

FOTOGRAFIA CIENTÍFICA COMO RECURSO METODOLÓGICO NA FORMAÇÃO DE CONCEITOS DE QUÍMICA AMBIENTAL COM APORTA NA TEORIA DE AUSUBEL

SCIENTIFIC PHOTOGRAPHY AS A METHODOLOGICAL RESOURCE IN THE FORMATION
OF ENVIRONMENTAL CHEMISTRY CONCEPTS BASED ON AUSUBEL'S THEORY

Cássia Patrícia Muniz de Almeida

Rede Estadual de Ensino de Roraima

<https://orcid.org/0000-0002-6362-3155>

Josimara Cristina de Carvalho Oliveira

Universidade Estadual de Roraima, UERR

<http://orcid.org/0000-0002-4902-0892>

RESUMO

Verificou-se a contribuição da Fotografia Científica como recurso metodológico, com aporte na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). O conteúdo abordado foi o controle de qualidade dos recursos hídricos no componente curricular de Química Ambiental da segunda série do Ensino Médio, em uma escola pública de Rorainópolis-RR. Trabalhou-se com 13 estudantes entre 2019 e 2020. A pesquisa foi de abordagem qualitativa, descritiva e participante. Os dados foram coletados por meio de prova escrita, mapas mentais, registro fotográfico e observação participante. Elaborou-se uma Sequência Didática (SD) com base nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) de Moreira. A pesquisa foi organizada em três etapas: fase diagnóstica, aplicação da SD e análise dos resultados. As análises foram feitas com base na TAS. Os resultados se mostraram satisfatórios, revelando indícios de aprendizagem significativa, tendo a Fotografia Científica como material potencialmente significativo. A pesquisa gerou uma SD no formato de um Manual digital e gratuito, direcionado a professores da Educação Básica.

PALAVRAS-CHAVE: Espaço Não Formal. Educação Ambiental. TAS. UEPS.

ABSTRACT

The contribution of Scientific Photography as a methodological resource was verified, with input from the Theory of Meaningful Learning (TAS). The content covered was the quality control of water resources in the Environmental Chemistry curricular component of the second year of high school, in a public school in Rorainópolis-RR. We worked with 13 students between 2019 and 2020. The research had a qualitative, descriptive, and participatory approach. Data were collected through written tests, mind maps, photographic register and participant observation. A Didactic Sequence (SD) was created based on the Potentially Significant Teaching Units (UEPS) of Moreira. The research was organized into three stages: diagnostic phase, application of SD and analysis of results. Analyzes were carried out based on TAS. The results were satisfactory, revealing signs of significant learning, with scientific photography as potentially significant material. The research generated an SD in the format of a free and digital Manual, aimed at Basic Education teachers.

KEYWORDS: Non-Formal Space. Environmental Education. TAS. UEPS.

INTRODUÇÃO

Pensar “fora da caixa”, saindo da postura tradicional em busca de uma alternativa pedagógica mais integradora, requer que o professor mude sua práxis pedagógica voltando-a para a promoção do aprendizado do aluno. Entretanto, sair das paredes escolares nem sempre é uma alternativa para o professor por várias razões que incluem desde sua formação até a resistência do próprio sistema. A capacitação continuada para a adoção de aulas diferenciadas, na prática muitas vezes não apoia o trabalho docente, o deixando sozinho nessa busca por mudanças.

Visando desenvolver essa prática “fora da caixa”, este trabalho traz uma proposta que reflete os anseios da pesquisadora enquanto professora, pois, após anos trabalhando de forma tradicional, foi possível perceber que os alunos buscavam algo a mais do que ler, escrever, memorizar e calcular sem entender os cálculos. Essa proposta é um recorte da Dissertação “Fotografia Científica como recurso metodológico na formação de conceitos de Química Ambiental”, aceita pelo Conselho de Ética em Pesquisa (CEP). Foi desenvolvida na Linha B (Espaços não formais e a Divulgação Científica no Ensino de Ciências) e defendida em 2021 no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (PPGEC), ofertado pela Universidade Estadual de Roraima - UERR.

Escolheu-se como espaço não formal e não institucionalizado um trecho da microbacia do Igarapé Chico Reis que corta o município de Rorainópolis, no sul de Roraima. A escolha desse local como espaço de aplicação da pesquisa se deu pelo fácil acesso, próximo à escola, presença de uma área arborizada oferecendo conforto e proteção para os alunos, e por apresentar trechos

conservados e outros impactados possibilitando uma abordagem diversificada e contextualizada dos assuntos.

A SD baseou-se nas UEPS de Moreira (2011) que se alicerça, em seu aspecto teórico, substancialmente na TAS de Ausubel. O material potencialmente significativo a ser testado na pesquisa, foi a fotografia enquanto recurso metodológico que, no contexto educacional e científico, recebe a denominação de Fotografia Científica.

Trabalhou-se com a seguinte questão problema: De que maneira o uso da Fotografia Científica aplicada como recurso metodológico, com aporte na Teoria da Aprendizagem Significativa, pode contribuir no processo de aquisição de conceitos do conteúdo de controle de qualidade da água dos estudantes da 2ª série do Ensino Médio da Escola Estadual de Tempo Integral José de Alencar no município de Rorainópolis /RR?

Para nortear a resposta a essa pergunta foi proposto como objetivo geral: Verificar a eficiência da Fotografia Científica como recurso metodológico, com aporte na TAS de Ausubel, no processo de ensino e aprendizagem sobre o controle da qualidade da água na 2ª série do Ensino Médio da Escola Estadual de tempo Integral José de Alencar em Rorainópolis/RR.

O objetivo geral foi direcionado pelos seguintes objetivos específicos: - Diagnosticar os saberes prévios alternativos e científicos dos estudantes quanto aos conceitos dos conteúdos envolvendo o controle de qualidade da água; - Organizar uma SD para a aplicação da Fotografia Científica como recurso metodológico em espaço não formal; - Investigar como ocorre a atribuição de significados na estrutura cognitiva dos alunos por meio dos instrumentos selecionados para a avaliação; - Verificar a contribuição da Fotografia Científica como recurso didático para a consolidação da aprendizagem dos conceitos envolvidos no controle de qualidade da água.

TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA – TAS: ALGUMAS PERCEPÇÕES

Destacam-se três formas de aprendizagem: Cognitiva; Afetiva e Psicomotora (Ausubel, Novak; Hanesian,1980). A Cognitiva resulta do armazenamento e organização gradativa de informações recebidas pelo sujeito, em um complexo organizado de informações chamado de estrutura cognitiva, sendo essa considerada uma estrutura plástica que se amplia e reorganiza a cada informação adquirida pelo sujeito.

A Aprendizagem Afetiva resulta de sinais internos ao indivíduo como prazer e dor, satisfação ou descontentamento, alegria, ansiedade. Algumas dessas experiências afetivas estão relacionadas a experiências cognitivas, assim a aprendizagem afetiva ocorre simultaneamente à cognitiva. Já a Psicomotora envolve respostas musculares advindas de treino e prática (Ausubel; Novak; Hanesian,1980).

A Aprendizagem Significativa ocorre quando novas informações interagem de maneira não arbitrária e substancial com o conhecimento pré-existente do indivíduo. A nova informação se conecta logicamente com conceitos já presentes na estrutura cognitiva, atuando como uma âncora (subsunçor). A aprendizagem é substancial na medida em que o indivíduo é capaz de compreender e explicar o novo conceito em diferentes situações (Ausubel, 2000).

Na TAS, a Aprendizagem Significativa e a Mecânica fazem parte de um contínuo, onde o indivíduo, em determinado momento aprende de forma mecânica e, em outro, aprende de forma significativa, vivenciando assim um processo cíclico de informações que tendem a ampliar a estrutura cognitiva (Santos, 2009).

Outro ponto de destaque nessa teoria é como a aprendizagem é processada. Segundo Ausubel (2000), ocorre de duas formas: por recepção e por descoberta. Na recepção, o conteúdo apresentado pode agregar informações na estrutura cognitiva pelo fato de possuir conceitos subsunçores que reagem com as informações transmitidas podendo torná-las significativas no

futuro (Aragão, 1976). Na descoberta, o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz, o qual é levado a descobrir a nova informação, um novo conceito por meio de situações problemas que são apresentadas gradativamente (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980).

Ausubel (2000) sugere ainda o uso de organizadores prévios como introduções que conectam o conhecimento prévio do aprendiz ao novo material a ser aprendido, facilitando a compreensão e a assimilação do conteúdo principal e Santos (2009) destaca duas condições para que a aprendizagem ocorra de modo significativo: o material a ser usado deve ser potencialmente significativo, e o aprendiz tem que estar disposto a aprender.

