

O POTENCIAL DOS ESPAÇOS NATURAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA: UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO COM ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR

The Potential of Open Spaces for Teaching Chemistry: a Proposal for Experimentation with an Interdisciplinary Approach

Paula Macedo Lessa dos Santos [paulalessa@iq.ufrj.br]

Carla Márcia Alvarenga da Silva [carlanine13@gmail.com]

Cíntia Teles Siqueira [cintiasiqueiracts@gmail.com]

Debora Fiamé Alves [fiamedebora@yahoo.com]

Nádila Maria Corrêa da Cunha Esteves Alves [nadila_maria@hotmail.com]

Antônio Carlos de Oliveira Guerra [acog@iq.ufrj.br]

*Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química Modalidade Profissional, Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia - Av. Athos da Silveira Ramos, 149 - bloco A, 7º andar - Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 21941-909*

Recebido em: 14/04/2020

Aceito em: 15/10/2020

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo explorar o potencial de espaços não formais de aprendizagem, como instrumento ativo e efetivo para a formação continuada de docentes da Química. Metodologicamente, adotou-se um planejamento baseado em três etapas: pré-visita, visita e pós-visita, uma roteirização pré-estabelecida pelos professores e experimentos voltados à análise da água da Baía de Guanabara, inspirados numa abordagem investigativa para o ensino de ciências. O espaço visitado foi a praia do manguezal, situada na Ilha do Fundão, RJ. O público-alvo foram professores em formação continuada, estudantes de um mestrado profissional em Ensino de Química. Como resultado, os professores perceberam a complexidade em se aliar os conhecimentos escolares aos experimentos investigativos, integrando-os ao espaço não formal de aprendizagem. O protagonismo do estudante e as muitas outras possibilidades de atividades que tais espaços podem propiciar foram apontados pelos participantes.

Palavras-chave: Aula na praia; Análise de água; Experimentação Investigativa; Espaços não Formais de Educação.

Abstract

The present work aims to explore the potential of non-formal learning spaces, as an active and effective instrument for the continuing education of Chemistry teachers. Methodologically, a planning based on three stages was adopted: pre-visit, visit and post-visit, a script pre-established by the teachers and experiments aimed at the analysis of the water of Guanabara Bay, inspired by an investigative approach to science teaching. The space visited was the mangrove beach, located on Ilha do Fundão, RJ. The target audience were teachers in continuing education, students with a professional master's degree in Chemistry Teaching. As a result, teachers realized the complexity of combining school knowledge with investigative experiments, integrating them into the non-formal learning space. The role of the student and the many other possibilities of activities that such spaces can provide were pointed out by the participants.

Keywords: class on the beach, water analyzes, investigative experiments, non-formal learning space

Introdução

Os desafios encontrados pelos docentes em uma sala de aula são diversos. Contudo, o mais emblemático talvez seja como apresentar os conteúdos das Ciências da Natureza de forma atraente, contextualizada e significativa. Transitar entre o letramento e a alfabetização científica (Teixeira, 2013) tem sido uma constante inquietação, levando inúmeros professores a reverem seus modelos didáticos e buscarem novas formas de abordar os temas presentes nos currículos escolares. Os questionamentos e buscas por uma práxis educativa inovadora têm fomentado o crescimento de cursos *lato sensu* e *strictu sensu* para docentes nas duas primeiras décadas dos anos dois mil.

Os dados do censo sobre a produção científica, tecnológica e artística do Brasil, apresentados pelo Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), revelam uma crescente produtividade em todas as grandes áreas do conhecimento no período de 2000 a 2016 (CNPq, 2020). O crescimento da pesquisa brasileira também se dá na área do Ensino, onde um acervo de materiais produzidos voltado ao ensino de Química, vem sendo disponibilizado aos docentes em formação inicial e continuada. Os materiais didáticos e textos acadêmicos na área de ensino têm por base diversos referenciais teóricos que podem encaminhar metodologicamente a abordagem para o ensino de ciências na escola. Dentre essa variedade de propostas, pode-se citar o Ensino Baseado em Projetos, onde a estruturação dos conhecimentos ocorrerá com o auxílio de um projeto no qual os alunos desenvolvem um produto de forma cooperativa e contextualizada (Garcês, 2018); a abordagem CTS – Ciência-Tecnologia-Sociedade, que propõe uma visão interdisciplinar a fim de compreender como a ciência, tecnologia e o meio social interagem entre si, sob a forma de palestras, visitas, exposições dialogadas, dentre outras (Rodríguez e Pino, 2017); o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI), onde atividades baseadas na resolução de uma situação problema levam o educando a apropriar-se de práticas científicas para resolver tanto os problemas relacionados aos tópicos de Ciências, quanto àqueles que envolvem diversas situações do seu cotidiano, facilitando a aquisição do conhecimento científico (Carvalho, 2013); e o uso de Espaços Não Formais de Educação (ENF), que serviu como modelo teórico para esse trabalho.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo explorar o potencial dos ENF como instrumento ativo e efetivo para a formação continuada de docentes da Química.

Espaços Não Formais de Educação (ENF)

O ato de ensinar e de aprender, fruto da interação entre educadores e educandos, pressupõe um espaço físico ou virtual onde possa ocorrer. Além disso, a educação que se realiza em tais espaços oferece tipologias que variam de acordo com os contextos e objetivos educacionais. No tocante aos espaços não formais de educação, a literatura traz contribuições de diversos autores da área. Para Jacobucci (2008) o termo Espaço Não Formal de Educação tem sido utilizado por pesquisadores, docentes e divulgadores científicos para designar lugares fora do espaço escolar, onde é possível desenvolver atividades educativas. Os ENF podem ser divididos em duas classes, os institucionais que são espaços estruturados e que possuem equipe técnica responsável pelas atividades executadas, e os locais não institucionais, que são espaços que não existe uma estrutura destinada às atividades educativas, mas onde é possível desenvolvê-las. Instituições como Museus, Centros de Ciências, Universidades, Parques Ecológicos, Parques Zoobotânicos, Jardins Botânicos, Planetários, Institutos de Pesquisa, Oceanários, Zoológicos, dentre outros podem ser considerados espaços institucionais de ENF. Por outro lado, parques públicos, casas, ruas, praças, terrenos, teatros, cinemas, praias, cavernas, rios, lagoas, campos de futebol, entre outros, são considerados espaços não institucionais, mas que permitem o desenvolvimento de atividades de ensino e aprendizagem e podem ser considerados como espaços formativos.

