

O ensino de Física Ambiental: Análise do potencial pedagógico de espaços não-formais de educação

The teaching of Environmental Physics: An analysis of the educational potential of the non-formal teaching spaces

Letícia Estevão Moraes

Universidade Estadual de Campinas
Programa de Pós-Graduação Multiunidades de Ensino de Ciências e Matemática
leticia.ufscar@gmail.com

Maria José Fontana Gebara

Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba
Departamento de Física, Química e Matemática
maria.gebara@ufscar.br

Resumo

Este trabalho analisou o potencial pedagógico que espaços não-formais apresentam para a prática da Física Ambiental. Visto que o ensino de Física tem se mostrado pouco atrativo aos estudantes e que a maioria das escolas não conta com laboratórios, esta temática poderia, com a inserção de seus conteúdos em atividades realizadas em espaços não-formais, suprir algumas lacunas. Logo, este trabalho buscou analisar as possibilidades e limites de tratamento desta temática em espaços não-formais. Para isso foram realizadas visitas exploratórias e entrevistas com responsáveis das instituições, com o intuito de levantar possíveis atividades que possam ser incorporadas ao currículo escolar de Física visando à temática ambiental. Através desta pesquisa pode-se verificar que os espaços não-formais apresentam potencial para a inserção da Física Ambiental, preferencialmente incorporada a projetos interdisciplinares, mas essa possibilidade ainda não está contemplada nas propostas de gestão dos espaços.

Palavras chave: Física Ambiental, Espaços não-formais de educação, Educação não-formal, Ensino de Física.

Abstract

This study analyzed the pedagogical potential that non-formal spaces represent for Environmental Physics teaching. The physics teaching has proved unattractive to students and many schools do not have laboratories. The inclusion of Environmental Physics in non-formal settings could fill some gaps. This study aimed to analyze the possibilities and limits of Environmental Physics for Physics teaching. We made exploratory visits and interviews in non-formal spaces in order to identify activities that can be incorporated into the school curriculum, aimed at environmental issues. We verified that the non-formal spaces have potential for inclusion of Environmental Physics, especially if incorporated into interdisciplinary projects. However, this possibility is not contemplated in the administration proposal of these spaces.

Key words: Environmental Physics, Non formal spaces, non formal education, Physics Teaching.

Introdução

As atividades realizadas em espaços não-formais de educação, caracterizados como lugares em que há possibilidade de desenvolver saberes de forma mais flexível do que na escola, contribuem significativamente para a formação do cidadão. Atividades realizadas nestes ambientes podem facilitar o ensino por diferentes fatores, dentre os quais destacam-se os afetivos, permitindo ao estudante maior aproximação entre o estudo da ciência e seu cotidiano.

Considerando que alguns espaços não-formais são locais onde o estudante pode analisar, experimentar e estudar fenômenos, até então vistos apenas na teoria, e o fato de a maioria das escolas públicas não contarem com laboratórios didáticos, estes espaços educativos podem se constituir como um diferencial no ensino de Física, permitindo a aproximação entre o estudante e as Ciências Experimentais.

Neste contexto, a Física Ambiental insere-se como uma área que estuda fenômenos físicos e os relaciona com os impactos sobre o ambiente; como exemplos, podemos citar a inversão térmica, o efeito estufa, o uso (consciente) de energia, dentre outros tópicos. Deste modo, acreditamos que os espaços não-formais e as atividades pedagógicas que neles podem ser desenvolvidas, apresentam grande potencial para o estudo e inserção da Física Ambiental no ensino médio. Especialmente porque, após análise de conteúdos programáticos e livros didáticos verificamos que não há atenção para esta área e, quando o fazem é apenas na perspectiva da Física Térmica.

Partindo desta perspectiva, nos propusemos a responder à seguinte questão: Quais as possibilidades e os limites dos espaços não-formais de Educação para o ensino de Física Ambiental?

Com o intuito de responder a essa questão, analisamos diferentes ambientes educacionais não-formais, tais como zoológico; jardim botânico; parques geológicos e ecológicos de uma cidade do interior paulista. Para isso, consideramos a hipótese de que estes espaços e, principalmente seu potencial, não são divulgados para as escolas e que os professores desconhecem as possibilidades desses locais para o ensino de Física Ambiental.