A TAS diferencia três tipos de Aprendizagem Significativa: Representacional; Conceitual e Proposicional. A Representacional envolve a atribuição de significados a determinados símbolos. A Conceitual distingue dois processos de aquisição: a formação de conceitos que ocorre através da experiência, e a assimilação de conceitos que ocorre à medida que o indivíduo amplia o vocabulário. Já a Proposicional envolve a combinação e a relação de várias palavras de forma a produzir uma nova proposição capaz de unir os significados conotativo e denotativo da palavra. A assimilação é um processo em que um conceito ou proposição potencialmente significativo é integrado a um conceito mais abrangente já existente na estrutura cognitiva do indivíduo. Esse novo conhecimento é relacionado e assimilado por um conceito subsunçor mais inclusivo. Por exemplo, na Figura 1, o conceito geral é representado pela bola de futebol A, enquanto o conceito potencialmente significativo é a bola de beisebol B, que é assimilada como uma extensão do conceito A, ampliando seu significado (Moreira; Massoni, 2016).

Figura 1: processo de Avaliação da Aprendizagem.



Fonte: Adaptado de Ausubel, 2000.

Ausubel desenvolveu o conceito de assimilação oblíqua como um complemento à assimilação. Esse processo ocorre quando um conceito subsunçor é modificado pela incorporação de novas informações, criando uma nova unidade representacional interacional (a'A'), na qual as novas informações permanecem relacionadas ao conceito pré-existente (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980).

Imediatamente após o primeiro estágio por assimilação, começa o segundo estágio, a assimilação obliteradora. Obliterar, conforme Moreira (2011), significa desaparecer pouco a pouco. A assimilação obliteradora ocorre quando novas informações se tornam progressivamente menos dissociáveis de suas bases cognitivas até não serem mais identificáveis como entidades separadas. Um exemplo é o conceito de submarino, que ao ser introduzido como uma embarcação, se funde ao conceito já existente de veículo aquático. Com o tempo, o subsunçor "embarcação" passa a incluir a característica de ser submersível, e os conceitos de submarino e embarcação não se distinguem mais, resultando em um único conceito de veículo submersível.

De acordo com a natureza do material, Ausubel define as formas de aprendizagem como: Subordinada onde o novo material fica subordinado ao material preexistente; Superordenada onde

a nova informação é mais geral e inclusiva do que os subsunçores; e Combinatória onde ocorre o uso de analogias (Santos, 2009).

É importante dizer que dois processos se destacam nas formas de aprendizagem: diferenciação progressiva que ocorre na aprendizagem por subordinação onde o novo material interage e ancora um conceito subsunçor, permitindo que o conceito original seja progressivamente detalhado evoluindo através de assimilações subordinadas; e reconciliação integrativa que ocorre com a aprendizagem Superordenada e Combinatória, onde as ideias estabelecidas na estrutura cognitiva podem ser reorganizadas e adquirir novos significados (Ausubel, 2000).

Na perspectiva ausubeliana, o professor age para facilitar a aprendizagem, é um mediador de ideias e ações. Ele não ensina, mas sim, conduz o aluno a aprender. Para ser um professor mediador é necessário estar atento para nortear seu trabalho identificando a estrutura conceitual e proposicional, identificando os subsunçores relevantes, diagnosticando o conhecimento prévio e utilizando recursos facilitadores (Moreira, 2011).

UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS – UEPS

As UEPS trazem como base teórica principal a TAS de Ausubel, e segundo Moreira e Massoni (2016), é uma forma para o professor organizar seu trabalho docente. Nessa abordagem os autores defendem que a aprendizagem além de significativa deve ser crítica, ou seja, o aluno deve ter a intenção de captar e internalizar os conteúdos que lhes são apresentados, não como algo estático, pronto para ser absorvido e memorizado, mas, com um olhar sistêmico de sua importância para a vida. O professor é alguém que media a aprendizagem, de forma que o aluno não veja o erro como uma falha, e sim a oportunidade de crescimento pessoal, social e intelectual.

As UEPS oferecem subsídios na organização do professor visando um registro de evidências da ocorrência de Aprendizagem Significativa, tendo como base alguns princípios apresentados por Moreira e Massoni (2016): 1) o conhecimento prévio é a variável que mais

influencia a Aprendizagem Significativa; 2) os organizadores prévios conectam os conhecimentos novos com os já existentes; 3) os organizadores prévios podem ser trabalhados na forma de situação problema; 4) a organização do ensino deve levar em conta a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação; 5) a avaliação da Aprendizagem Significativa é feita por meio de captação de evidências; 6) o professor atua como provedor de situações problema, organizador e mediador do processo ensino-aprendizagem; 7) o ensino triádico envolve o aluno, o professor e os materiais educativos, já o ensino quadriádico ocorre quando se faz uso de computadores; 8) A aprendizagem Significativa é guiada pela busca de respostas, pelo incentivo ao questionamento e pela superação da memorização mecânica e da narrativa unilateral do professor.

Os princípios apresentados devem ser levados em consideração pelo professor na construção das UEPS, e Moreira (2011) sugere oito passos principais: 1) Definir os conceitos a serem abordados, considerando tanto seus aspectos declarativos quanto procedimentais; 2) Identificar os conhecimentos prévios dos alunos; 3) Apresentar uma situação-problema inicial, alinhada ao conhecimento prévio dos alunos; 4) Iniciar o processo de diferenciação progressiva, oferecendo uma visão geral do todo; 5) Introduzir novas situações-problema, aumentando gradualmente a complexidade em relação às primeiras informações; 6) Realizar a reconciliação integrativa, apresentando novos conceitos e integrando-os à estrutura cognitiva pré-existente do aprendiz; 7) A avaliação da aprendizagem deve, ao longo do processo, buscar evidências da evolução conceitual dos alunos; 8) A avaliação das UEPS, para garantir a eficácia da atividade, deve fornecer indícios claros de aprendizagem de forma progressiva.

ESPAÇO NÃO FORMAL DE APRENDIZAGEM

A Base Nacional Comum Curricular - BNCC (2019) do Ensino Médio, reforça que os componentes curriculares da área de Ciências da Natureza devem incluir o estudo do Meio Ambiente, uma vez que pode ser um motivador educacional. Ao sair do contexto formal escolar há

uma tendência natural de aproximação entre professor e aluno, dando espaço para que a afetividade esteja presente nos processos de ensino e de aprendizagem (Magalhães, 2015).

A afetividade, segundo Ausubel, (2000) é um fator facilitador da aprendizagem e, possibilita que professor e aluno trabalhem como parceiros, colaboradores no processo de aprendizagem, não em uma relação hierarquizada de dependência. Tais processos devem promover o desenvolvimento do senso de responsabilidade e de pertencimento do meio no aprendiz, além de abordar a interferência humana, os aspectos naturais, as experiências de vida do aluno e o espaço ao qual ele faz parte diretamente.

Segundo Vieira, Bianconi, Dias (2005) e Gohn (2020) a educação, enquanto forma de ensino e aprendizagem, é adquirida ao longo da vida dos cidadãos. Logo, qualquer situação ou espaço que possa proporcionar ao indivíduo uma situação de aprendizagem deve ser considerada como participante do processo de formação de um indivíduo.

O espaço não formal de aprendizagem exige do professor um planejamento e cuidado muito maior na organização dos passos que direcionarão o aluno para a aquisição do conhecimento, sem que a aula seja entendida apenas como um passeio, sem vínculo com a aprendizagem.

A definição de espaços não formais segundo Jacobucci (2008) é todo local onde pode ocorrer uma prática educativa. Esse entendimento gera a possibilidade de trabalhos educacionais em muitos espaços:

Existem dois tipos de espaços não formais: Institucionalizados e os espaços não institucionalizados. O primeiro refere-se aos espaços que possuem uma regulamentação para funcionamento, estrutura, equipe técnica, como por exemplo: os “museus, centros de ciências, zoológicos, jardins botânicos, planetários, institutos de pesquisas” e etc. O segundo não dispõe de uma estrutura organizacional, mas que possuem condições para que ocorram práticas educativas, como: rua, bairro, lagos, rios, parques, etc. (Jacobucci, 2008, p. 56).

Dentre os conceitos de espaços não formais, focou-se na contribuição de uma educação não formal vinculada a recursos acessíveis tendo a natureza como inspiração na busca por informação e conhecimento.

