivo é, principalmente, democratizar os conhecimentos científicos (AULER; DELIZOICOV, 2001). Esse contexto é fundamental para a utilização de ensino objetivando a formação dos estudantes como cidadãos atuantes na sociedade.

Castro e Motokane (2017) ressaltam que é importante o indivíduo se familiarizar com a linguagem da ciência para que seja alfabetizado cientificamente, pois isso proporcionará o desenvolvimento de habilidades e auxiliará na atribuição de sentidos e significados e, conseqüentemente, na sua compreensão de mundo, sendo essencial para uma proposta de ensino que objetiva a formação cidadã dos estudantes para atuarem na sociedade.

Conforme Driver e colaboradores (1999), o ensino e aprendizagem das ciências na visão investigativa estão relacionados com o acesso dos estudantes às práticas científicas e na maneira de se conhecer esse mundo. Compreende-se que esse conhecimento é construído em conjunto, validado e comunicado na academia e o professor faz a mediação da interação dos alunos com o conhecimento científico, o qual vai além de uma reprodução de conteúdo e teorias.

A problemática ambiental é considerada o campo que abrange as inter-relações sociedade-natureza, por isso, seu conhecimento demanda uma abordagem abrangente e um método interdisciplinar, que proporcionem a integração das ciências da natureza e da sociedade, do plano do ideal e do material, da economia, da tecnologia e da cultura (UNESCO, 1986).

A visão que correlaciona os aspectos social e ambiental é orientada pela complexidade da racionalidade e a interdisciplinaridade, de modo que o meio ambiente não se faz sinônimo de natureza intocada, mas, ao contrário disso, interage com os aspectos cultural, social e natural, apresentando, nessa relação, modificações mútuas e dinâmicas (CARVALHO, 2008, p. 37).

Nesse capítulo, conheceremos as concepções de estudantes do ensino fundamental, anos iniciais, sobre o que é ciência, para contribuir com o processo de alfabetização científica a partir de questões ambientais locais.

2 ELABORAÇÃO DE OFICINA PARA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Realizou-se uma oficina intitulada *Ciências para todos*, com duração de 8 horas/aulas, nos turnos matutino e vespertino, para cinco turmas, do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental e uma turma da Educação de Jovens e Adultos - EJA, compondo uma média de 14 alunos por turma, totalizando 80 alunos. Esse quantitativo correspondente a 80% do total de estudantes da Escola Municipal Henrique de Oliveira Fagundes, situada no município de Pureza, estado do Rio Grande do Norte.

Esta atividade contempla parte de um Programa de Extensão “Empoderamento de populações via educação” (PG008-2016), desenvolvido pelo Instituto de Medicina Tropical (IMT) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) que abrange ações de educação em saúde e educação em ciências. Pela sua natureza multidisciplinar, o trabalho contou com a participação de bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência, Subprojeto Biologia (PIBID/Bio) da UFRN, além da colaboração e participação dos professores da Escola.

Nesse contexto, aconteceu o desenvolvimento do projeto de mestrado intitulado “Avaliação da qualidade de água em um trecho da bacia hidrográfica do Rio Maxaranguape (RN): contribuições para a educação em ciências e ambiental.” O projeto contemplou atividades de pesquisa científica e educação ambiental. Como uma das atividades, além da oficina em questão, ocorreu a realização de uma trilha interpretativa na nascente do Rio Maxaranguape, em Pureza (RN), com os alunos dessa escola.

Para garantir os direitos éticos, os participantes foram apresentados ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e convidados a preenchê-lo, no qual constam esclarecimentos dos instrumentos de análise da realização das atividades, para fins da pesquisa, garantindo o anonimato dos envolvidos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da instituição responsável e compõe o Projeto de Pesquisa sob Certificado de Apresentação para Apreciação Ética de número 12584513.1.3001.5577.

Esta pesquisa compreende uma perspectiva qualitativa que pressupõe o diálogo, as percepções e interpretações das pessoas, buscando extrair novos conhecimentos construídos. A coleta e análise dos dados resultantes foram realizadas a partir de instrumentos com base no posicionamento dos alunos (LAVILLE; DIONNE, 1999).

A oficina teve como base conteúdos que dizem respeito ao que significa ciência, quem faz, onde e como se faz ciência, sua importância para nossas vidas hoje e para o futuro, como podemos encontrá-la no dia a dia e a relação entre ciência e a tecnologia, assim como da ciência e a cidadania. O intuito era auxiliar os alunos a desenvolverem a capacidade de argumentação sobre a ciência no cotidiano, discutindo a temática ambiental para que se apropriassem de vocabulário científico, incentivando-os a desenvolverem uma postura crítica e reflexiva quanto à importância do conhecimento científico frente às problemáticas socioambientais e reconhecer seu papel cidadão na preservação do meio ambiente.

Esse entendimento foi fundamental para a construção das etapas da realização da oficina, conforme sintetizado no quadro 1.

Quadro 1 – Etapas de realização da oficina de alfabetização científica

ETAPA	OBJETIVO	ABORDAGEM METODOLÓGICA
1	Levantamento de conhecimentos prévios dos alunos	Roda de conversa sobre o que é ciências, quem faz e onde se faz, a fim de nortear as discussões ao longo da oficina e despertar a curiosidade. Confeção de cartazes por meio da transcrição das respostas dos alunos com anotações em cartazes fixados na sala.
2	Desmistificar o estereótipo do cientista	Roda de conversa com o questionamento introdutório sobre o que é um cientista. Respostas registradas em instrumento de coleta de dados. Depois, apresentação de imagens em multimídia de diferentes perfis de pessoas e questionamento sobre quais deles poderiam ser um cientista. Discussão sobre não haver um perfil padrão para uma pessoa que desenvolve ciência.
3	Conhecer algumas invenções de cientistas	Roda de conversa com questionamentos sobre invenções conhecidas pelos alunos e apresentação em multimídia de cientistas que trabalharam em descobertas que utilizamos hoje, inclusive, jovens cientistas do RN.