Nosso objetivo foi analisar o potencial de espaços não-formais de educação como facilitador para o ensino e inserção de tópicos de Física Ambiental no ensino médio. Através de revisão bibliográfica, discutimos o que são espaços não-formais de educação e o referencial teórico da Física Ambiental, com o intuito de verificar de que forma estes espaços contribuem para o ensino dessa temática.

A educação em espaços não-formais

Para Marandino (2003) o processo educativo pode ocorrer em diversos ambientes educacionais e sociais e, para cada lugar existe uma denominação diferente: educação formal, educação não-formal e educação informal. Smith (2001) define a educação formal como sendo aquela que está ligada estritamente às escolas e instituições de ensino; a educação não-formal está ligada às organizações externas ao ambiente educacional formal e a educação informal como a que cobre os restantes dos ambientes, ocorrendo, principalmente, com familiares, amigos e comunidade.

Na categoria educação não-formal, segundo La Belle (1982 *apud* GADOTTI, 2005) encontramos “toda atividade educacional organizada, sistemática, executada fora do quadro do sistema formal, para oferecer tipos selecionados de ensino a determinados subgrupos da população”. Segundo essa definição, toda e qualquer atividade que ocorre fora do ambiente escolar é considerada educação não-formal. Contudo, é preciso não esquecer que a educação não-formal é diferente da educação formal, os conceitos não são apresentados de modo hierárquico e burocrático, mas apresentam características próprias que são tão importantes quanto às da educação formal.

A educação não-formal apresenta um plano de ensino e metodologias flexíveis, que podem ser adaptados às necessidades e interesses dos estudantes. O tempo não é pré-estabelecido, o que permite atingir maior número de alunos. Para Dib (1998), a educação não-formal não é facilmente definida e não há consenso entre os autores, isto devido ao olhar que se toma sobre as distinções entre educação formal e não-formal.

Espaço não-formal	Definição
Parque Ecológicos	Tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.
Monumento Natural (Parques Geológicos)	Tem como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.
Jardim Zoológico	Trata-se de qualquer coleção de animais silvestres mantidos em cativeiro, ou em espaço semiaberto, exposta à visitação pública, com finalidades socioculturais e científicas.
Jardim Botânico	É toda área protegida, constituída no seu todo ou em parte, por coleções de plantas vivas cientificamente reconhecidas, organizadas, documentadas e identificadas, com a finalidade de estudo, pesquisa e documentação do patrimônio florístico do País, acessível ao público, no todo ou em parte, servindo à educação, à cultura, ao lazer e à conservação do meio ambiente.

Quadro 1: Espaços não-formais utilizados nesta pesquisa e suas definições.

Fonte: Lei nº 9.985/2000 de 18/07/2000, Lei nº 7.173 de 14 /12/1983, Resolução Conama nº 339 de 25/09/03.

Neste trabalho, adotamos como definição de educação não-formal qualquer atividade educacional organizada e desenvolvida separadamente do sistema formal estabelecido, assumindo que a mesma pode ocorrer em espaços nos quais há a intenção de ensinar, mesmo que não exista um currículo definido ou oferecimento de grau ou diploma. Sendo assim, consideramos ambientes que permitem a realização de visitas ou que desenvolvem programas de parceria com escolas, ministrando palestras e fornecendo materiais didáticos, como os zoológicos, os jardins botânicos, museus, centros de ciências, planetários, indústrias etc., ou seja, uma ampla diversidade de lugares.

Vaine (2013) afirma que se deve, inicialmente, reconhecer as particularidades dos ambientes, de modo a compreender as interações possíveis com as escolas. A autora divide estes ambientes em dois grandes grupos: os museus de ciências e os demais espaços, cujas características podem ser conferidas na Tabela 1. Segundo a autora, museus e centros de ciências despontam como espaços fundamentais de divulgação e na educação da população

sobre assuntos relativos à Ciência e Tecnologia, havendo meios diversificados para o desenvolvimento de atividades que possam suprir os interesses dos cidadãos.

A Física Ambiental e os espaços não-formais

A Física Ambiental é uma abordagem ainda pouco explorada no Brasil, mas com grande potencial pedagógico e metodológico para auxiliar no ensino de Física, buscando uma aproximação com o cotidiano do aluno. No final do século XX, a partir da especialização necessária para compreender fenômenos do ambiente começam a surgir novas “disciplinas”, tais como a Biofísica, Climatologia Física e Física Atmosférica. Estas novas áreas, que realizam estudos na interface de outras disciplinas, fazem parte de um corpo de conhecimento hoje conhecido por “questões ambientais” ou “problemas ambientais” (BOECKER, GRONDELLE, BLANKERT, 2003).