Em documento oficial, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO (UNESCO, 2012) define que:

“Aprendizagem não-formal é aquela que tem sido adquirida em associação ou alternativamente à aprendizagem formal. Em alguns casos, ela também é estruturada para atender aos propósitos educacionais, porém mais flexível. Geralmente, ocorre em estruturas comunitárias, em locais de trabalho e em conjunto com as atividades da sociedade civil organizada.” (UNESCO, 2012, p.8) (tradução livre)

Contudo, a definição do que é um Espaço Não Formal de Educação pode ser complexa quando se pensa no que seria uma educação formal, não formal e informal. Tal discussão é feita no trabalho de Marques & Freitas (2017) onde as autoras apresentam um panorama contendo vinte e uma tipologias educativas diferentes atreladas a quatro dimensões educacionais (conteúdo, estrutura, propósito e processo) e características de aprendizagem (formal, não formal e informal). Segundo as autoras, a dimensão estrutural é a mais utilizada para diferenciar espaços formais e não formais de educação, sobretudo quando se trata do fator localização. Sob esta perspectiva, a educação formal é realizada na escola e a não formal fora de sua fronteira. Entretanto, reconhecem que há autores que defendem que, do ponto de vista do tipo de conhecimento e da localização física, existem práticas de educação formal que podem ocorrer em espaços não formais e vice-versa (Cazzeli, Costa, Mohamed, 2010, p. 586, apud Marques & Freitas, 2017).

No que tange a educação não formal, para Gonzalez e Pedrosa (2013) é de fundamental importância uma discussão atenta em torno do que se pode considerar como “espaços formativos”. Aquelas autoras afirmam ainda que:

“(…) a educação não formal não é, de forma alguma, a negação da educação formal, pelo contrário, entendemos que elas se complementam, originando práticas educativas que almejam garantir (*sic*) a construção de uma sociedade mais justa e igualitária.” (GONZALEZ E PEDROSA, 2013, p.224)

Para Vieira, Bianconi e Dias (2005), os ENF permitem a realização de atividades que vão muito além do que pode ser feito na sala de aula. Além disso, eles são capazes de despertar a curiosidade, motivar, inspirar os alunos e até suprir algumas carências da escola, como, por exemplo, a ausência de laboratórios, recursos audiovisuais, dentre outros. No entanto, é necessário um planejamento prévio da atividade que será realizada para que haja um melhor aproveitamento do ENF por parte dos alunos, favorecendo o processo educativo.

Portanto, voltando a Gonzalez e Pedrosa (2013), pode-se concluir que os espaços formativos, enquanto local favorável aos processos de ensino e aprendizagem, abarcam um espectro muito mais amplo, que vai para além do espaço escolar, incluindo os diversos espaços não formais de ensino.

Baía de Guanabara e a Ilha do Fundão

O estado do Rio de Janeiro dispõe de diversos ENF, sobretudo na região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro, que agrega instituições como o Museu do Amanhã e o Jardim Botânico e territórios de grande importância histórica como a Baía de Guanabara - o local escolhido para a visita relatada neste trabalho.

A região da Guanabara foi ocupada comprovadamente há 8.000 anos A.P. (antes do presente), portanto, desde a pré-história. A cronologia da ocupação humana naquela região contou com diversos estudos e técnicas, dentre elas, a datação por método do carbono 14. A presença de sambaquis¹ ao longo do litoral da Guanabara também é uma das provas de tal ocupação. Foi

¹ Sambaqui é uma palavra tupi-guarani que significa *samba* ou *tamba* = concha e *guy* ou *ki* = morro. São depósitos de conchas, carapaças de moluscos, quartzo e rochas feitas pelo homem (Amador, 2012).

chamada de Guanabara, que significa “seio de onde brota o mar”, pelos índios Tamoios, devido às diversas formas da vida ali presente (Amador, 2012). O desmatamento, a ocupação humana em seu entorno, a poluição e a não preservação dos recursos naturais oferecidos pela Baía de Guanabara vêm causando danos severos aos ecossistemas que nela vivem. Passados cinco séculos desde a sua ocupação pelos colonos europeus em 1502, várias espécies, tais como: papagaios, tucanos, garças, araras, guarás, onças, porcos-do-mato, capivaras, pacas, antas, veados, macacos, saguis, grandes cardumes de sardinhas, corvinas, robalos, tainhas, xereletes e sem falar na sua flora formada por densa floresta tropical, diminuíram e muitas até desapareceram (Pinheiro, 2018).

A Baía de Guanabara é uma das baías costeiras mais importantes do Brasil, com extensão de 380 km e profundidade variando em até 17 metros, onde deságuam vários rios e abrigam inúmeras ilhas, dentre as quais se localiza a Ilha do Fundão (Mendonça, 2014). A Ilha do Fundão, ou Ilha da Cidade Universitária, foi originada da agregação, por meio do aterro de um arquipélago formado por oito ilhotas, com o objetivo de abrigar a Universidade Federal do Rio de Janeiro, na gestão do presidente Getúlio Vargas em 1953. A ilha ainda comporta a Igreja do Bom Jesus da Coluna, construída no século XVIII que fica nas dependências da Companhia de Comando da 1ª Região Militar, a vila residencial de pescadores, o alojamento estudantil, assim como empresas e instituições importantes para a economia do país (UFRJ, 2013). A Ilha do Fundão passa por modificações constantes devido à dinâmica da ocupação humana na região. Novos prédios destinados ao ensino e à pesquisa disputam o espaço físico com antigas ocupações de moradores locais, sobretudo de colônias de pescadores. Analisando a figura 1 é possível observar que na área escolhida para a aula, antes havia atividade de pesca e algumas casas mas, atualmente, essas construções foram demolidas, restando apenas seus entulhos.