4	Conversar sobre “como se faz ciência”	Contação de história direcionando a ênfase sobre como se faz ciência, evidenciando as habilidades de observar, questionar, supor, testar, concluir (Método científico)
5	Compreender como a ciência afeta o nosso cotidiano	Questionamento sobre onde encontramos ciência no dia a dia. Divisão da turma em grupos para discutirem e socialização e discussão com o grande grupo.
6	Relacionar a ciência com a responsabilidade socioambiental	Discussão sobre como o modo de vida do homem pode afetar o meio ambiente e como a ciência influencia no nosso cotidiano, para que essa consciência reflita em nossas atitudes. Exibição de vídeo de animação.
7	Refazendo os questionamentos iniciais	Questionamentos iniciais refeitos para comparação das respostas. Respostas anotadas em cartazes fixados na sala.
Avaliação		

Fonte: Autoria própria

3 PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE CIÊNCIA E CIENTISTA

Ao questionar inicialmente os alunos sobre o que é um cientista, percebeu-se que os eles expuseram termos que consideravam pertinentes ao cientista, relacionando-os à sua atuação e atribuindo significados. Eles demonstraram curiosidade e até mesmo conflito no entendimento para conseguirem associar a ciência com uma realidade mais próxima do dia a dia, sendo o próprio estudante o protagonista em fazer ciência, mesmo que os produtos sejam coisas que utilizamos, conforme discriminado no quadro 2.

Quadro 2 – Fragmentos de respostas da percepção inicial dos alunos sobre o que é um cientista

ANO	DEFINIÇÕES INICIAIS FEITAS PELOS ALUNOS
1º e 2º	<i>Física; faz coisas legais; Prof. Antônio; faz vulcão; escreve muito; junta experimento; doutor (criador das meninas superpoderosas).</i>
3º	<i>Dentista; trabalha na energia; faz remédio; doutora; mágicas; brinquedos; trabalha cavando buraco.</i>
4º	<i>Pessoas que estudam muito; inventor; descobre a ecologia; faz químicas; descobre coisas; estuda coisas; estuda ciências; estuda animais.</i>
5º	<i>Quem faz experimento; estudos; inventor; faz produtos; médico.</i>
EJA	<i>Estudante; inventor (robô); pessoa inteligente; curioso; qualquer pessoa.</i>

Fonte: Autoria própria

A princípio, algumas respostas demonstraram que se tratava de algo mais distante, inacessível e até desconhecida a sua abrangência. Essa realidade é vivenciada muitas vezes na prática educacional, devido à dificuldade de associar a ciência à nossa realidade. Contudo, se existe algo que não pode acontecer, é a ideia de ciência desvinculada ou descontextualizada da

realidade, pois ela se faz fundamental para compreensão de toda a realidade em que estamos inseridos (SILVA, 2017).

Quanto à desmistificação do estereótipo do cientista, ao apresentar as imagens dos diferentes perfis de pessoas e questionar aos alunos sobre quais poderiam ser a representação de um cientista, eles demonstraram, no geral, maior percepção em relação à imagem tradicionalmente estereotipada, da figura do homem no ambiente de laboratório (Quadro 3).

Quadro 3 – Percepção dos alunos sobre a representação de um cientista

Ano	PERFIS APRESENTADOS AOS ALUNOS ATRAVÉS DE IMAGENS			
	Homem laboratório	Ator	Homem estudante	Mulher
1º e 2º (n=25)	100% dos alunos	52% dos alunos	40% dos alunos	20% dos alunos
3º (n=14)	58% dos alunos	29% dos alunos	29% dos alunos	15% dos alunos
4º (n=14)	100% dos alunos	0% dos alunos	0% dos alunos	0% dos alunos
5º (n=16)	100% dos alunos	13% dos alunos	38% dos alunos	25% dos alunos
EJA (n=13)	54% dos alunos	31% dos alunos	23% dos alunos	46% dos alunos

Fonte: Autoria própria

A visão estereotipada do cientista é uma realidade que acontece comumente na sociedade e os resultados demonstraram o reflexo disso, reforçando como ainda está enraizada na nossa cultura essa concepção. Contudo, foi possível perceber que os alunos não descartaram totalmente a possibilidade de que outros perfis pudessem representar uma pessoa que faz ciência, exceto o 4º ano, que apresentou uma visão mais restrita (REIS; RODRIGUES; SANTOS, 2006).

Silva, Santana e Arroio (2012), em sua pesquisa com a visão de Ciências e Cientistas através de desenhos, constataram o padrão recorrente da imagem do cientista como sendo de um homem e não uma mulher, o que demonstra a influência dos estereótipos em relação ao gênero masculino que predomina nos meios de comunicação e, de certa forma, se propaga como visões tradicionais de dominação sobre o feminino.

Estudos como os de Zanon e Machado (2013) e Melo e Rotta (2010) também fazem relação das perspectivas de alunos com a representação da figura do cientista de forma estereotipada, do cientista no laboratório, realizando experimentos, normalmente utilizando jaleco. Assim, permanece uma visão comumente encontrada na população e, com isso, podemos ressaltar a importância de desmistificar essa concepção, ressignificando-a de maneira que os alunos percebam que não existe um padrão no aspecto estético para uma pessoa que faz ciência.