Neste sentido, a Física Ambiental - tal como outras sub-disciplinas como, por exemplo, a Biofísica - apresenta um corpo de conhecimentos que deriva e se assemelha à Física, mas que contém aspectos que as diferenciam. A semelhança entre ambas reside no estudo das leis da natureza; na utilização de experimentos, com a correspondente análise dos dados coletados, para descrever o processo da vida, sendo que a ênfase está na modelagem de fenômenos na busca das leis da natureza. Contudo, a ligação com questões políticas e a tomada de decisões é menos presente na Biofísica do que na Física Ambiental (BOECKER; GRONDELLE; BLANKERT, 2003).

Por outro lado, na perspectiva escolar é possível verificar que a Física Ambiental é uma ciência integrada a várias outras e que não se resume apenas ao estudo do ambiente. Estudos nesta área permitem a compreensão de conceitos a partir de experiências básicas, relacionadas aos problemas socioambientais, que podem contribuir para o exercício da cidadania dos jovens estudantes (HOLUBOVÁ, 2005). A Física Ambiental possibilita não apenas a abordagem de tópicos de Física, geralmente apresentados de maneira descontextualizada da vida do estudante, como também permite uma aproximação de questões relativas à Educação Ambiental através, por exemplo, dos grupos temáticos:

- Energia (especialmente, em abordagem da Termodinâmica);
- Poluição Sonora (Acústica);
- Poluição do ar (Espectroscopia);
- Transporte de poluentes (Hidrodinâmica);
- Efeito e Gases de Efeito Estufa (Clima e Tempo, Física da Atmosfera, Óptica);
- Poluição eletromagnética (Eletromagnetismo).

Essa aproximação contribui para o desenvolvimento de projetos interdisciplinares, nos quais o estudante pode desenvolver atividades dentro e fora do ambiente escolar, contribuindo para o desenvolvimento de atitudes responsáveis e solidárias e para a conscientização com relação aos problemas socioambientais.

Abordagens Metodológicas

A pesquisa conduzida neste trabalho pode ser classificada como descritiva, exploratória e qualitativa. Pesquisas descritivas têm como finalidade a descrição de uma determinada população ou fenômeno. Por outro lado, pesquisas desenvolvidas com o objetivo de proporcionar uma visão preliminar da problemática em questão, podem ser classificadas como exploratórias (GIL, 2008). Este trabalho também apresenta características de uma pesquisa qualitativa, visto que apresentamos interpretações pessoais sobre os diversos espaços

pesquisados.

A partir da pesquisa bibliográfica, definiu-se quais espaços não-formais apresentam características adequadas ao estudo da Física Ambiental. Na etapa seguinte, para a coleta de dados foram realizadas visitas a diferentes espaços não-formais, guiadas por um roteiro pré-estabelecido; observação das dependências físicas e leitura de documentos oficiais sobre os espaços, também foram realizadas entrevistas com monitores e/ou responsáveis dos ambientes visitados. O papel da entrevista, durante a realização da pesquisa, configurou-se como um instrumento facilitador para investigar o tema em profundidade, o qual pode proporcionar melhor compreensão sobre um problema; gerar hipóteses e fornecer informações para a análise de dados (GIL, 2008). Por último, após a fase de análise e organização do material coletado, realizamos a categorização dos espaços e, posteriormente verificamos se os espaços não-formais visitados apresentam potencial para o estudo da Física Ambiental.

Resultados e Discussões

Para a realização da pesquisa foram visitados os seguintes espaços da cidade de Sorocaba e região: Parque da Biquinha e Parque Natural dos Esportes Chico Mendes que podem ser classificados como Parques Ecológicos; o Parque do Varvito e o Parque Rocha Moutonée, que são Parques Geológicos; o Jardim Botânico “Irmãos Villas-Boas” e o Jardim Zoológico Quinzinho de Barros.