No contexto do estudo do meio em espaços não formais, o professor desempenha um importante papel de mediador do processo de ensino, a ele cabe levar o aluno a uma visão globalizada da realidade aplicando no processo todo o conhecimento aprendido até a fase de ensino que se encontra. Nesse sentido Libâneo (2011), diz que todo o processo que leva a uma reflexão em torno da vida do aluno deve ser considerado como fator de enriquecimento nos processos de ensino e aprendizagem.

Uma Ciência capaz de interligar outras áreas de conhecimento possibilitando que o professor realize trabalhos interdisciplinares diversos é a Química Ambiental. Ela atua de forma estrita com a Biologia, Ecologia, Física, Matemática, entre outros ramos das Ciências da Natureza. É uma parte da química que se preocupa com as alterações ocorridas na natureza por meio de análise dos processos químicos presentes nessas alterações e as relações positivas ou negativas que podem acarretar danos aos seres vivos e ao planeta.

As várias possibilidades de abordagens são excelentes para aulas de campo, como o enfoque no estudo do meio, que permite ao professor de química conduzir o aluno a um entendimento maior do seu meio físico, a estruturação do seu saber e o desenvolvimento da cidadania dentro de um contexto social. Neves (2010), afirma que é na aula de campo que se desenvolve o caráter pesquisador, mostrando a relevância da Ciência no contexto social, ao mesmo tempo que, consolida os conteúdos trabalhados em sala de aula.

Trabalhar a consciência ambiental não é só um fator social ou moral, a Educação Ambiental tem amparo legal desde 1988 pela Constituição Federal em seu art. 225, §1º, VI onde está assegurado que:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. § 1 Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público: VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente (Brasil, 1988, p.320).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9394/1996 traz em seu inciso IV do artigo 35 que uma das finalidades do Ensino Médio consiste na compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada componente curricular. Assim, a área de Ciências Naturais atua na compreensão do mundo atual e suas relações com a sociedade. Complementando, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2019) fortalece e amplia a ideia expressa na LDB, ao destacar a importância de um ensino que combine a teoria com a prática, com ênfase na interdisciplinaridade e na aplicação do conhecimento científico para compreender e atuar sobre os processos produtivos e as questões tecnológicas que caracterizam a sociedade atual.

FOTOGRAFIA CIENTÍFICA COMO RECURSO METODOLÓGICO

Os processos de ensino e aprendizagem Química apresentam carências históricas quando se trata de Aprendizagem Significativa dos conteúdos e abordagens metodológicas. Em busca de contribuir com a mudança de postura tanto do professor quanto do aluno nesse cenário, muitas pesquisas educacionais estão sendo desenvolvidas testando novas metodologias e recursos didáticos em sala de aula. Tais pesquisas “são impulsionadas por problemas diversos e por questões a serem discutidas, investigadas e modificadas [...]” (Borba, Almeida, Gracias, 2018, p.21).

A imagem, dinâmica ou estática, é uma forma democrática na divulgação da informação. Ramos (2006) dá a imagem um significado relevante quando afirma que esta é uma ferramenta eficiente na difusão do conhecimento no campo científico, cultural e mais recentemente no meio educacional. Rodrigues (2007) cita que no século XX, a inserção em massa das tecnologias digitais

fez emergir a imagem na comunicação, no ensino e na pesquisa dando acesso aos menos afortunados a conhecimentos que antes lhes eram negados.

A fotografia como recurso didático traz contribuições no campo educacional, como linguagem não verbal, em descobertas e na aprendizagem do estudante, pois, auxilia no despertar da percepção (Franco, Eizemberg; Lannes, 2006). No contexto educacional, a imagem (estática ou dinâmica) sempre esteve presente, como recurso visual, entretanto, está ganhando novos espaços e novas formas de serem exploradas. Quanto a isso Faria e Cunha (2016) enfatizam que “O uso da fotografia pode servir como ferramenta para investigar a percepção do observador que está por trás da tela, pode vir a saber por que ele capturou determinada imagem, objeto ou pessoa” (p. 58).

Segundo Franco, Eizemberg e Lannes (2006), a fotografia é um instrumento de registro dos dados, apoio didático e de divulgação dos resultados científicos, com isso, a fotografia ultrapassou seu caráter apenas de registro artístico passando a assumir no contexto acadêmico um papel educacional, originando o termo Fotografia Científica (Faria; Cunha, 2016).

A Fotografia Científica difere da fotografia artística por ser a representação do real aparente, a imagem sendo utilizada com instrumento de uma memória documental da realidade viva e interpretada com base em conhecimentos científicos (Silva, 2014).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

LOCAL E PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada com alunos da 2ª série do Ensino Médio da Escola Estadual José de Alencar de tempo Integral em Rorainópolis (Figura 2). Localizada no sul de Roraima, na Avenida Doutora Yandara, a escola foi criada pela Lei Estadual 357, nº 76 de 06/11/1979 e modificada pelo Decreto Lei nº 1866 de 24/04/1998, sendo mantida pela Secretaria de Estado da Educação do

Governo do Estado de Roraima. Na época da pesquisa, entre 2019 e 2020, a escola tinha aproximadamente 640 alunos.

Figura 2: (a) Localização do estado de Roraima; (b) do município de Rorainópolis; (c) da cidade de Rorainópolis; (d) da Escola Estadual José de Alencar em Rorainópolis-RR; (e) do espaço não formal Igarapé Chico Reis (e).



Fonte: <https://www.google.com/maps/>

A organização pedagógica da escola, a partir da 2ª série do Ensino Médio, oferece três categorias de ensino: 1) Ensino técnico em informática; 2) Itinerário formativo de Ciências Humanas; 3) Itinerário formativo de Ciências da Natureza. A escola atende alunos da zona urbana e rural em dois turnos diurnos.

A pesquisa envolveu 13 alunos de uma turma do itinerário formativo de Ciências da Natureza com faixa etária entre 15 e 16 anos.

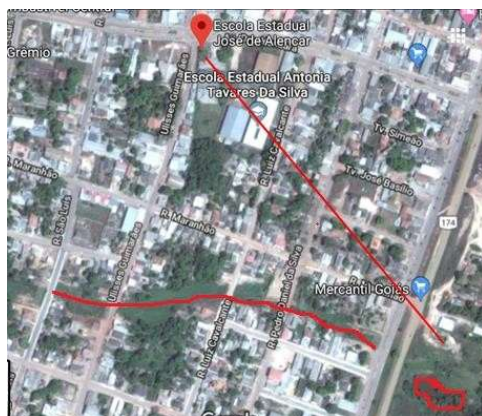
A escola foi escolhida pelo fato da pesquisadora ser residente do Município e professora do componente curricular de Química neste estabelecimento desde 2008. Além disso, o percurso formativo de Ciências da Natureza possui em sua grade curricular o componente curricular de Química Ambiental, que em seu conteúdo programático contempla estudos voltados para a

compreensão da aplicabilidade da Química no contexto ambiental entre eles o controle de qualidade da água.

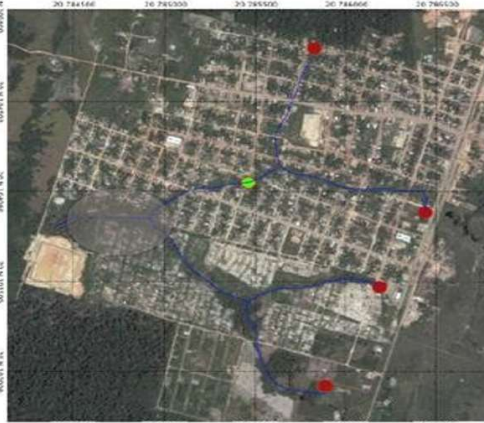
O espaço não formal usado como espaço educativo foi o igarapé Chico Reis (Figura 3 a, b). Esse é um igarapé que corta a área urbana de Rorainópolis desaguando no Rio Anauá, principal fonte de abastecimento de água para uso doméstico da sede do município.

Desde sua fundação o município vem crescendo sem um planejamento prévio de ocupação urbana. Um estudo realizado por Raposo *et al* (2014) apontou que esse igarapé cortava três bairros, sendo eles Suelândia, Novo Horizonte e Floresta. Mais recentemente, próximo as suas margens foi criado o bairro Parque Amazônia, ao sudoeste do Município, que vem crescendo e aumentando a área urbana cortada pelo Igarapé.

Figura 3: (a) Localização do espaço não formal em relação a escola José de Alencar; (b) microbacia do Igarapé Chico Reis.



Fonte: Google Maps, 2019.



Fonte: Raposo *et. al.*, 2014.