Quando os alunos foram questionados sobre quais as invenções conheciam, inicialmente, eles ficaram preocupados em mostrar exemplos de cientistas que trabalharam em grandes descobertas, mas quando direcionou-se a discussão para exemplos de processos de descobertas

de coisas que encontrarmos em casa, na escola, eles perceberam minimamente como a ciência afeta suas vidas. Foi possível constatar respostas que permeiam vários segmentos de uso tecnológico e podem ser atribuídas à realidade e contexto vivenciado pelos alunos, conforme quadro 4.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) defendem que ter acesso ao conhecimento sobre o desenvolvimento tecnológico se faz uma oportunidade essencial para a população e, além disso, possibilita que se avalie as coisas criticamente e participe-se ativamente das tomadas de decisões que influenciam o meio em que vivemos. Com isso, familiarizar os alunos com invenções ao longo da história promoveu uma interação entre aspectos nos âmbitos social, ambiental, econômico e cultural nas discussões, desmistificando a ideia de que se refere a algo distante da nossa realidade.

Quadro 4 – Fragmentos de respostas da percepção dos alunos sobre as invenções que conheciam

ANO	CONHECIMENTOS SOBRE INVENÇÕES
1º e 2º	<i>Tijolo; cerâmica; gesso; barro; telha; tesoura; tinta; luz; televisão; mesa; cadeira; lápis; jogos; papel; relógio; sapato; internet; tênis; maquiagem; quadro; coleção.</i>
3º	<i>Televisão; ventilador; computador; energia; tablet; celular; caixa de som; notebook; relógio; robô; avião; cadeira; casa; bonecos com controle remoto; câmera; carro; videogame; óculos; papel; lanterna; impressora; luz (lâmpada); números.</i>
4º	<i>Carregador; pen drive; som; DVD; cartão; computador; vidro; prancha de cabelo; rádio; TV; lâmpada; avião; foguete; navio; lancha; tablet.</i>
5º	<i>Robô; relógio; cama; câmera; televisão; rádio; videogame; computador; celular; ventilador.</i>
EJA	<i>Carro; avião; moto; bateria; navio; papel; panela de pressão; cola; relógio; cadeira; casa; paraquedas.</i>

Fonte: Autoria própria

Com a realização da contação de história, que compreende aspectos sobre as etapas que orientam os métodos científicos, a partir da história de um estudante do Ensino Médio, cuja experiência com moscas motivou os estudos por cientistas, foi possível perceber que os alunos se envolveram com a história, participaram, questionaram e, com isso, foi possível promover uma discussão sobre o fato de que nem toda pesquisa se faz necessariamente no laboratório e que no dia a dia podemos fazer ciência pelo despertar da curiosidade. Com isso, a observação, os questionamentos, a suposição, os testes e a conclusão, dessa forma, foram realizados numa roda de conversa sobre as etapas que compõem o método científico.

Para Matthews (1994), o foco da educação científica vai além do conhecimento de conceitos e práticas científicas, pois ela está relacionada à iniciação dos alunos na cultura das ciências, de maneira que eles se familiarizem com a sua natureza e com a prática e, com maior afinidade, do conhecimento construído, que se torna possível devido ao papel intelectual ativo do aluno nessa construção. Assim, promove-se, então, uma aprendizagem mais significativa.

Carvalho (2013) defende que, na resolução de problemas, incentiva-se os estudantes

ao desenvolvimento de práticas importantes das ciências, como levantar hipóteses, explicar e argumentar, pois o aluno é levado a pensar, discutir e justificar seus pensamentos, de maneira que irá utilizar seus conhecimentos em situações diversas.

Ao dividir a turma em grupos para que discutissem e registrassem onde encontram a ciência no dia a dia, de acordo com os ambientes onde normalmente estão nos respectivos horários, manhã, tarde ou noite, foi possível vivenciar um momento coletivo de suma importância para incentivar o bom relacionamento interpessoal e discussões de ideias. Assim, os alunos se envolveram na atividade e trabalharam em conjunto para descobrirem o máximo de respostas juntos e compreenderem como a ciência afeta o nosso cotidiano. Expressaram em suas respostas um pouco da realidade vivenciada em suas rotinas diárias, enfatizando o turno e a realidade correspondente, seja no ambiente escolar, familiar ou entre amigos e, a partir desses contextos, além de todas as discussões anteriores, o que acreditavam fazer parte da ciência, considerando os aspectos que a compõem, conforme pode ser observado no quadro 5.

Quadro 5 – Fragmentos de respostas da percepção dos alunos sobre onde está a ciência no dia a dia, durante a manhã, tarde e noite

Ano	Onde está a ciência no ambiente em que estou pela manhã?	Onde está a ciência no ambiente em que estou pela tarde?	Onde está a ciência no ambiente em que estou pela noite?
1º e 2º (Turno Vespertino)	<i>Ventilador; celular; cama; casa; chuveiro; sanitário; som; TV.</i>	<i>Árvores; plantas; animais; luz; cadeira; cachorro; nuvens; flor; jardim; planeta; sol; coqueiro; relógio.</i>	<i>TV; sofá; cama; mesa; DVD; geladeira; carro; estante; energia; animal; cavalo; natureza.</i>
3º (Turno Matutino)	<i>Ventilador; liquidificador; pintura; quadro; chuveiro; caixa d'água; sanitário; calendário; números; alfabeto.</i>	<i>Televisão; lâmpada; ventilador; celular; energia; computador; panela; fogão; água.</i>	<i>Televisão; ventilador; helicóptero; livros; luz; poste; bicicleta; bola; balanço; trave; café; cama.</i>
4º (Turno Matutino)	<i>Relógio; luz; televisão; telefone; cadeira; mesa; lápis; ônibus; computador; quadro; eletricidade.</i>	<i>Ventilador; tablet; televisão; computador; relógio; celular.</i>	<i>Eletricidade; cama; ventilador; repelente; cobertor; telefone; janela.</i>
5º (Turno Matutino)	<i>Roupa; relógio; caderno; livro; espelho; óculos; parede; janela; celular; quadro; brincos; mesa; ventilador; lâmpada.</i>	<i>Televisão; bebedouro; DVD; freezer; rádio; torneira; geladeira; garrafa; trave; baladeira; bola; tablet; celular; computador.</i>	<i>Cama; televisão; CD; DVD; câmera; óculos; notebook; espelho; som; ventilador; guarda-roupa; celular; tablet; instrumentos musicais.</i>
EJA (Turno Noturno)	<i>Gás; geladeira; antena parabólica; máquina de remendo (borracha).</i>	<i>Ponte; micro-ondas; televisão; ferro; GPS; chuveiro; secador; bicicleta; botijão de gás; ar-condicionado.</i>	<i>Relógio; ventilador; liquidificador; lâmpada fluorescente; cacimbão; prancha de cabelo; panela; cafeteira.</i>