Figura 1. Praia do Manguezal - Ilha do Fundão, local onde foi realizada a visita pedagógica. No passado recente havia casas de pescadores. Vista pelo *Google Earth*.

À luz desses saberes foi elaborada uma aula de caráter investigativo nas dependências da praia do manguezal da Ilha do Fundão, cujos objetivos foram: abordar o uso de ENF no ensino de Química e as etapas que compõem uma atividade dessa natureza; propor um experimento investigativo adequado ao tipo ENF visitado.

Percurso metodológico

A presente proposta foi vivenciada por um grupo oito de alunos de um curso de mestrado profissional em ensino de Química, todos professores de Química ou de Ciências, matriculados na disciplina Experimentação para o Ensino de Química. As atividades foram planejadas e conduzidas pelos professores responsáveis pela disciplina.

A concepção da experimentação em espaço não formal de educação seguiu etapas metodológicas baseadas no trabalho de Santos (2017), onde o potencial didático-pedagógico da

experiência no espaço deve ser planejado considerando-se três etapas: a pré-visita, a visita e a pós-visita, conforme descritas a seguir.

Na etapa da pré-visita, para a introdução do tema do uso de espaços não formais no ensino de Química, uma aula foi ministrada em semana anterior para os alunos do curso. Nessa aula, a turma foi avisada que a aula seguinte ocorreria em uma das praias da Ilha do Fundão, o horário da visita, a forma de acesso ao local, a vestimenta adequada para a atividade, o material necessário para anotações e a importância da água potável para consumo individual. Algumas fotos do local foram exibidas à turma e dúvidas foram esclarecidas

Os procedimentos de coleta e seleção das análises foi elaborado com base em manual de análise de água (UFAL, 2017). Para etapa da visita, foram utilizados os seguintes materiais didáticos: (i) um cartaz em lona (Fig. 2) ilustrando o mapa do Rio de Janeiro atual e, em menor tamanho, os mapas da Baía de Guanabara (antigo) e o da Ilha do Fundão; (ii) uma maleta de experimentos (Fig. 3) contendo 2 termômetros digitais, copinhos plásticos, luvas descartáveis, álcool 70% em gel, *kit* de teste para oxigênio dissolvido (OD) em aquário, *kit* indicador de pH para aquário de água salgada, fita para medição de pH marca Macherey-Nagel, 2 condutivímetros didáticos², uma sonda para captação de amostra de água; (iii) roteiros experimentais impressos; (iv) uma bola pequena; (v) amostra de água da rede de abastecimento.

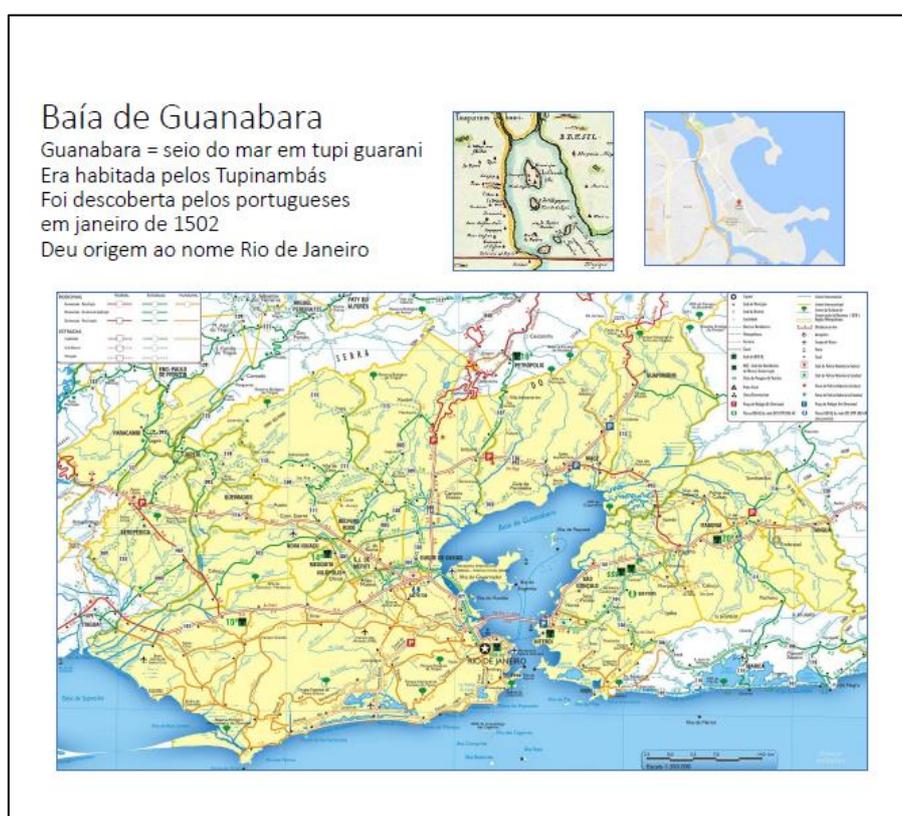


Figura 2. Imagens impressas no cartaz em lona contendo um mapa antigo da Baía de Guanabara, o mapa atual e o mapa da Ilha do Fundão. Este material foi utilizado na aula de campo para facilitar a percepção geográfica do local da aula e sua história.

² A confecção do condutivímetro didático está disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IBZ2-LCiDBE>>. Acesso em setembro de 2019.



Figura 3. A maleta de experimentos com os materiais necessários para a coleta de água, medições e testes químicos.
Fonte: autores.

Num trabalho sobre as visitas guiadas de estudantes e seus professores em museus de ciências, Bamberger & Tal (2006) propuseram três tipos de escolhas de visita: sem escolha, escolha limitada e de escolha livre. Tais escolhas referem-se ao grau de liberdade dos visitantes em explorar o espaço quanto à roteirização da visita, à interação entre os visitantes, aos mediadores e à postura dos professores da turma. No presente trabalho, a roteirização da visita baseou-se em Santos (2017), cuja escolha era limitada, ou seja, a visita foi realizada numa determinada área da praia e os estudantes seguiram um roteiro pré-estabelecido, mas com liberdade para interagir dialogicamente com os mediadores, nesse caso, os professores da disciplina.