Em consequência dessa ocupação, a paisagem natural do Igarapé vem sendo descaracterizada com alteração em suas margens, na vegetação e até mesmo em seu curso causando impactos ambientais como poluição e provável contaminação de seu corpo d'água. Em toda extensão urbana do Chico Reis é possível ver impactações causadas por ações antrópicas como: construções muito próximas ao leito, despejo de esgotos sem tratamento e canalizações ao logo de

seu percurso. Esse Igarapé desagua no Rio Anauá, principal fonte de abastecimento de água da sede de Rorainópolis e segundo Oliveira *et al*/(2012), vem causando modificações na qualidade da água do Igarapé.

O estudo em espaço um aberto, possui muitas variáveis que influenciam no desenvolvimento do processo, como: transporte para os alunos, mudança no clima, conciliação do dia da visita com a disponibilidade da escola, da polícia militar e dos bombeiros e alterações no calendário escolar. Devido a estas variáveis, foi possível a realização da pesquisa somente em um dos pontos previstos, o local conhecido como Lagoa do Zezão (Figura 2e; 3a), nome dado em referência a um antigo morador. Esse ponto está localizado no bairro Parque Amazônia.

Para a realização da aula no espaço não formal como medida de segurança, contou-se com a presença de dois funcionários de apoio da escola sendo que um deles é técnico em enfermagem, e um policial militar. A presença da equipe do corpo de bombeiros não foi possível, devido a mudança na data da aplicação da aula, em decorrência da mudança de calendário escolar. O transporte dos participantes da pesquisa entre a escola e o espaço não formal, foi feito por um ônibus do transporte escolar estadual que atua no município, garantido a segurança no traslado de ida e retorno.

Como forma de assegurar o anonimato dos alunos, eles foram instruídos a identificar suas produções conforme a sequência da chamada escolar acrescidos da letra “P” (de participante) em maiúsculos ficando da seguinte maneira: P1, P2, P3, e assim por diante. Porém, a disciplina era composta por duas turmas, cujos números de chamada iam de 1 a 40, e por isso aparecem números maiores do que a amostra de 13 participantes.

CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E COLETA DE DADOS

Seguindo as definições estabelecidas por Prodanov e Freitas (2013), este trabalho envolveu pesquisas do tipo qualitativa, descritiva, participante e de campo. Quanto à abordagem do problema, a pesquisa teve caráter qualitativo por não envolver necessariamente dados quantificáveis. Considerando os objetivos foi uma pesquisa descritiva, onde o pesquisador apenas descreve, registra, analisa e ordena os dados conforme as características da população ou fenômenos observados, sendo que a coleta de dados é feita por técnicas como entrevista, questionário, observação, entre outros. Ao pesquisador cabe fazer uma análise fidedigna e imparcial das informações coletadas e das respostas dos sujeitos.

De acordo com os procedimentos técnicos tratou-se de uma pesquisa participante, onde o pesquisador participa ativamente de todas as etapas, e também uma pesquisa de campo que permite a observação dos fatos e fenômenos como ocorrem naturalmente para coletá-los e analisá-los.

Os dados foram coletados utilizando observação participante, prova escrita e mapa mental nas fases diagnóstica e final. A observação participante é uma modalidade especial de observação na qual o pesquisador assume vários papéis na situação de estudo e participa realmente nos eventos que estão sendo estudados (Yin, 2010).

Um mapa mental é uma ferramenta visual, de certa forma livre, de um diagrama que organiza informações de forma hierárquica, utilizando palavras-chave, imagens, cores e ramificações para representar conceitos e suas inter-relações, podendo facilitar a compreensão do conhecimento. Para a avaliação dos mapas mentais foram levadas em consideração três orientações segundo Buzan (2009): 1) Houve abrangência dos assuntos tratados? 2) Houve inserção de ideias próprias? 3) Houve a utilização de técnicas (cores, símbolos, imagens, desenhos, equações) que facilitam o aprendizado?

A prova escrita foi usada na fase diagnóstica e final da pesquisa a fim de comparar a evolução dos conhecimentos adquiridos pelos alunos, servindo como ponto de partida para o docente organizar a sequência de ensino a ser aplicada a fim de suprir as necessidades dos alunos (Ausubel, 1968).

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para que o aluno aprenda é importante a intervenção e mediação do professor. Para isso, a organização metodológica é imprescindível na realização da prática pedagógica. Refletir sobre o que ensinar e como ensinar deve ser o ponto de partida para o “fazer” pedagógico docente. Desse modo, Sequência Didática (SD) é definida por esse autor como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (Zabala, 2007, p. 18).

Para essa pesquisa foi elaborada uma SD considerando os princípios das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS de Moreira (2011) para consolidar conceitos fundamentais no estudo da qualidade dos recursos hídricos na perspectiva da química ambiental e seus conceitos correlatos. O quadro 1 descreve as ações que foram executadas na SD.

Quadro 1: Detalhamento das etapas da Sequência Didática.

1ª etapa	Ações Pedagógicas	Objetivo	Aula
Definição do Tema	Conversaão	Apresentar o tema de trabalho	15 min
2ª etapa Situação inicial	Aula 1: Elaboração do Mapa Mental Aula 2: Aplicação da prova escrita	Averiguar o conhecimento prévio	100 min
3ª etapa Situação problema; Organizadores prévios	Leitura e socialização de textos sobre a situação da água no planeta. Perguntas geradoras. Texto 01 ¹ - Os países em que a água já é um recurso em falta. Texto 02 ² - As principais ameaças à qualidade da água no Brasil. Texto 03 ³ - Desafios da ANA – Agência Nacional de Águas na regulação do uso de recursos hídricos e de serviços dele derivados. Texto 04 ⁴ - Poluição indiscriminada pode transformar igarapés de Santarém em esgotos. Texto 05 ⁵ - Avanço da cidade: Agressões ao meio ambiente ameaçam os sete igarapés urbanos de Boa Vista. Texto 06 ⁶ - Percepção e risco na Amazônia Setentrional: um estudo na cidade de Rorainópolis – Roraima-Brasil.	- Despertar o aluno para as questões apresentadas nos textos relativos aos recursos hídricos levando em conta as situações de crise já estabelecida em escala global. - trabalho em equipe: os alunos se dividiram em seis grupos e cada grupo ficou responsável por um texto.	100 min
4ª etapa - Diferenciação Progressiva; - Aprofundando Conhecimentos	Explicação da aula expositiva e dialogada Leitura compartilhada. Apresentação de um vídeo (*); Saúde hídrica Mundial; Situação da água – uma caminhada até meu lar - leitura apoiada com o uso de imagens;	Conceitos relativos à Química Ambiental, sua aplicabilidade na compreensão de fatores e fenômenos que envolvem os recursos hídricos quanto à	200 min

¹ <https://www.bbc.com/portuguese/geral-49243195>

² <https://www.terra.com.br/byte/ciencia/as-principais-ameacas-a-qualidade-da-agua-no-brasil,178025e12f4e4410VgnCLD2000000dc6eb0aRCRD.html>

³ <https://aguasdobrasil.org/artigo/desafios-da-ana-agencia-nacional/>

⁴ <https://g1.globo.com/pa/santarem-regiao/noticia/poluicao-indiscriminada-pode-transformar-igarapes-de-santarem-em-esgotos.ghtml>

⁵ <https://www.folhabv.com.br/cotidiano/agressoes-ao-meio-ambiente-ameacam-os-sete-igarapes-urbanos-de-boa-vista/>

⁶ <https://revista.ufr.br/rga/article/view/2975>

	Poluição da água; critérios de qualidade dos recursos. Parâmetros para avaliação da qualidade das águas; O que é uma água boa? Parâmetros físicos, químicos e biológicos da água (**) Familiarização com o Ecolit II ⁷ utilizado na aula de campo	compreensão, mitigação e controle dos mesmos seja por ação natural ou causada pelo homem	
5ª etapa Complexidade - nova situação	Aula de campo Realização das atividades em pequenos grupos	Apresentar novas situações problemas aumentando o nível de complexidade em relação às primeiras informações.	150 min
6ª etapa Reconciliação Integrativa	Socialização dos resultados coletados Apresentação oral	Consolidar os conhecimentos adquiridos em sala e conduzir os alunos em um processo de base em conhecimentos científicos, ou seja, promover a reconciliação integradora.	100 min
7ª etapa Avaliação da aprendizagem	Seguindo modelo da etapa diagnóstica. Mapa mental Prova escrita	Comparar a evolução na compreensão dos conceitos científicos dos participantes da pesquisa	50 min
8ª etapa Avaliação da UEPS	Aula expositiva e dialogada	Apresentação das análises da pesquisadora Avaliação dos passos da UEPS	50 min
9ª etapa Avaliação do professor titular	Aplicação de questionário	Análise qualitativa de todo o processo	Tempo necessário

(*) Ciência sem limites/Química Ambiental e ambientes aquáticos. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=7_C9VJWBftQ

(**) disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=GxRTdQouHvQ>

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos Mapas Mentais do diagnóstico, de acordo com os critérios, elaborados pela pesquisadora seguindo as orientações de Buzan (2009), os 13 participantes não apresentaram

⁷ Kit para Educação Ambiental, desenvolvido para o controle de qualidade da água a ser utilizado nas escolas por alunos a partir da 7ª série. Disponível no site: www.alfakit.ind.br

conhecimento adequado sobre o conceito de Química Ambiental. Conforme a figura 4, não conseguiram inserir ideias próprias para representar seu conhecimento prévio sobre o assunto como um desenho ou uma frase organizada de forma hierarquizada e interligadas às demais informações.