Fonte: Autoria própria

Carvalho (2011) faz pontuações importantes sobre atividades investigativas em sala

de aula, como a importância de estabelecer um problema na construção e do conhecimento científico, a evolução do exercício manual para o intelectual, o alcance da consciência das atitudes e explicações de cunho científico. Além disso, se faz uma oportunidade de haver a participação ativa e interação social entre os estudantes e o professor, valorizando os conhecimentos prévios e estimulando sua ressignificação.

Ledreman (2006) defende que o ensino por investigação possibilita ao estudante fazer relação entre os aspectos tradicionais das ciências, o conhecimento científico e o pensamento crítico.

Quando socializaram o resultado com o grande grupo, foi possível perceber que os alunos expressaram que o conhecimento sobre a ciência afeta o meio no qual estamos inseridos e sua importância para preservação do meio ambiente, sendo possível a discussão sobre como o nosso conhecimento irá refletir nas nossas atitudes e na nossa realidade.

Para Chinen (1999, p.41), o ambiente corresponde à junção de aspectos físicos e químicos, naturais e sociais, nos quais o homem está inserido, como indivíduo e sociedade, de forma que haja uma interação, abrangendo o desenvolvimento das atividades humanas e a preservação da natureza, considerando elementos nos campos da ética, política, cultura, tecnologia e economia.

Após a exibição do vídeo (Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=tax-EunoF-w>) de animação sobre como o modo de vida do homem pode causar alterações no meio ambiente e, conseqüentemente, a todos os seres vivos, foi possível realizar uma roda de conversa com os alunos sobre suas percepções em relação ao contexto abordado no vídeo, quanto à nossa contribuição para diminuir os impactos ao meio ambiente, como economia de água, diminuição da poluição e destino correto do lixo de suas residências. Foi ressaltada a importância do conhecimento sobre a ciência em relação à responsabilidade socioambiental, para melhor qualidade da vida na Terra, aspectos que são bem contextualizados na animação, facilitando a construção do conhecimento e a associação dos elementos contidos no vídeo às suas vidas cotidianas.

Loureiro (2005, p.93) defende que é essencial associar os processos do campo educacional formal às outras atividades do âmbito social que lutam em prol da qualidade de vida e da sustentabilidade. Se faz prioridade a realização de projetos e atividades que integrem a escola à comunidade, objetivando a construção do conhecimento e a reflexão e atitude de forma efetiva sobre o contexto socioambiental em que se está inserido.

Simovska (2008) considera que os alunos que têm a oportunidade de participação ativa na melhoria do seu ambiente e atuam como protagonistas da sua própria aprendizagem tornam-se capacitados a assumirem responsabilidades na realidade de suas vidas e a lidar com as transformações.

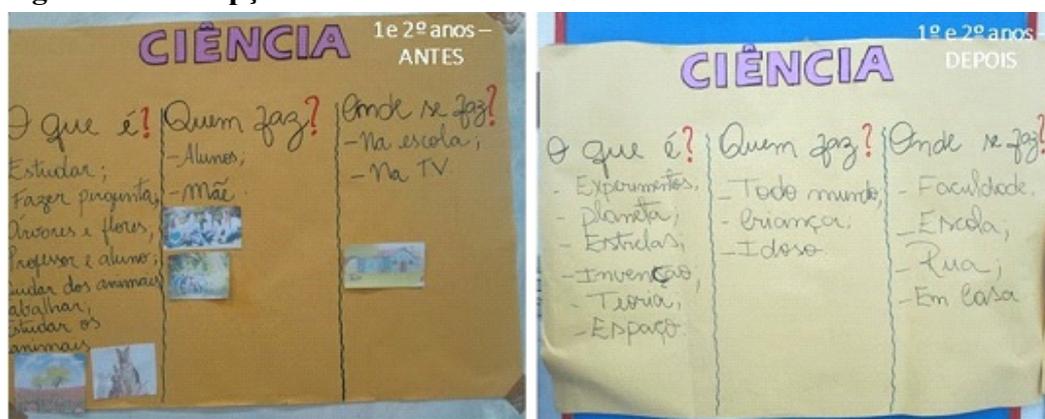
Para Gil e Torregrosa (1987), na perspectiva do ensino por investigação, a problematização é muito mais que aplicar exercícios mecânicos como encontrados em livros didáticos, pois

a proposta é que os problemas abordados simulem situações que fazem o educando pensar cientificamente.

Com o questionamento aos alunos sobre o que é ciência, quem faz e onde se faz ciência, foi possível perceber que eles demonstraram, nos questionamentos após a oficina, maior percepção, comparativamente com os iniciais, com respostas mais completas do que já traziam em seus conceitos pré-estabelecidos, sobre a relação da ciência com o nosso cotidiano, desmistificando a ideia de que a ciência é algo distante (Figuras 1 a 4).

Os alunos dos 1º e 2º anos trouxeram, inicialmente, no que se refere à ciência, uma concepção abrangente e diversificada, com por exemplo, termos como “estudar” e “fazer pergunta” (Figura 1).