No dia da visita à praia, os alunos foram conduzidos ao local juntamente com os professores da disciplina. O uso do telefone celular foi sugerido para a captação de fotos e filmagens pela turma (Fig. 4).



Figura 4. Praia do Manguezal, local da visita.
Fonte: autores.

A sequência de atividades foi planejada para ser realizada em 2 horas, de acordo com o apresentado no quadro 1.

Quadro 1. Sequência de atividades realizadas na visita a uma das praias da Ilha do Fundão.

Atividade	Material didático utilizado	Objetivo
Apresentação dialogada do local, observação da fauna e da flora visíveis, observação dos elementos naturais e antropogênicos do espaço; explanação dos aspectos históricos, geográficos e ambientais	Mapa de lona, roteiros experimentais.	Sensibilizar os participantes quanto à historicidade do local e o pertencimento de cada indivíduo nos espaços em que vivemos.
Análise físico-química da água da baía de Guanabara e da água da rede de abastecimento.	Maleta com materiais e instrumentos e roteiro experimental.	Coletar dados acerca das características da água da baía e comparar com a classificação de águas do CONAMA e com algumas características da água potabilizada.
Passa a bola.	Bola de brinquedo.	Possibilitar aos participantes a expressão das impressões sobre a visita didática.

Na etapa da pós-visita, as respostas às questões contidas no roteiro fornecido aos participantes foram debatidas. O roteiro continha espaços para o registro de dados da visita e perguntas relacionadas à análise dos resultados, que deveriam ser comparadas com a classificação de águas definidas na Resolução 375/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA (BRASIL, 2005), além de perguntas abertas.

Resultados e discussão

No trabalho realizado por Santos e colaboradores (2019), estudantes do ensino fundamental realizaram uma atividade sobre Educação Ambiental em uma praia considerada limpa no município de São José de Ribamar, MA. Apesar das boas condições ambientais do local, foi possível observar o potencial pedagógico de uma visita planejada em um espaço aberto como uma praia. Ao contrário da realidade apresentada no relato supracitado, o espaço não formal utilizado no presente trabalho, praia do manguezal na Ilha do Fundão, RJ, sofre há décadas com as pressões do crescimento urbano em seu entorno.

Considerando que o presente trabalho teve a intenção de promover a vivência dos mestrandos em uma prática pedagógica inserida no contexto de um espaço físico natural, as discussões e reflexões ocorridas durante as atividades apontaram para o estímulo à alteridade dos docentes em relação aos seus próprios alunos e à sua realidade escolar. Tudo isso alinhado aos referenciais teóricos utilizados.

O conhecimento prévio do espaço não formal pelos mediadores da visita é fundamental para um bom planejamento da intervenção pedagógica. Em se tratando de um espaço a céu aberto, as condições climáticas são um fator decisivo na execução ou não da visita. Nessa experiência em ensino, as condições climáticas foram monitoradas através de aplicativos de previsão do tempo acessíveis pela internet. No dia da visita fazia sol!

Ao chegar ao local, o grupo foi estimulado a observar os elementos naturais e os antropogênicos presentes naquele ambiente natural. O local, naquela praia, foi uma vila de pescadores em um passado recente, onde os próprios pescadores construíram diversas moradias. Entretanto, apesar da vila ter sido desativada e as casas demolidas, a atividade pesqueira ainda se fazia presente, comprovada pela quantidade de barcos atracados no local. Junto aos barcos foram observadas espécies de aves marinhas, disputando o pescado e os restos de peixes entre si. A presença de resíduos sólidos na areia e no mar foi algo que chamou a atenção dos participantes. A

praia apresentava uma vegetação típica das ilhas que compõem a Baía de Guanabara e seu entorno (ICMBio, 2009). Um dos alunos apontou a presença de espécies vegetais exóticas como uma amendoeira-de-praia (*Terminalia catappa* L.), espécie naturalizada no Brasil (JBRJ, 2020). Mas, nesse caso, a sombra da árvore serviu para abrigar a turma do sol. Uma mesa de madeira esquecida no local serviu de suporte para a realização dos experimentos.

O mapa do Rio de Janeiro foi utilizado de forma dialogada. Nele foram apontadas as mudanças ocorridas nas margens da Baía de Guanabara desde a época da chegada dos primeiros colonos portugueses, em 1502. Os participantes foram convidados a apontarem no mapa os locais onde se situam as escolas em que trabalham, onde moram e onde estudam. Todos perceberam que em seu cotidiano há uma relação histórico-geográfica com aquela baía oceânica. Essa constatação serviu para uma reflexão sobre a percepção dos espaços no entorno da escola, com potencial para atividades didático-pedagógicas. Essa percepção nem sempre é fácil, considerando-se a realidade profissional dos docentes que, em muitos casos, correm de uma escola para outra a fim de receberem melhores salários.

Ainda que a ação humana tenha interferido fortemente na Baía de Guanabara e em seu entorno - nem sempre de forma positiva do ponto de vista ambiental, a turma considerou que a paisagem daquela praia era agradável. Nesse momento da explanação, foi estabelecida a relação entre o ambiente da baía e a presença de tribos indígenas naquele local, cujo grande atrativo era a oferta abundante de caça e pesca, necessárias à subsistência daquelas comunidades, como comprovado pelos colonos europeus no século XVI (Amador, 2012). Ao encerrar este momento de ambientação do grupo com o espaço não formal de educação, os professores frisaram que, numa intervenção em ENF, os aspectos interdisciplinares podem ser trabalhados em conjunto com os docentes da escola de outras áreas do conhecimento.

Em seguida foi iniciada a coleta da amostra de água da baía com o lançamento da sonda coletora (Fig. 5) até, aproximadamente, 30 cm de profundidade.



Figura 5. Sonda para a coleta da água da praia confeccionada com um pote de vidro, corda, argolas para medir as profundidades (15 cm e 30 cm) e suporte plástico para controlar o lançamento. Fonte: autores.