Figura 4: Exemplo de mapas mentais da fase diagnóstica, escolhidos aleatoriamente.



Fonte: A autora

Inicialmente os alunos tiveram dificuldade em expressar suas ideias e insistiram para que o professor conduzisse a atividade de avaliação. Tal fato demonstra a postura passiva esperando receber as respostas prontas, sem pensar.

A prova escrita envolveu nove questões (sendo as quatro primeiras dissertativas e outras cinco de múltipla escolha) sobre conceitos fundamentais de Química Ambiental relacionados ao controle de qualidade da água, ao papel da ciência na qualidade da vida no planeta e a responsabilidade social de cada um. A análise mostrou que na primeira questão (conceitue Química Ambiental) dos 13 participantes, sete demonstraram visão incompleta, mas conseguiram relacionar a química com a natureza, porém não especificaram as transformações e/ou processos sofridos nesse contexto. Dois alunos conseguiram fazer essa conexão e expressar as transformações, sem palavras técnicas em seus argumentos (P1, P19) . Dois participantes nem tentaram responder (Quadro 2).

Quadro 2: Respostas da primeira questão prova diagnóstica.

Questão 1	Participantes	Respostas
	P1	A química ambiental tem como função o estudo da química no meio ambiente
Conceitue Química Ambiental Para a análise das respostas dessa questão foilevada em conta a definição de Mozeto e Jardim, (2002)	P2	Importante no mundo, pois estuda coisa que não sabemos
	P8	É o ramo da Física da química que estuda o meio ambiente
	P19	Processos químicos que acontecem na natureza
	P21	Estuda o ambiente por conta das destruições
	P24	Em branco
	P26	É o método por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais
	P30	Que cuida da natureza
	P32	É uma área que estuda a natureza em questão do desmatamento, queimadas
	P37	É o estudo dos fenômenos químicos
	P40	A química ambiental serviu para cuidar da natureza e o meio ambiente
	P42	Em branco
P45	A química ambiental é a preservação ao meio ambiente	

Na segunda questão (como perceber a aplicação da Química no contexto das causas ambientais?) os alunos reconheceram que a preservação da natureza requer conhecimentos nas áreas da química, porém não conseguiram descrevê-los com êxito. Outro ponto observado foi a visão negativista da química no cotidiano e que 46% dos alunos deixaram essa questão em branco.

A terceira questão (O que você pode fazer, enquanto membro da sociedade, para minimizar certos comportamentos prejudiciais à Natureza? Aponte ao menos um comportamento positivo e um negativo praticado por você relativo à preservação do meio ambiente natural no qual você está inserido?) investigou a visão crítica dos alunos sobre seu próprio comportamento em relação a preservação da natureza e mitigação dos impactos antrópicos. As respostas se apresentaram generalizadas como “evitar desmatamento”, “evitar queimadas”. Entretanto, a pergunta visava analisar se o aluno se via com responsabilidade nesse processo. Nenhuma das respostas deixou

essa percepção clara. Percebeu-se a falta de compreensão da pergunta por alguns participantes como se evitar queimadas fosse algo negativo e na verdade é algo positivo. Um dos aspectos do Ensino de Ciências é conduzir o aluno a perceber-se como ser humano que compõem a sociedade, e é responsável por questões que impactam a evolução no meio social e podem trazer consequências ambientais que atingirão a todos.

Na sondagem sobre os parâmetros para o controle da qualidade da água (questão 4) apenas um aluno tentou esboçar uma classificação generalizada, porém não logrou êxito, e os demais não responderam à questão. Mais uma vez a constatação da falta de conhecimentos prévios, sendo importante ressaltar que do nono ano do Ensino Fundamental ao último do Ensino Médio, existem muitos assuntos que oportunizam os professores a trabalharem temas que abordam esses parâmetros, como: pH, soluções, turbidez, temperatura, cor, odor, entre outros.

A análise das questões de múltipla escolha (questões 5 - 9) mostrou que a maioria não conhecia os parâmetros usados no controle da qualidade da água, nem o processo de eutrofização ou que a matemática pode auxiliar na previsão dos impactos causados, o que é desolador, uma vez que com os conhecimentos de química, matemática, física e biologia vistos nos anos anteriores seria possível responder as questões. Aqui fica muito claro que o aluno não sabe aplicar o conhecimento que possui e não se esforça para fazer as conexões necessárias entre os diferentes componentes curriculares ou não sente a necessidade de tais conexões. É importante ressaltar que a Química Ambiental possibilita tais conexões interdisciplinares e que a prova escrita evidenciou a necessidade de organizadores prévios, de acordo com o Quadro 3.

Quadro 3: Falas dos alunos transcritas pela pesquisadora enquanto respondiam as atividades diagnósticas (Mapa mental e prova escrita).

P2: “Como vou colocar o que eu não sei. Nem lembro se estudei isso”

P8: “O professor bem que falou alguma coisa ano passado. Mas eu não lembro”

P19: “Isso de desenhar o que a gente sabe é legal, uma forma diferente de fazer um resumo. Pena que eu não sei muita coisa para colocar”

P24: “Essa é uma forma diferente de fazer anotações. É bom que cada vez a gente pode colocar mais informações”

P40: “Não gosto nem de escrever muito menos de desenhar”

Os alunos P19 e P24 expressam as possibilidades de uso do mapa mental enquanto instrumento de aprendizagem. Já a fala do P40 expressa ausência de uma análise holística da atividade, característica muito presente no ensino tradicional, nesse momento, ele desconhece a possibilidade de aprendizagem que pode sair ao final desse processo.

Na aplicação da situação problema inicial com as perguntas geradoras: 1) como está a saúde do planeta? 2) como está a saúde dos recursos hídricos? 3) qual o nosso papel nesse contexto? As respostas verbais dos alunos que responderam estão no Quadro 4.

Quadro 4: Respostas dos alunos às perguntas geradoras da situação problema inicial.

1) Como está a saúde do planeta?

P10: “Sei não prof”

P08: “Professora, os humanos precisam aprender a preservar a natureza ou todo mundo vai morrer”

P24: “dependendo do lugar que está sendo estudado, alguns estão muito ruim. Muito desmatamento, poluição do ar, e falta de comida”

P30: o ser humano vem desenvolvendo muitas tecnologias, daqui pra frente, acredito que não voltaremos a ter a natureza como antes, devemos começar a pensar daqui pra frente. Como queremos viver”

P40: “Professora, eu acho que os políticos devem fazer mais leis que sirvam pra ser seguida. Se não tiver lei, ninguém faz nada”

2) como está a saúde dos recursos hídricos?

P01 – *“Bom, se for ver aqui em Rorainópolis, estamos bem de água. Acho que o Anauá é um rio limpo”.*

P19 – *“O Anauá já recebe muita porcaria dos igarapés, principalmente do Chico Rei”.*

Se não tiver cuidado, daqui a alguns anos vai estar igual ao igarapé”.

P21 – *“Professora, daqui a algum tempo, com essa tecnologia toda, o homem vai inventar um jeito de limpar a água que estamos sujando hoje. É o que eu acho”.*

P32 – *“Eu acredito que devemos cuidar do que temos hoje. Não concordo que a Amazônia é um patrimônio da humanidade. Ela é nossa. Ninguém quer dar as Pirâmides pra gente por que devemos dar água pra todo mundo”.*

P37 – *“Professora, esse é um tema muito complicado para mim. Precisamos da água. Usamos para tudo, mas não cuidamos. Na realidade, como podemos cuidar? É complicado o mundo é grande e qualquer ação que a gente faça nem vai fazer efeito. Tem que ficar por contados políticos. Só assim vai dar jeito de preservar.*

P40 – *“O problema maior é nos países africanos aqui a água é nossa, temos que brigar por ela”.*

P16 – *“Na realidade o problema é de todos”.*

3) qual o nosso papel nesse contexto?