Figura 1 – Percepções inicial e final sobre Ciência dos alunos do 1º e do 2º ano



Fonte: Arquivo pessoal

Após a oficina, foi possível constatar a concepção de que é possível fazer ciência em ambientes escolares, mas também em casa ou na rua. Eles mostraram expressão de termos como “experimentos”, “planeta” e “teoria” introduzidos em seus discursos, mostrando aquisição de conhecimento e vocabulário científico, além da associação da ciência com sua realidade de vida cotidiana.

Os alunos do 3º ano apontaram inicialmente concepções pouco diversificadas, no que diz respeito ao que é ciência, utilizando termos como “trabalho” e, após a oficina, trouxeram termos mais amplos como “tecnologias” e “experimentos” (Figura 2). Quanto a quem faz e onde se faz ciência, o leque de abrangência ficou evidenciado com os termos utilizados como “todos nós” e “em todos os lugares”, respectivamente.

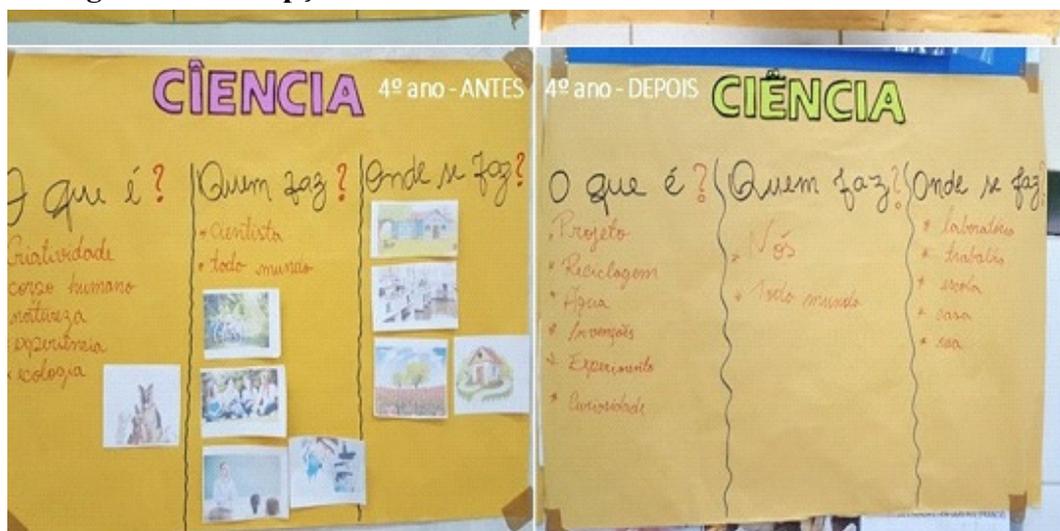
Figura 2 – Percepções inicial e final sobre Ciência dos alunos do 3º ano



Fonte: Arquivo pessoal

Os alunos do 4º ano já traziam consigo concepções bem abrangentes sobre o que é ciência, utilizando termos como “experiência”, mas, após a oficina, adotaram termos como “projeto”, “reciclagem” e “invenções”, os quais foram trabalhados durante a atividade, demonstrando que eles fizeram associações e atribuíram significados no contexto abordado (Figura 3). Quanto a quem faz ciência, inicialmente, o primeiro termo utilizado foi “cientista”, depois, percebeu-se que utilizaram “nós”, demonstrando maior convicção na forma de referenciar que todos podem fazer ciência.

Figura 3 – Percepções inicial e final sobre Ciência dos alunos do 4º ano

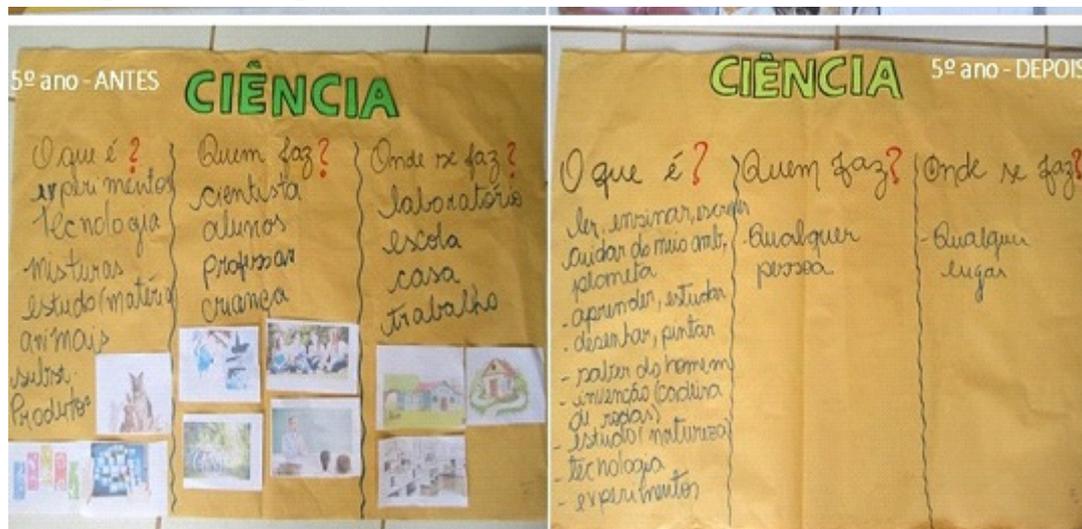


Fonte: Arquivo pessoal

Os alunos do 5º ano, de maior faixa etária e possivelmente mais experientes, trouxeram uma concepção bem diversificada sobre o que é ciência, utilizando termos como “experimentos”, “tecnologia”, “misturas”, “substâncias”, contudo, referiram-se também a algo bastante técnico (Figura 4). Após a oficina, trouxeram concepções mais amplas, citando expressões como

“cuidar do meio ambiente e planeta”, “o saber do homem”, “invenção (cadeira de rodas)”, “estudo (natureza)”, demonstrando que os conteúdos abordados na atividade passaram a fazer parte dos significados atribuídos por eles quanto às ciências e à importância que têm em nossas vidas, assim como a nossa responsabilidade como cidadãos reflexivos e conscientes.