Para a apresentação dos relatórios na aula seguinte os alunos foram avisados que poderiam trabalhar em duplas. Os testes realizados após a coleta da amostra foram: temperatura da amostra; temperatura da amostra-controle (água potável da rede de abastecimento); teste de OD (oxigênio dissolvido) na amostra: teste de pH das amostras da baía e controle, por dois métodos (fita de pH e

indicador ácido-base azul de bromotimol); e teste de condutividade elétrica das duas amostras de água, com o uso do condutivímetro. Cada ensaio foi realizado apenas uma vez, por um dos participantes do grupo, sob a observação dos demais e a orientação dos professores. As instruções dos kits utilizados para cada ensaio eram lidas em voz alta por outro aluno que não aquele que realizaria o experimento. Os alunos se revezaram nessa atividade e todos os resultados foram compartilhados.

Além dos testes realizados no local, foi solicitado aos participantes que obtivessem posteriormente dados de GPS (*Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global) quanto à localização do posto de coleta. Tal recurso é possível através do Programa *Google Earth*.

A dinâmica de grupo “passa a bola” foi um recurso utilizado para a avaliação das primeiras impressões dos alunos. Com o grupo de pé e em círculo, uma bola era lançada de um a outro participante, aleatoriamente. Ao receber a bola o participante dizia, uma frase ou palavra que expressasse para ele o que significou a vivência naquele espaço ao ar livre. A primeira participante fez uma fala ressaltando a diversidade de experimentos e a forma com que se pode aprender a utilizar um espaço ao ar livre para uma boa aula. Outras falas como, *foi inspirador, foi divertido*, emergiram do grupo. A própria dinâmica de avaliação pode ter sido impactante para os participantes, uma vez que não é uma forma usual de estimular a expressão individual de ideias nas aulas do mestrado.

Análise dos relatórios dos participantes

No roteiro utilizado no dia da visita constava uma tabela para registro dos dados físico-químicos coletados nas amostras, um espaço para anotações e um conjunto de perguntas a serem respondidas posteriormente e entregues na aula seguinte, na forma de relatório. A formatação do relatório foi de livre escolha dos participantes. Ao todo, retornaram cinco relatórios, aqui identificados por A, B, C, D e E. Cabe ressaltar que alguns foram produzidos com dados histórico-geográficos, referenciais teóricos, inserção de fotos comentadas do local e mapas. A realização dos ensaios físico-químicos, a análise e sistematização dos resultados e a sua apresentação na forma escrita buscou aproximar os alunos de uma vivência pedagógica baseada na experimentação investigativa, com vistas à formação docente (Schnetzler e Antunes-Souza, 2019).

As medições e dados de localização feitos pelos participantes são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Resultados das medições feitas na praia do Manguezal na Ilha do Fundão, RJ, registrados nos relatórios A, B, C, D e E.

Dados	Relatórios				
	A	B	C	D	E
T(°C) amostra-controle	23	23	23	23	23
T (°C) H ₂ O praia	27	27	27	27	27
Cond. Elétrica amostra-controle	Brilho fraco	Luz menos intensa	Menos intensa (fraca)	fraca	Menos intensa (fraca)
Cond. elétrica H ₂ O praia	Brilho médio	Luz mais intensa	Mais intensa (forte)	média	Mais intensa (forte)
OD (mg/mL) H ₂ O praia	11	11	11	11	11
pH amostra-controle	5-6 (fita) ^a	5-6 (fita) ^a	5 a 6	7 e 8	5 a 6
	7,6 (kit) ^b	7,6 (kit) ^b			
pH H ₂ O praia	7-8 (fita) ^a	7-8 (fita) ^a	7 a 8	7 e 8	7 a 8
	8 (kit) ^b	8,9 (kit) ^b			
Dados GPS	4QRT+8M <i>Google Maps</i>	22°51'31.5'' S 43°13'02.2''	22°51'31.5''S 43°13'02.2''W	x	22°51'31.5''S 43°13'02.2'' W

		W			
Horário (h:min)	10:54	10:52	10:52	10:52	10:52
Condições climáticas	Sol com nuvens, 24°C	Máx. 26°C e Min. 17°C	Levemente nublado	Sol, sensação de 24 °C	Levemente nublado
Parâmetros para águas salinas CONAMA					
Classe 1: OD \geq 6 mg/mL; pH 6,5 a 8,5 + 0,2					
Classe 2: OD \geq 5 mg/mL; pH 6,5 a 8,5 + 0,2					
Classe 3: OD \geq 4 mg/mL; pH 6,5 a 8,5 + 0,2					

^aFita = fita de pH;

^bkit = teste para aquários.

Os resultados apresentados na tabela 1 mostram dados idênticos para os ensaios de temperatura, condutividade elétrica, OD e o horário de coleta, entre os relatórios de A a E. No entanto, dados como o pH, a localização por GPS e as condições climáticas foram discordantes em alguns casos. Tal fato segue a lógica da atividade experimental escolhida, uma vez que o resultado de cada ensaio era único e compartilhado. Somente aqueles ensaios que requeriam interpretação geraram alguma discordância, segundo a percepção de cada aluno. A motivação final dessa etapa era de instrumentalizar os alunos com dados experimentais que lhes auxiliasse a pensar, de forma investigativa e contextualizada, a importância da Ciência na compreensão da dinâmica natural frente à ação do homem em Sociedade.

A medição de pH foi realizada por dois métodos colorimétricos (fita e *kit* contendo azul de timol). Os relatórios A e B apresentaram resultados concordantes, exceto em relação à medição do pH da água da praia, 8 e 8,9, respectivamente. Aqui os alunos utilizaram os dois métodos, mas nos relatórios C, D e E apresentaram um único registro para cada amostra. Em C, os valores são compatíveis com a medição em fita. De acordo com o relatório D ambas as amostras apresentaram o mesmo valor de pH. A fita indicadora de pH apresenta um faixa de pH que varia de 1 a 14, já os reagentes do *kit* possuem uma limitação para água doce numa faixa de 7,6 a 9,2. Portanto, valores abaixo de 7,6 não constam na escala colorimétrica do *kit*. Este material não foi adequado para a medição da água potável (amostra-controle). Porém, considerando-se que o pH da amostra de água potável é menos alcalino do que o pH da água salgada da praia, os resultados fazem sentido, exceto pelo relatório D onde ambas as amostras apresentaram mesmo valor de pH.