P15 – *“Cada um deve fazer sua parte”.*

P12 – *“Devemos seguir as leis”.*

P18 – *“Professora, devemos cobrar dos políticos para fazerem leis que obriguem as pessoas a preservar o meio ambiente. Se não for assim, não vai. Brasileiro é difícil”.*

Com base nas respostas percebe-se que há preocupação dos alunos com a saúde do planeta. A quem é direcionada essa responsabilidade de trabalhar e executar o processo de sensibilização para preservação sustentável é que não ficou claro nas respostas, logo, são questões que se percebe a necessidade de trabalhar no contexto de sala de aula. Debates de cunho científico envolvendo situações de preservação e conservação da biodiversidade está presente na habilidade EM13CNT206 da BNCC (2018).

A questão hídrica é uma problemática a nível mundial. Saber como está sendo tratada a situação do recurso mais precioso que existe no mundo, quais devem ser os cuidados que cada um

deve ter, são questões que precisam ser debatidas em sala de aula. Cabe ao professor apresentar situações que promovam momentos de debate e, assim, cada aluno possa pensar e ver seu papel no mundo.

A contextualização da realidade da água no planeta, do contexto global para o local, foi feita a partir dos textos descritos na etapa 3. Além da socialização verbal, foi solicitado a cada grupo que entregassem um texto escrito fazendo um resumo e uma análise do texto apresentado. A turma se dividiu em seis grupos e cada grupo ficou responsável por um texto. O Quadro 5 mostra a atividade sobre o texto 1 (Grupo 1).

Quadro 5: Resumo e análise do texto 1, feita pelo grupo 1.

Resumo - O texto se refere aos países em que a água já é um recurso em falta. A escassez de água pode se tornar um problema em várias regiões do planeta e já uma realidade: há conflito político pela posse da água, tem também o problema de superlotação de locais públicos. Essa escassez de água afeta muitas áreas como a da saúde, desenvolvimento econômico desses países podendo até gerar a fome.

Análise - tendo consciência sobre essa temática e conhecimento evitar a escassez dos recursos hídricos o mesmo é de extrema importância para a vida humana. O conhecimento das formas de conservação da água reduziria os níveis de problemas causados pela escassez da água. Tem como importância fazer com que as pessoas também tenham consciência dos lixo despejados sobre os recursos hídricos e fazer com que os mesmos possam se conscientizar dos impactos ambientais gerados. O gráfico apresentado no texto é preocupante. Quando faltar água nos outros países eles vão buscar onde tiver. Pode até ter guerra.

Por meio dessa leitura/apresentação, os alunos perceberam que a crise hídrica não é uma questão somente ambiental, mas também social e econômica. O gráfico ao qual o grupo se referiu apresenta o parâmetro global para estresse hídrico e a imagem causou grande impacto nos alunos. Analisando pelo lado didático, ressaltamos aqui a contribuição da imagem no processo de aprendizagem, uma vez que apesar do texto apresentar muitas informações relevantes e atuais, foi a imagem que mais levou os alunos a perceberem o complexo problema mundial relativo ao estresse

hídrico.

O Grupo 2 foi muito sucinto no resumo, na análise e na apresentação, então foi preciso a intervenção da pesquisadora questionando pontos importantes para enriquecer a socialização. A transposição de algumas falas importantes estão no Quadro 6.

Quadro 6: Resposta do grupo 2 frente aos questionamentos da pesquisadora.

O saneamento básico no Brasil é padronizado? O estudo cobriu 100% do Território brasileiro?
Dos principais problemas apresentados no texto, algum deles é percebido em nossa região?
P13: Não, e isso é uma dificuldade que o autor do texto comenta para se conhecer realmente como é a qualidade da água no Brasil.
P13: “não tem esgoto pra todo mundo, aqui tem vala no meio da rua”.

A segunda resposta mostra que P13 quis dizer que o tratamento de esgoto em Rorainópolis é precário, sem a mínima infraestrutura necessária, pois, o lixo é jogado a céu aberto em uma propriedade particular gerando um problema que se arrasta há anos no município.

Na apresentação do quarto texto pelo Grupo 4, vale ressaltar a fala de um aluno: *“Minha mãe sempre diz que a gente só dá valor ao que perde. Vai ser assim com a natureza também, igual aos filmes, quando a terra não puder mais ser habitada por causa da poluição e contaminação as pessoas vão querer salvar, mas, hoje, não sabem cuidar, por isso estão querendo ir pra Marte poluir lá também”.*

O Grupo 4 identificou que a poluição de igarapés urbanos, não é um problema local. Essa é uma percepção válida. E a colocação na análise sobre o cuidar antes de acabar é uma das ideias que precisamos disseminar.

O grupo 5 na apresentação comentou sobre as primeiras aulas e que esse texto mostra que o problema não está tão longe. Que se alguns igarapés estão se perdendo e virando grandes valões a água de consumo também pode estar comprometida.

A percepção do Grupo 5 foi muito válida, trazendo as observações do texto para o cotidiano do município de Rorainópolis onde muitos igarapés e nascentes estão secando por conta de impactos antrópicos.

O texto 6 apresentado pelo Grupo 6 era um artigo científico com linguagem mais técnica e levou os participantes a perceberem a relevância dos conhecimentos de conceitos da química para entender situações reais de problemas ambientais. Os alunos tiveram mais dificuldade na compreensão de algumas informações, porém, a mensagem da importância da química no esclarecimento de informações e de como o homem pode de fato contaminar ou destruir o meio ambiente foi entendida.

A diferenciação progressiva trouxe para aos alunos a definição de Química Ambiental, sua interligação com outras áreas do conhecimento, uma visão geral sobre a aplicabilidade prática dessa Ciência em questões relativas ao meio ambiente. Essa etapa oportunizou aos alunos a relacionarem alguns parâmetros apresentados nos textos três e seis da etapa 3, começando a perceber a relevância de compreender o conceito dos parâmetros de controle da qualidade da água no controle de qualidade de ambientes aquáticos.

Foi também apresentado o desempenho dos participantes da pesquisa no diagnóstico. Essa apresentação causou surpresa na turma sendo que a participante P25 perguntou de modo espontâneo para a turma: *“Gente! Somos do Itinerário Ciências da Natureza, o que estamos fazendo aqui mesmo? Fiquei com vergonha”*. Nesse comentário a participante proporcionou um momento reflexivo para a turma. Como forma de incentivar a Pesquisadora respondeu que todos estão passando por um processo de aprendizagem, e que, não saber a resposta naquele momento não deveria ser motivo de vergonha e sim, como mais um motivo para focar na aprendizagem e participar da pesquisa fazendo desse momento um ponto de partida para refletirem sobre seu futuro.

A participação e contribuição dos alunos foi aumentando no decorrer das etapas tornando as aulas uma conversação prazerosa com trocas de informação, evidenciando o aumento do interesse e compreensão do assunto. Assim, a dinâmica evoluiu para o detalhamento dos parâmetros em *slides* com a apresentação do Ecolkit II (Figura 5).

Após a familiarização com o Ecolkit e com o roteiro da aula de campo, os alunos foram levados ao espaço não formal e realizaram a coleta e a análise da água no Igarapé Chico Reis (Figura 6 a). Foram divididos em cinco grupos e analisaram os parâmetros químicos: pH, oxigênio dissolvido, série do nitrogênio (amônia, nitrato, nitrito). Parâmetros físicos: temperatura, turbidez e condutividade elétrica. Parâmetros microbiológicos: coliformes totais e *E. Coli* (Figura 6 b).

O espaço não formal proporcionou trabalhar muitas competências e habilidades como o ver, o observar cientificamente, o comparar, o registrar, o ouvir, a experimentação e o trabalho em grupo que contribui com a aprendizagem colaborativa.

Os alunos tornaram-se ativamente participativos no processo de aprendizagem, ou seja, dispostos a aprender, que de acordo com Ausubel (2000) é um fator fundamental para que se concretize a aprendizagem significativa.

Figura: Algumas peças do Ecolit II.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 6: (a) Lagoa do Zezão, Igarapé Chico Reis; (b) Momentos da aula de campo no espaço não formal.

(a)

(b)



Fonte: A autora.