Figura 4 – Percepções inicial e final sobre Ciência dos alunos do 5º ano



Fonte: Arquivo pessoal

Borges (2002) evidencia que, no momento pós-atividade, se faz importante a realização de discussões das observações existentes no processo, dos resultados que foram obtidos e interpretações construídas, de maneira que se tente retomar o que foi abordado no início do procedimento investigativo. Ainda no que diz respeito às hipóteses, é importante incluir os conhecimentos prévios trazidos pelos alunos, os quais precisam ser valorizados e podem ser ressignificados, para que se tenha uma efetiva aprendizagem.

Para Freire (1987), o estudante constrói o seu próprio conhecimento. E cada um o faz conforme sua condição e natureza, pois essa construção depende essencialmente do entendimento que o estudante já tem consigo, sobre o qual irá se construir um novo conhecimento. Com isso, o resultado do processo de aprendizagem também será singular para cada estudante.

Quanto à percepção dos alunos (antes da realização da oficina) sobre as invenções da ciência, eles relacionavam a ciência a acontecimentos mais distantes da realidade. Prevalciam as imagens do cientista, normalmente representado pelo sexo masculino, com aparência desleixada, conforme estereótipo referenciado em filmes ou desenhos; e o local onde se fazia ciência, normalmente em laboratório, escolas, hospitais.

Após a oficina, constatou-se que a visão dos alunos mudou para uma percepção mais próxima da realidade, comparativamente com antes. Os alunos expressaram o entendimento de que a ciência está inserida em todos os campos do saber e das profissões e que qualquer pessoa pode ser cientista. Além disso, em qualquer lugar poderia se fazer ciência, bastando, apenas, seguir os métodos científicos.

Para Borges e colaboradores (2010), a visão que os estudantes apresentam sobre ciência está relacionada a três focos principalmente: sua visão de mundo, a imagem que a mídia transmite e a visão que a sala de aula apresenta. Eles ressaltam que as atividades que são realizadas em sala de aula auxiliam o aluno na atribuição de significados à Ciência, pois eles irão se apropriar do vocabulário científico e seus procedimentos. Dessa forma, incentiva-se o valor atribuído pelos alunos ao conhecimento e ações dos cientistas.

As atividades do ensino por investigação não estão relacionadas, de forma exata, com a aplicação de etapas dos métodos científicos. Com relação a este conceito, Campos e Nigro (1999) defendem que a metodologia utilizada nessa perspectiva não objetiva formar cientistas, contudo, busca instruir pessoas a pensar sobre os fenômenos de maneira mais abrangente, possibilitando-as a ir mais além do senso comum e incentivando o pensamento crítico, reflexivo e criativo dos educandos.

De acordo com Stort (1993), a partir do momento em que o conhecimento científico adquire importância social, possibilita-se que ele se estenda à realidade vivenciada pelos indivíduos e assim lhe seja atribuído um significado. É fundamental considerar que a visão de mundo sobre ciência internaliza-se fortemente na série de representações que os sujeitos trazem consigo e, conseqüentemente, transforma-os.

Silva e Pereira (2011) trazem em seus estudos a concepção de que, ao oportunizar uma formação científica ao cidadão com um ensino de ciências de qualidade, propiciam-se percepções e atitudes conscientes e responsáveis, o que contribui significativamente na construção de uma sociedade mais justa, democrática e equitativa.

4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Antes da realização da oficina, a ideia de ciência expressada pelos alunos em seus discursos era de algo distante da realidade e que somente os cientistas praticam ciência e conseguem fazer descobertas e pesquisas. Após a realização da atividade, verificou-se que a percepção dos alunos ficou mais próxima ao real, demonstrando que a ciência está em tudo ao nosso redor, em casa, na escola, no trabalho de seus pais e o cientista pode ser qualquer um de nós, desde que sigamos os passos dos métodos científicos; e o local, pode ser qualquer um.

A oficina de alfabetização científica contribuiu com a construção do entendimento dos alunos a respeito dos métodos científicos e percepção de como a ciência está inserida nas nossas vidas e de como o conhecimento científico se faz importante frente às questões socioambientais e no exercício de uma cidadania responsável e participativa.

A educação científica indica modificações no âmbito educacional, evidenciando também a importância de políticas públicas direcionadas à educação, de maneira que seja possível formar o professor com qualidade e continuamente, considerando a relevância de se acompanhar as mudanças em nossa sociedade. Assim, os professores poderão instruir os alunos

na construção do conhecimento e na formação da sua identidade como indivíduos inseridos no seu meio local e global.

REFERÊNCIAS

AMOEDO, F. K. F.; MELO, H. L. S.; MODA, S. C.; FACHÍN-TERÁN, A.; SOUZA, J. C. R. Educação científica: o desafio de ensinar cientificamente no contexto educacional infantil. Areté - **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v.9, n.19, p. 62–71, 2016.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **ENSAIO-Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, p. 1-13, 2001.

BORGES, A. P. A.; BORGES, C. O.; SILVA M.; SANTOS D. G.; SANTOS, R. S.; NASCIMENTO, V. R.; MARCIANO, E. P.; BRITO L. C. C.; SOUZA, R. M.; NUNES, S. M. T. **Visões de ciência e cientista utilizando representações artísticas, entrevistas e questionários para sondar as concepções entre alunos da primeira série do Ensino Médio**, Anais, XV Encontro Nacional de Ensino de Química, Brasília, DF, 2010.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CARVALHO, I. C. M. **Educação ambiental crítica: nomes e endereçamentos da educação**. In: Identidades da Educação Ambiental Brasileira. Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. Philippe Pomier Layargues (coord.). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI)**. In: Longhini, M. D. (org.). O uno e o diverso na educação. Uberlândia, MG: EDUFU, 2011.