Mesmo um espaço a céu aberto possui um “endereço” geográfico, os dados de localização utilizados desde os povos da antiguidade e hoje modernizada com as tecnologias de comunicação e informação. A localização das coordenadas geográficas por satélite foi concordante entre os relatórios B e C, que utilizaram a latitude sul e longitude oeste em graus, minutos e segundos (disponível no *Google Maps*). O relatório A apresentou a localização por meio da ferramenta *plus code*, disponível no aplicativo *Google Maps*. O relatório D não forneceu esse dado.

A forma de expressar as condições climáticas foram diferentes nos quatro relatórios. Em A e D a informação do dia de sol ou de sol com nuvens foi complementada pela temperatura ambiente.

A discussão que se pretende aqui é evidenciar que, mesmo num grupo pequeno, há diferentes formas de interagir com a atividade. Os alunos, quando desafiados a buscar respostas, encontram caminhos diversos, convergentes ou não, mesmo se tratando de docentes em formação continuada. Do mesmo jeito, estudantes de outros níveis de ensino também podem realizar percursos diferenciados até chegarem às suas próprias conclusões.

A segunda parte do roteiro oferecia questões (1 a 6) cujas respostas apresentadas nos relatórios de A a E são apresentadas de forma sumarizada e analisadas a seguir.

- 1) Considerando que a amostra é de água salina, avalie se os parâmetros de pH e OD atendem aos padrões estabelecidos na resolução do CONAMA (págs. 14 a 18) para uma ou mais classes de águas salinas ou nenhuma delas.

- A Considerou que o valor de OD estava de acordo com o estabelecido pelo CONAMA. Mas apontou que o pH 8,9 não enquadra a amostra de água salina nas classes 1 e 2.
- B Baseados nos critérios de OD e pH, a água da praia atende aos critérios do CONAMA para as três classes.
- C Reconheceu que a amostra de água salina se enquadraria nas classes 1, 2 e 3 considerando-se os parâmetros de OD e pH. Exceto no valor obtido de 8,9 (kit) onde a amostra não se enquadraria em nenhuma das três classes. Analisou a amostra-controle sob esse ponto de vista, apesar de não ter sido pedido na questão.
- D Considerou os valores de pH e OD aceitáveis para as três classes de água.
- E Baseou-se estritamente nos dados obtidos e na resolução, apontando que o valor do pH 8,9 estava fora dos padrões do CONAMA para as classes de 1 a 3. Mas não descartou os dados que enquadram o pH e o OD dentro do aceitável pelo órgão ambiental.

O objetivo da pergunta foi apresentar os tipos de análises feitas na aula e sua correlação com os parâmetros ambientais presentes no documento do CONAMA. O resultado das medições (OD e pH) enquadrariam a amostra nas classes 1, 2 e 3. Cabe ressaltar que o pH foi apontado como 8,9 por alguns participantes, mesmo aqueles que não registraram esse valor nos seus respectivos relatórios. Nesse caso pode ter havido uma troca de dados entre os grupos, gerando certa confusão. O teste com o *kit* se mostrou mais impreciso em termos de comparação da cor final da solução com a escala colorimétrica. Ainda assim, nos relatórios B e D, os valores foram considerados dentro do aceitável pelo CONAMA.

- 2) Justifique o comportamento das amostras frente à condutividade elétrica observada.
 - A Associou o brilho da lâmpada à condutividade elétrica das amostras e o brilho mais intenso à maior presença de sais na água da baía oceânica.
 - B Associou o brilho da lâmpada à condutividade elétrica. Atribui a maior condutividade da água da praia à salinidade, que por sua vez sofre interferência pela presença de seres vivos, poluentes, nutrientes, atividade fotossintética, pH, teor de OD, entre outros fatores.
 - C Relacionou a maior intensidade de luz produzida pela amostra da água da praia à maior presença de íons dissociados em solução em comparação com a água da rede de abastecimento.
 - D Relacionou a intensidade do brilho da lâmpada à presença de sais nas amostras, apontando a água da praia com maior concentração salina.
 - E Relacionou a intensidade do brilho da lâmpada com a concentração de eletrólitos presentes na água sendo a água da praia superior em concentração de íons quando comparada à amostra-controle.

Em todas as respostas os participantes demonstraram correlacionar a condutividade com a presença de íons em solução e a intensidade do brilho da luz com a maior concentração desses íons nas amostras. Atribuíram a presença de íons aos sais, porém, um dos relatórios incluiu outras fontes de íons como a poluição, material orgânico e nutrientes na água da praia.

- 3) O que representa o parâmetro oxigênio dissolvido (OD) e por que ele é medido?
 - A Definiu OD e ressaltou a importância do O₂ dissolvido na água para a vida aquática.

- B Apontou para a importância do OD e os processos químicos e biológicos. Frisou que é um indicador de poluição.
- C Definiu OD e ressaltou que é um parâmetro importante para “biólogos” avaliarem as condições de vida aquática que consomem e produzem oxigênio.
- D Definiu OD e relacionou o índice com a qualidade das águas.
- E Definiu OD e relacionou à salinidade e como parâmetro auxiliar nas demais análises químicas e biológicas.

Os resultados sugerem que todos os alunos foram capazes de compreender a função ou importância do oxigênio dissolvido como um dos parâmetros de caracterização do nível de poluição do meio aquático.

- 4) Só a medição do valor do pH é o suficiente para diferenciar uma água doce de uma água salgada? Justifique a sua resposta.
- A Reconheceu que as faixas de pH para água doce e salgada apresentam valores que podem ser coincidentes, não sendo, portanto, um parâmetro diferenciador.
 - B Reconheceu que só o valor do pH não é o suficiente para diferenciar as águas doce e salina. Indicou a necessidade do teste de salinidade.
 - C Reconheceu que só o pH não é suficiente. A determinação da salinidade, da concentração de cloretos, dentre outros parâmetros, é necessária para complementar a informação.
 - D Afirmou que sim, que o pH pode ser medido em amostra de água doce ou salgada.
 - E Indicou que outros eletrólitos não são apontados no teste do pH, só a concentração de íons hidrônio, portanto o teste é insuficiente para a distinção da água doce e salina.