A reconciliação integrativa ocorreu mediante a apresentação oral dos grupos, possibilitando aos alunos se expressarem mais livremente e explorar o registro fotográfico que fizeram na aula de campo, interpretando cada imagem apresentada, dialogando, e desse modo foi possível completar o ciclo de aprendizagem e reconciliar integrativamente os conceitos ao mesmo tempo que eram desafiados a compartilhar seus conhecimentos com os demais. O Quadro 7 mostra algumas falas durante essa apresentação.

Quadro 7: Índicios de reconciliação integrativa nas falas dos alunos.

Grupo 1: Parâmetro pH

“... é importante seu controle nos meios aquáticos pois, a variação indica mudanças no ambiente em estudo. Como ocorre nos aquários, precisamos estar sempre vendo como está para os peixes não morrerem”. “Os valores ideais para a sobrevivência de organismos aquáticos são entre 6 e 9. Em análise no local, constatou-se que o pH da água estava com valor 6,5 levemente ácido, como diz a professora”. Assim, concluímos que ainda tem condições de animais sobreviverem lá. Como os peixinho que vimos”

Grupo 2: Parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD)

“Esse é um parâmetro importante, talvez o mais importante pois, se não tiver oxigênio na água os peixes morrem, não só os peixes, mas todos os seres vivos dessa água”. Segundo a tabela do Ecolit esse valor deve ser maior que 5mg/L. A nossa medida deu 7 mg/L de oxigênio, isso quer dizer ainda está bom”

P24 – “a quantidade de matéria orgânica como cocô, folha e etc., pode afetar o oxigênio dissolvido, a matéria orgânica deixa a água mais suja e não deixa a luz entrar dificultando os processos. Mas eu acho que o outro grupo vai falar melhor”

P37 – “o professor (nome do professor suprimido pela pesquisadora) já falou que a maior produção de oxigênio vem da água. Eu não entendi muito bem mais li que quanto mais matéria orgânica maior a produção de oxigênio. O participante P24 completou a fala do colega P37 falando do processo de eutrofização”

Grupo 3: Parâmetro série dos nitrogênios

P17 - “professora, a gente conversou e entendemos que a presença desses nitrogênios em grande quantidade é muito ruim para a vida aquática. Principalmente a amônia. Por enquanto, ainda está nos padrões aceitáveis, mas a gente sabe que tem lote na beira do igarapé, com gado, e

assim quando chove o cocô vai para o igarapé. Então, não vai demorar muito ficar poluído e contaminado”

Grupo 4: Parâmetros físicos

P32 - “foi algo interessante de se aprender, saber que a quantidade de sal influencia na qualidade da água e na vida aquática até mesmo ao sal da urina e do gado que chega aos rios pelos esgotos”

P28 - nós não medimos a condutividade da água, o nosso aparelho não é próprio, só verificamos se passava corrente ou não”

P32 - “A temperatura da água estava normal (Temperatura ambiente). Segundo o que a gente pesquisou, saber a temperatura é importante pois, quanto mais alta a temperatura pior é para a água, indica que tem a presença poluição e que pode estar acontecendo alguma reação”

P41 - “nosso teste mostrou que a turbidez da água não está no nível recomendável que é de 100 NTU organismos aquáticos de água doce. O minidisco mostrou uma turbidez de 160 NTU no momento da medição. Quanto mais a água está turva, maior a presença de sólidos em suspensão, que pode ser areia, folhas etc. Nosso grupo acha, a gente não tem certeza, que esse valor foi alto por causa que choveu ontem e um pouco hoje. Mas, podemos estar errados. Pra encerrar, nas leituras percebemos que um parâmetro pode interferir no outro”

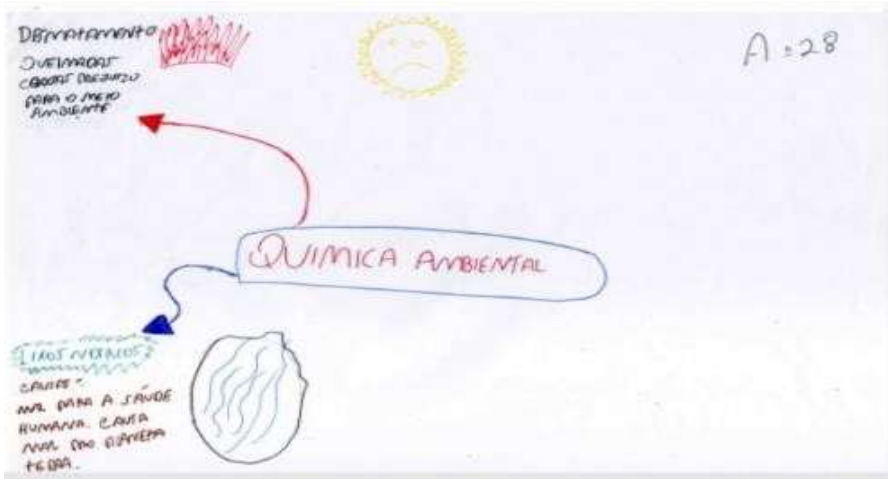
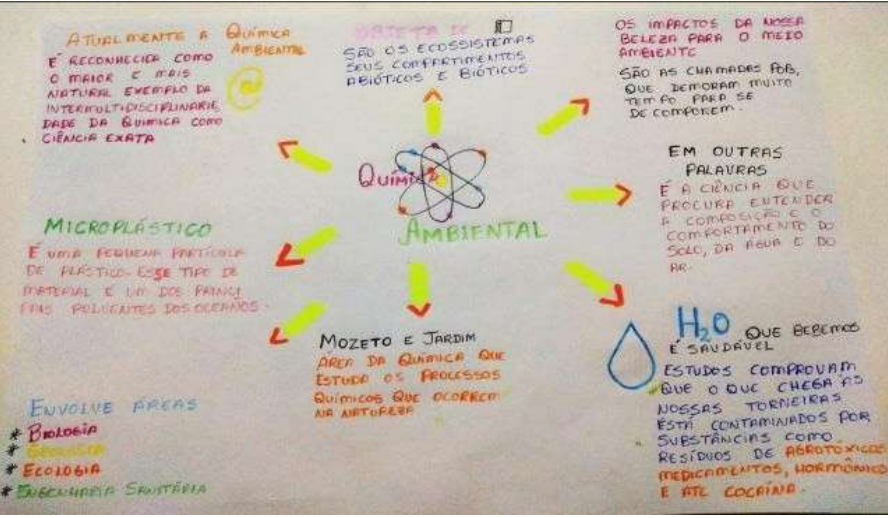
Grupo 5: Parâmetro microbiológico

P20 - “esse parâmetro é importante para a gente saber se tem a presença de microrganismos do mal (patogênicos) que transmitem doenças, essa contaminação que deu pode ser por causa dos lotes que tem perto do igarapé na vicinal 1”

P45 - “professora, conversando com minha mãe, ela me levou a pensar que, onde nós coletamos nem passa por dentro da cidade e identificou contaminação. Agora imagina como chega no rio Anauá, de onde vem nossa água? Não existe um tratamento de água realmente. Então essa água que chega em casa pode estar contaminada também”

A avaliação da aprendizagem foi feita seguindo modelo da etapa diagnóstica, onde elaborou-se um segundo mapa mental e fez-se uma nova prova escrita. O Quadro 8 mostra a comparação dos mapas mentais produzidos pelo aluno P19, porém todos os mapas apresentaram evolução conceitual com abrangência dos assuntos tratados, inserção de ideias próprias e utilização das técnicas (cores, símbolos, imagens, desenhos, equações) sugeridas por Buzan (2009).

Quadro 8: Comparação da evolução do Mapa Mental da fase diagnóstica para a final do aluno P19.

Aluno	Fase diagnóstica
P19	
	Fase final
P19	

Observou-se a presença de indícios de aprendizagem significativa, pois, os alunos buscaram ordenar os conceitos de modo hierárquico fazendo uso das técnicas apresentadas para

relacionar as concepções adquiridas no processo. Nesta perspectiva, pode-se destacar a modificação nos subsunçores, a ancoragem de novos conhecimentos e a reorganização da estrutura cognitiva, segundo a TAS de Ausubel (2000).

Em termos percentuais os resultados estão apresentados no Quadro 9.

Quadro 9: Comparação em termos percentuais do resultado apresentado nos mapas mentais nas fases diagnósticas e final

Crítérios de avaliação	Fase diagnóstica	Fase final
Houve abrangência dos assuntos tratados?	100% ausente dos mapas	100% presente dos mapas
Houve inserção de ideias próprias?	Presente em 53% dos mapas	Presente em 62% dos mapas
Houve a utilização de técnicas (cores, símbolos, imagens, desenhos, equações) que facilitam o aprendizado?	Presente em 16 % dos mapas	Presente em 70% dos mapas

Embora haja indícios de reconciliação integrativa, as produções ainda apresentam espaços para melhorias. O critério de melhor desempenho foi a abrangência dos assuntos, o que mostra indícios de aprendizagem significativa.