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: CARVALHO, A. M. P. (org.) Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. Cengage Learning, 2013.

CASTRO, R.; MOTOKANE, M. **A alfabetização científica e o ensino por investigação como pressupostos teóricos metodológicos para a elaboração de uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade**. Anais. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11, 1-10, 2017.

CHINEN, J. **O ambiente e o ensino de ciências: a fala do professor como um dos elementos de sua formação continuada**. Campinas, SP, 1999. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação. 1999, 273 p.

DEWEY, J. **Vida e educação**. 6. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1967.
DRIVER, R.; ASOKO, M. LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. **Construindo o conhecimento científico na sala de aula**. Química Nova na Escola, v.9, 1999.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 31. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2008a. 158 p.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GIL-PÉREZ, D.; TORREGROSA, J. M. **La resolución de problemas de física: una didáctica alternativa**. Madri: Ministerio de Educación y Ciencia, 1987.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP. **PISA: Matrizes de referências de Ciências**. 2015. Disponível em <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/marcos_referenciais/2015/matriz_de_ciencias_PISA_2015.pdf> Acesso em 02 jan. 2018.

IRWIN, A. **Ciência cidadã**. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Porto Alegre: ArtMed, 1999.

LEDERMAN, N. G. **Nature of Science: Past, Present and Future**. Curriculum and Assessment in Science, 2006, p. 831-880.

LEFF, E. **Complexidade interdisciplinar e saber ambiental**. In: PHILIPPI, A. Jr. *et al.* Interdisciplinaridade em ciências ambientais. São Paulo: Signus Editora, 2000.

LOUREIRO, C. F. B. **Teoria crítica**. In: Encontros e Caminhos: Formação de educadoras (es) ambientais e coletivos educadores. Brasília: MMA/Diretoria de Educação Ambiental, 2005, p. 325-332.

MATTHEWS, M. R. **Science teaching: The rolo of history and philosofhy of Science**. New York: Routhedge, 1999.

MELO, J. R.; ROTTA, J. C. G. **Concepção de ciência e cientista entre estudantes do ensino fundamental**. Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química, Brasília-DF, 2010.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência. **Revista Brasileira de História da ciência**, v. 7, n. 1, 2014, p. 32-46.

MOURA, M. A. **Educação científica e cidadania: abordagens teóricas e metodológicas para a formação de pesquisadores juvenis**. Belo Horizonte: UFMG / PROEX, 280 p.: il. (Diálogos, 2), 2012.

PELAZZANI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v.2, pg. 37 – 42, jul. 2001.

PIAGET, J. **The epistemology of interdisciplinar relationships**. In: PIAGET, J. (org.) Main

Trends in interdisciplinary research. New York: Harper & Row, 1973.

REIS, P. R. Investigar e descobrir – **Atividades para a educação em ciência nas primeiras idades**. Chamusca: Edições Cosmos, 2008.

RAYNAUT, C. **Interdisciplinaridade**: mundo contemporâneo, complexidade e desafios à produção e à aplicação de conhecimentos. In: Philippi Jr., A. & Silva Neto, A. J. São Paulo: Manole, p. 69-105, 2011.

REIS, P.; RODRIGUES, S.; SANTOS, F. **Concepções sobre os cientistas em alunos do 1o ciclo do Ensino Básico**: “Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas”. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v.5, n.1, p.51-74, 2006.

SANTOS, W. L. P. **O ensino de Química para formar o cidadão**: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. Dissertação (Mestrado em Educação). Campinas: Faculdade de Educação, UNICAMP, 243f, 1992.

SIMOVSKA, V. **Learning in and as Participation**: A Case Study from Health-Promoting Schools. In A. Reid, B. B. Jensen, J. Nikel & V. Somovska (Eds.), Participation and Learning - Perspectives on Education and the Environment, Health and Sustainability (pp.61-80). London: Springer, 2008.

SILVA, C. R. MATE, L. **Ensaio sobre filosofia, matemática e ludicidade**. Curitiba, PR: Appris, v. 1, 2017.

SILVA, K. V. D. C., SANTANA, E. R.; ARROIO, A. **Visões de ciências e cientistas através dos desenhos**: um estudo de caso com alunos dos 8º e 9º ano do ensino fundamental de escola pública. Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química/X Encontro de Educações Química da Bahia, Salvador, 2012.

SILVA, R. C. S.; PEREIRA, E. C. **Currículos de ciências**: uma abordagem histórico-cultural. Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–VIII ENPEC, Campinas-SP, p. 5-9, 2011.

STORT, E.V.R. **Cultura, imaginação e conhecimento**: a educação e a formalização da experiência. Campinas: Ed. UNICAMP, 1993.

TRISTÃO, M. **A educação ambiental na formação de professores**: rede de saberes. São Paulo: Annablume; Vitória: Facitec, 2004.

UNESCO. **Universities and environmental education**. Paris, 1986.

VEIGA, I. P. A. **As dimensões do processo didático na ação docente**. In: Encontro nacional de didática e prática de ensino. 12., 2004, Curitiba, PR. Anais. Curitiba: Champagnat, v.1, p.13-30, 2004.

VEIGA, M. L. Formar para um conhecimento emancipatório pela via da educação em ciências. **Revista Portuguesa de Formação de Professores**. 2, 49-62, 2002.

ZANON, D. A. V.; MACHADO, A. T. A visão do cotidiano de um cientista retratada por estudantes iniciantes de licenciatura em química. **Ciências & Cognição**, v. 18, n. 1, 2013.