Com exceção de D, todos afirmaram que só a medição do pH pode não ser suficiente para diferenciar uma água salina de uma água doce. O que é verdade, pois o pH depende do tipo de solo que forma o leito que recebe o corpo d'água, das condições climáticas (chuva, por exemplo), do ponto de coleta da amostra (na foz de um rio com o mar, por exemplo), mas em geral, as águas salinas têm um pH básico.

- 5) Com base nos dados obtidos, nas imagens e nos critérios apresentados pela resolução do CONAMA, a água salina analisada pode ser classificada em uma ou mais classes (especial, classe 1, classe 2 e classe 3) ou em nenhuma delas? Justifique a sua resposta.
- A Discutiu a classificação do CONAMA e a realidade da praia visitada que, apesar de ter alguns parâmetros químicos aceitáveis, não apresenta harmonia paisagística pela presença de resíduos sólidos em grande quantidade presentes na areia e na água.
 - B Reconhecem que as medições feitas são insuficientes para classificar as águas. Ressalta o pH de 8,9 que desclassificaria as águas nas classes 1, 2 e 3.
 - C Apontou para as classes 1 e 2 na qual água da praia poderia ser classificada, mas elencou outros parâmetros necessários à classificação. Indicou a presença de resíduos sólidos como um elemento a ser considerado na classificação.
 - D Não respondeu.
 - E Assumiu que são necessárias mais análises para proceder à classificação apontada no

documento.

Esta pergunta tinha o objetivo de correlacionar outros parâmetros observáveis da água e da paisagem com uma possível classificação de águas salinas, segundo a resolução do CONAMA. A presença de poluentes, sobretudo de resíduos sólidos, foi uma das observações que os participantes fizeram em relação à descrição do ambiente da praia. A resolução aponta para “a ausência de resíduos sólidos objetáveis” e “materiais flutuantes virtualmente ausentes” como sendo critérios classificatórios, dentre outros. Para as classes de águas salinas de 1 a 3, as condições mencionadas devem ser atendidas. Assim, para além da percepção de senso comum, há uma legislação que estabelece critérios e padrões para as águas de acordo com a finalidade. Além disso, as análises feitas são insuficientes para determinar a classificação das águas, o que foi entendido pela maioria dos participantes.

6) Se você realizasse esta atividade com sua turma (na escola), que mudanças ou desdobramentos poderiam ser feitos para explorar ainda mais a experiência em ENF?

- A Análise da biota local e comparação com um ambiente análogo não poluído, análise do solo, ensinar o conceito de pH por meio da análise de água e sua relação com a vida, explicar os ciclos biogeoquímicos.
- B Distribuição de *kits* de análise por grupos de alunos e coleta de amostras em diversos pontos da baía para comparação dos resultados.
- C Medida da turbidez da água marinha e suas causas, discussão sobre a contaminação de metais pesados na água marinha e suas consequências para a saúde, abordar a questão da matéria orgânica presente na água e a medida da DBQ.
- D Produção de texto pelos alunos propondo intervenções para os problemas apresentados no local da visita, pesquisa sobre os tipos de materiais presentes no local.
- E Análise da areia e da água de outras regiões próximas da praia, quantificação de sais presentes na água, classificação de águas doce, salina e salobra.

As respostas oferecem sugestões diversificadas (e não coincidentes!) com relação a uma aplicação da atividade pelos próprios alunos. Aqui se observa um bom exercício de criatividade, tão necessário à prática pedagógica. Salienta-se a diversidade de propostas que vão desde experimentos que necessitam de reagentes químicos até aqueles onde pode ser trabalhada a produção de textos a partir da percepção dos elementos paisagísticos do local. Propostas interdisciplinares são sugeridas quando se relaciona conteúdos que perpassam pela Biologia, Redação, Educação Ambiental, além da Química.

Comentários adicionais

Alguns participantes registraram impressões sobre a aula na praia ao final do relatório. Alguns trechos são transcritos a seguir:

No que se refere a atividade de investigação podemos constatar que essa proposta metodológica foi eficaz, pois os alunos ficaram mais curiosos, participativos e empolgados. [...] Portanto, aliar uma atividade de investigação a um espaço não formal de ensino se apresenta como um modo interessante de promover a aprendizagem significativa do aluno. Visto que o mesmo se torna protagonista de seu conhecimento.

Relatório A.

A realização de atividades em Espaços Não Formais de Ensino é capaz de promover experiências educativas que vão muito além do que se aprende na sala de aula. Ter uma aula na Baía de Guanabara, um local que passamos frequentemente, mas muitas das vezes não damos a devida importância, foi uma experiência mais complexa do que imaginamos. Ela promoveu uma aproximação do contexto social da Baía associado ao conhecimento científico, dando

aplicabilidade e significado a vários conceitos aprendidos em Química como por exemplo o pH e a condutividade elétrica.

Relatório B.

A atividade de campo em um espaço não formal de educação permitiu modificar a visão sobre o conceito de Experimentação aplicada ao Ensino. Foi uma atividade enriquecedora sobre as possibilidades de se utilizar outras ferramentas e espaços para ensinar Química.

Relatório C.

Os comentários dos alunos sugerem uma considerável adesão à proposta apresentada, aliada a uma compreensão clara do local utilizado (a praia) como um efetivo espaço formativo no campo da Química. A associação do uso de espaços não formais de aprendizagem com a experimentação parece ter gerado uma fórmula bem-sucedida na visão dos alunos, que entenderam a importância da realização de experimentos dentro de uma proposta investigativa.

As impressões dos professores em relação à vivência de uma visita planejada à praia na Baía de Guanabara, refletem, ainda, o que Da Silva et al (2011, p. 240 e 256) defendem em relação à finalidade da experimentação, que é desenvolver o pensamento analítico teoricamente orientado, ou seja, a análise das partes que compõem um todo e sua ressignificação pautada em atividades que aguçam a imaginação e a criatividade. Os autores incluem as visitas planejadas no elenco de modalidades de experimentação, tal qual é assumido no presente trabalho, e sobre isso apontam que tais espaços propiciam o aprofundamento do conhecimento químico, a sua aplicabilidade e o desenvolvimento do senso crítico dos alunos.