Na análise comparativa das provas escritas, dos 13 participantes todos mostraram evolução conceitual.

Na avaliação das UEPS os alunos apontaram que em alguns momentos a aula ficou tradicional como a leitura dos textos, porém foi compensada com as outras etapas onde puderam desenhar ao invés de escrever e estudar fora da sala de aula. Além disso, praticar o que estudou na sala de aula fez diferença na aprendizagem. Outro comentário importante foi a maior participação dos alunos na escolha das ações das aulas, sendo esse um dos ideais da UEPS, que é a inserção dos alunos nas tomadas de decisão. Na opinião deles foi uma experiência válida e poderia ocorrer mais vezes.

A fala dos alunos apresentou habilidades importantes no processo de ensino que foi despertada pelo uso da fotografia como por exemplo: recordar, concentrar, observar, organizar e socializar. Tais habilidades são inerentes no processo de ensino e aprendizagem que nem sempre são bem exploradas pelos professores. Cleophas e Cunha (2020), afirmam que, a fotografia interage e desperta nos alunos letramentos importantes que contribuem na aprendizagem, como o letramento científico, tecnológico e virtual, com isso, a leitura do cotidiano passa a fazer parte da aprendizagem de modo diário e constante, aprimorando diferentes conhecimentos.

O professor titular da sala participou de todas as etapas e avaliou a SD como uma experiência válida e bem direcionada, sendo que o uso das imagens como organizadores prévios foi muito eficiente, de acordo com algumas de suas respostas:

“Em relação a fazer uso da fotografia em minhas aulas, creio que é possível sim. Mas, para isso devo me aprofundar mais sobre esse recurso. A sua proposta de sequência didática me despertou essa possibilidade, gostei muito”.

“Foi uma experiência válida, o processo foi bem direcionado. Um momento que observei que ficaram um pouco dispersos foi o momento da leitura dos textos. Isso é compreensível, geralmente, eles esperam tudo pronto, explicado e mastigado. Durante os organizadores prévios você fez muito uso de imagens, isso creio eu, já foi direcionando os alunos para a importância dessa ferramenta”.

“Quanto ao uso da fotografia integrando espaço formal e não formal de aprendizagem, certamente auxilia na assimilação de conceitos científicos, mas infelizmente para o professor trabalhar assim as condições de trabalho deveriam ser melhores”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstrou que iniciar o ensino a partir do conhecimento prévio dos alunos é essencial para uma aprendizagem eficaz. Atividades diagnósticas revelaram lacunas nos conhecimentos científicos dos alunos, muitas vezes baseados em conceitos vagos e experiências pessoais. No entanto, ao longo do processo educacional, os alunos demonstraram avanços significativos na compreensão de fenômenos naturais, como a eutrofização, utilizando novos subsunçores e reorganizando suas estruturas conceituais.

Instrumentos de avaliação como mapas mentais e provas escritas foram cruciais para verificar o progresso dos alunos, uma vez que evidenciaram uma evolução substancial nas compreensões individuais, enquanto as provas escritas foram eficazes para avaliar os indícios de aprendizagem significativa, quando alinhadas com as diretrizes educacionais atuais.

Apesar das dificuldades enfrentadas durante a pesquisa, como atrasos no calendário escolar e ajustes na implementação, os resultados foram satisfatórios. Concluiu-se que a fotografia científica é um recurso metodológico com grande potencial, tanto no ambiente formal quanto não formal de ensino, necessitando apenas de maior divulgação e utilização consciente.

Destaca-se a importância de uma abordagem mais integrada e significativa para o Ensino de Ciências, a fim de promover uma educação que não apenas instrui, mas também inspira e conecta os alunos com o mundo ao seu redor. A pesquisa gerou uma SD no formato de um Manual digital gratuito, direcionado a professores da Educação Básica, disponível no site do PPGE - UERR⁸.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, R. M. R. Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel: sistematização dos aspectos teóricos fundamentais. 1976. **Tese de Doutorado** - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2009.

AUSUBEL, D. P. **Educational Psychology: A Cognitive View**. Holt, Rinehart & Winston, 1968.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição de Conhecimento: Uma perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2000.

AUSUBEL, D. P., NOVACK, J.D., HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana/Ltda., 1980.

BRASIL. [**Constituição (1988)**]. Constituição da República Federativa do Brasil. Organizado por Cláudio Brandão de Oliveira. Rio de Janeiro: Roma Victor, 2002. 320 p.

⁸ <https://propei.uerr.edu.br/ppgec/>

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2019.

BRASIL. **LDB** - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

BORBA M. DE C.; ALMEIDA, R.G.L de; GRACIAS, T.A.S. **Pesquisa e ensino em sala de aula: diferentes vozes em uma investigação**. Belo horizonte: Autêntica, 2018.

BUZAN, T. **Mapas mentais e sua elaboração**. São Paulo: Culturix, 2009.

CLEOPHAS. M. das G.; CUNHA, M. B. Contribuição da fotografia científica observatória (foCO) para o ensino por investigação. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v.13, n.1, p. 349-381, 2020

FARIA, F.C.; CUNHA, M.B. Olha o passarinho! A fotografia no ensino de ciências. **Acta Scientiarum**, Maringá, vol. 38, n.1 p – 57-64, jan-jun, 2016.

FRANCO M. EIZEMBERG R., LANNES, **Utilização da Fotografia na Construção de Material Didático Interativo na Educação a Distância**. Rio de Janeiro, mai. 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008

GOHN, M. G. **Educação não formal e o educador social: atuação no desenvolvimento de projetos sociais**. São Paulo: Cortez, 2010.

GRASSI, M. T. Águas de planeta Terra. **Química Nova na Escola**, São Paulo, edição especial maio, 2001.

HERMANN, W.; BOVO, V. **Mapas mentais enriquecendo inteligências**. 2 ed. São Paulo. 2005.

JACOBUCCI, D.F.C. **Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica**. Uberlândia: Extensão, 2008.

LIBÂNEO, J. C. **Didática e trabalho docente**: a mediação didática do professor nas aulas. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MAGALHÃES, A. P. C. de. A aprendizagem significativa sobre o conteúdo água em espaços educativos formais e não formais, mediada pela metodologia do estudo do meio, por estudantes do 5º ano de uma escola municipal de Boa Vista-RR, 2015. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2015.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem Significativa**. 2 ed. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, M. A; MASSONI, N. T. **Noções básicas de epistemologias e teorias da aprendizagem**: como subsídios para a organização da sequência de ensino e aprendizagem em Ciência/Física. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

NEVES, K. F. T. V. **Os trabalhos de campo no ensino de geografia**: reflexões sobre práticas docentes na educação básica. Ilhéus: Editus, 2010.

OLIVEIRA, J. C. de C. et al. Parâmetros Indicadores da Qualidade da água no Município de Rorainópolis-RR. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, online, 2012, v. 4, n. 1, 5 jun. 2012, p. 101-117. ISSN 1981-4127.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico**: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2. ed. Rio de Janeiro: Universidade Feevale, 2013.

RAMOS, M. Um breve ensaio sobre a fotografia e a leitura crítica do discurso fotográfico. **Studium**, n. 23, p. 24–33, 2006.

RAPOSO, T. J. N. et al. Percepção e risco na Amazônia Setentrional: Um Estudo na cidade de Rorainópolis -Roraima-Brasil. **Rev. Geogr. Acadêmica**, online, ano 2014, v. 8, n. 2, 2014, p. 59-69. ISSN 1678-7226.

RODRIGUES, R.C. Análise e tematização da imagem fotográfica. **Ci. Inf. Brasília**, v. 36, n. 3, p. 67-76, set. /dez. 2007. Disponível em: <<https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/1167>>. Acesso em 01 out. 2019.

SANTOS, J. C. F. dos. **Aprendizagem significativa**. 2 eds. Porto Alegre, 2009.

SILVA, JR. Fotografia e ciência: a utopia da imagem objetiva e seus usos nas ciências e na medicina. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, Belém, v.9, n.2, p. 343-360, maio-agosto.2014. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/bgoeldi/v9n2/a06v9n2.pdf>>. Acesso em: 6 set. 2019.

VIEIRA, V.; BIANCONNI, M.L.; DIAS, M. Espaços não formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Cultura**. São Paulo, vol. 57, n.4, p 21-23, oct/dec, 2009.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. 4 eds. Bookman. Porto Alegre, 2010.