SOBRE OS AUTORES

Ivaneide Alves Soares da Costa



Doutora em Ecologia e Recursos Naturais (UFSCAR, 2003). Mestre em Ecologia (UFRN, 1999). Especialista em Aquicultura e Ecologia Aquática (UFRN, 1997). Graduada em Ciências Biológicas (UFRN, 1986). Professora Associada da Universidade Federal do Rio Grande do Norte desde 2008. Docente no Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática – PPGECNM/UFRN e no Programa de pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/RN/UFRN. Coordenadora do PIBID-BIOLOGIA/UFRN

Adriana de Souza Santos



Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM/UFRN, 2016). Especialista em Educação Ambiental e Geografia do Semiárido (IFRN, 2018). Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura (UFRN, 2012) e Bacharel (UFRN, 2013). Professora de Ciências e Biologia no Ensino Básico da rede privada. Coordenadora do Núcleo de Ensino e Pesquisa na Educação Básica – NEPEB no CDF Colégio e Curso/Natal/RN.

Kaline Soares de Oliveira



Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM/UFRN, 2015). Especialista em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (IFRN, 2021). Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura (UFRN, 2010) e Bacharel (UFRN, 2016). Professora de Ciências da cidade do Natal (SEC/Natal). Professora de Biologia na Rede Estadual de Ensino do Rio Grande do Norte (SEEC/RN).

Aleson da Silva Fonseca



Doutorando em Educação para a Ciência UNESP. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFRN, 2021). Professor de Biologia (SEEC/RN). Especialista em Gestão Ambiental (IFRN, 2018) e em Educação Ambiental e Geografia do Semiárido (IFRN, 2021). Graduado em Ciências Biológicas Licenciatura (UFRN, 2017). Professor de Biologia na Rede Estadual de Ensino do Rio Grande do Norte (SEEC/RN).

Emilie Saraiva Alves da Costa



Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM/UFRN, 2014). Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura (UNP, 1996) e Bacharel em Genética (UFRN, 2001). Professora de Biologia na Rede Estadual de Ensino do Rio Grande do Norte (SEEC/RN). Professora de Ciências do município de Parnamirim (SEC/Parnamirim).

Adriana Damasceno Pereira Pinto Cirne



Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM/UFRN, 2014). Especialista em Investigação Forense (ESB, 2020), Gestão e Organização Escolar (UNP, 2006), Biofísica (UFRN, 1999), Saúde Pública e Vigilância Sanitária FAVENI, 2021), Epidemiologia (UFG, 2012). Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura (UNP, 1996) e Bacharel em Genética (UNP, 1997). Professora de Biologia na Rede Estadual de Ensino do Rio Grande do Norte (SEEC/RN). Citogeneticista na SESAP/RN - CRI/CRA - Laboratório de genética humana -LGH

Bruna Lorena Valentim da Hora



Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM/UFRN, 2017). Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura (UFRN, 2014). Professora de Ciências e Biologia da rede privada de ensino em Natal/RN.

Brunna Crislayne Câmara Da Costa



Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM/UFRN, 2018). Especialista em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (IFRN, 2016). Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura (IFRN, 2014). Professora de Biologia no Ensino Técnico da rede privada de ensino. Coordenadora de Polo - EAD na rede privada de ensino de Macau/RN.

Pryscila Cynara Soares Vieira



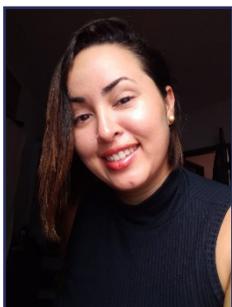
Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFRN, 2013).
Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura (UFRN, 2010). Bióloga do Centro de Reprodução Assistida da Maternidade Escola Januário Cicco - CRA/MEJC. NATAL/RN

Naama Pegado Ferreira



Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM/UFRN, 2018).
Especialista no Ensino de Ciências Naturais e Matemática (IFRN, 2017). Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura (UFRN, 2012) e em Turismo (UNP, 2009). Professora Efetiva da rede Estadual de Ensino, atuando como Assessora pedagógica da CODESE (Coordenadoria de Desenvolvimento Escolar – SEEC/RN).

Layana Alves de Moraes



Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFRN, 2018).
Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura (UFRN, 2015). Técnica em Guia de Turismo (IFRN, 2010). Policial Militar (ROCAM/PMRN).

Apresentamos uma coletânea de dez relatos de experiências exitosas destinadas ao professor (a) de Ciências e Biologia do Ensino Básico, sobre resultados de pesquisas de dissertações de mestrado profissional desenvolvidas no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências – PPGE-CN e acadêmico do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, ambos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

Ao compartilhar nossas experiências na área de Ensino de Ciências, esperamos contribuir para a formação de professores e ampliar possibilidades de ensinar e aprender Ciências, visando à formação de uma cidadania crítica e responsável.

As experiências e propostas didáticas não representam uma receita de como ensinar, mas mostram possibilidades inovadoras de trabalho com base nas tendências atuais do Ensino de Ciências com vistas à Alfabetização Científica. Assim, transitamos por abordagens em uma perspectiva crítica e reflexiva, traduzindo o significado prático dos conhecimentos para a vida.

Os trabalhos contemplam abordagens de Ensino por Investigação; Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA, abrangendo o campo de estudo das Questões Sociocientíficas – QSC; Educação e Divulgação Científica; Espaços Não Formais de Ensino; Concepções Alternativas e Dificuldades de aprendizagens na perspectiva de inclusão.

Desejamos uma boa leitura e esperamos atingir o nosso objetivo de fornecer apoio didático ao professor de Ensino Básico, cumprindo com o papel social da Universidade que é o de transferir o conhecimento para a sociedade e aproximar cada vez mais a escola da Universidade.