Conclusão

Este artigo tratou de uma atividade envolvendo um grupo de docentes em formação continuada e seus professores numa aula na praia, através de uma visita planejada a um espaço não formal de educação. Ainda que o cerne da proposta tenha sido a experimentação investigativa no ensino de Química, a intervenção pedagógica teve uma abordagem contextualizada e interdisciplinar com as áreas da Biologia, da Geografia, da História e da Educação Ambiental. As etapas integradoras de tal abordagem foram compreendidas pelos participantes e as questões investigativas fizeram emergir uma diversidade de respostas e diferentes olhares sobre a experiência vivida como um todo.

Cabe ressaltar que, mesmo fora do escopo do presente trabalho, as tecnologias atuais impulsionaram a realização da proposta pelo uso de *smartphones* no acesso aos aplicativos e sítios da internet para a consulta das condições climáticas, de dados de localização geográfica e do registro de imagens.

Agradecimentos

Agradecemos ao Prof. Guilherme Cordeiro da Graça Oliveira (IQ-UFRJ) pela sugestão da inclusão do mapa físico na aula de campo.

Referências bibliográficas

Amador, E. S. (2012). *Bacia da Baía de Guanabara: características geoambientais, formação e ecossistemas*. Rio de Janeiro: Interciência.

Bamberger, Y., Tal, T. (2006). Learning in a personal context: levels of choice in a free choice learning environment in Science and natural museums. *Science Education*, 91, 75-95.

Brasil, (2005). Conselho Nacional de Meio Ambiente - *Resolução CONAMA 357/2005 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu*

enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Acesso em 25 ago., 2017.
<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>.

Carvalho, A. M. (2013). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage learning.

CNPq. Conselho Nacional de Pesquisa. *Produção C, T & A*. Acesso em 27 jan., 2020.
<http://lattes.cnpq.br/web/dgp/producao-c-t-a>.

Da Silva, R. R., Machado, P. F. L., Tunes, E. (2011). Experimentar sem medo de errar. In: dos Santos, W. L. P., Maldaner, O. A. (org.). *Ensino de química em foco* (pp. 231-261). Ijuí: Ed. Unijuí.

Garcês, B. P., Santos, K. O., Oliveira, C. A. (2018). Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Bioquímica Metabólica, *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 13 (1), 527-534.

Gonzales, W., Pedrosa, S. (2013). Limites e possibilidades de atuação do pedagogo em espaços não formais de ensino: algumas questões para o debate. *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, 11(26), 240-465.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2009). *Diagnóstico da vegetação – estação ecológica da Guanabara e região*. Acesso em 05 jan., 2020,
http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/diagnostico_vegetacao_ga.pdf

Jacobucci, D. F. C. (2008). Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. *Revista Em Extensão*, 7 (1), 55-66.

JBRJ. Jardim Botânico de Rio de Janeiro. *Flora do Brasil 2020, algas, fungos e plantas*. Acesso em 05 jan., 2020,
<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ResultadoDaConsultaNovaConsulta.do#CondicaoTaxonCP>

Marques, J. B. V.; Freitas, D. (2017). Fatores de caracterização da educação não formal: uma revisão na literatura. *Educação e Pesquisa*, 43(4), 1087-1110.

Mendonça, R. P., Ribeiro, V. A. F. (2014). *Análise da Dinâmica Sedimentar no Entorno da Ilha do Fundão, Rio de Janeiro* (Projeto de Graduação, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Acesso em 15 set., 2019,
<http://www.drhima.poli.ufrj.br/images/documentos/tcc/2014/raphaela-de-paiva-mendonca-2014.pdf>

Pinheiro, E. C. F. *A Baía de Guanabara, Um Olhar Sobre a História*. Acesso em 03 set., 2018.
<https://museudoamanha.org.br/livro/07-a-baia-de-guanabara-um-olhar-sobre-a-historia.html>.

Rodríguez A. S. M., Pino J. C. (2017). Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): Perspectivas Teóricas Sobre Educação Científica e Desenvolvimento na América Latina. *Revista de Educação Ciência e Tecnologia*, 6 (2), 1-21.

Santos, M. E. M. et al. (2019). Da sala para a praia: proposta pedagógica para o ensino e conservação de invertebrados marinhos numa escola em Panaquatira, São José de Ribamar, MA. *Experiências em Ensino de Ciências*, 14 (2), 413-423.

Santos, C. C. (2017) *Investigando o comportamento de professores durante visitas escolares ao Museu Nacional* (Dissertação de Mestrado, Mestrado Profissional em Ensino de Química, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro). Acesso em 18 nov., 2019, <https://drive.google.com/file/d/0B-4oxuT-vbHINGYzSVltd0JnTlk/view>

Schnetzler, R. P., Antunes-Souza, T. (2019). Proposições Didáticas para o Formador Químico: A Importância do Triplete Químico, da Linguagem e da Experimentação Investigativa na Formação Docente em Química. *Química Nova*, 42(8), 947-954.

Teixeira, F. M. (2013). Alfabetização Científica: Questões para Reflexão. *Educação e Ciência*, 19(4), 795-809.

UNESCO (2014). UNESCO GUIDELINES for the Recognition, Validation and Accreditation of the Outcomes of Non-formal and Informal Learning. Acesso em 23 mar., 2020, <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002163/216360e.pdf>.

UFAL. Universidade Federal de Alagoas. *Manual Técnico para Coleta de Amostras de Água*. Acesso em ago., 2017, http://www.ctec.ufal.br/professor/elca/manual_coleta_%C3%81gua.pdf.

UFRJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro. *COPPEE 50 UFRJ, Viva a Ilha do Fundão: Concurso Fotográfico – História*. Acesso em 03 set., 2019, <http://www.coppe50anos.coppe.ufrj.br/vivailha/pt/a-ilha/historia>.

Vieira, V., Bianconi, L., Dias, M. (2005). Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. *Ciência e Cultura*, 57 (4), 21-23.