Utilizamos um roteiro de observação e um questionário semiestruturado como roteiro para as entrevistas nos espaços não-formais visitados. Tais instrumentos permitiram que novas perguntas surgissem em função das observações percebidas no local e das respostas dos entrevistados. Notamos que esta dinâmica enriqueceu o trabalho como um todo, averiguamos ainda que, através das entrevistas foi possível identificar as possibilidades de planejamento/realização de ações voltadas para as relações entre Física e Ambiente.

Nos Parques Ecológicos visitados verificamos a existência de programas de atividades na perspectiva da Educação Ambiental conservacionista, ligadas à Alfabetização Ecológica voltadas principalmente para o público da Educação Infantil. Nos Parques Geológicos as visitas guiadas apresentam um viés turístico, não havendo atividades planejadas para a área de Ciências.

O Jardim Botânico apresentava em seu grupo de colaboradores maior diversidade de formação, em diferentes áreas do conhecimento, porém não havia nenhuma atividade que englobasse áreas diversas e/ou uma proposta de atividade permanente. Entretanto, o Jardim Zoológico apresentava grande diversidade de atividades que podem ser realizadas pelo professor, além de *kits* que são disponibilizados na biblioteca do Zoológico e uma visita guiada na qual são apresentados os animais e suas principais características.

Constatamos que conhecimentos de Física não estão incorporados em nenhuma das atividades estabelecidas nos espaços pesquisados. Todas as atividades nestes ambientes educativos estavam próximas dos conceitos da área de Ciências Biológicas. Quando questionados sobre a possibilidade de se trabalhar com conceitos de Física nestes espaços, os entrevistados mostravam-se céticos quanto à utilização dos espaços não-formais para o desenvolvimento desta temática.

Este fato pode ser justificado pela formação dos monitores e responsáveis pelos espaços, que

são, em sua esmagadora maioria, da área das Ciências Biológicas e que, justificadamente, buscam realizar atividades dentro de sua área de atuação. Porém, em algumas instituições a nossa proposta de desenvolver novas abordagens, como por exemplo, a temática da Física Ambiental, despertou o interesse dos administradores, sempre ressaltando a ausência de pessoal preparado para assumir essa responsabilidade. Segundo os entrevistados, seria muito desejável uma parceria com instituições de ensino superior para incorporar atividades que visem outras áreas do conhecimento.

A partir das observações realizadas, identificamos nos parques ecológicos possibilidades para o professor abordar conceitos de preservação da natureza relacionados à qualidade do ar, como a compreensão do ciclo do carbono. O objetivo principal desta atividade seria conscientização do jovem estudante para questões que envolvam a degradação do meio ambiente pela ação humana. Na perspectiva da Física Ambiental, o professor pode vincular esta problemática aos poluentes que são exalados de automóveis e chaminés de fábricas, abrindo a possibilidade de para discutir o funcionamento de catalisadores como ferramenta capaz de minimizar os efeitos da poluição do ar.

Por outro lado, parques ecológicos localizados em áreas urbanas sofrem com barulhos advindos de áreas externas. Esta problemática permite a utilização destes espaços para abordagem do tema poluição sonora como tema estruturador para o estudo do Som e Acústica. Como incentivo para a discussão, é possível utilizar reportagens de jornais e revistas, como por exemplo, “*Barulho exige 20% mais de energia para tarefas*”¹ e “*Poluição Sonora ataca traiçoeiramente o corpo*”², que possibilitam ao professor iniciar uma diferenciação entre *barulho* e *som*. Por sua vez, o estudo do som implica na compreensão de suas características, tais como, comprimento de onda, velocidade de propagação, altura, timbre, função de onda, níveis de audibilidade sonora, entre outras.

Parques Geológicos apresentam grande potencial para estudos de campo sob a perspectiva da Física Ambiental. Para tanto, há necessidade de um estudo prévio sobre as formações rochosas, deste modo as atividades realizadas nestes espaços podem ser trabalhadas através de parcerias com a disciplina de Geografia. Para a pesquisa de campo o professor deverá incentivar a preparação de um guia de observação que organize a coleta de dados nos parques geológicos. As observações terão como principais objetivos o estudo das rochas (tipos, principais características); a presença de mata nativa; principais características do solo; influência humana sobre a região de estudo, entre outros.

Nos aspectos físicos, o professor poderá apresentar métodos que são utilizados para a datação de rochas, como a datação radiométrica realizada com a utilização de um contador *Geiger*. Partindo desta discussão, o professor poderá, no âmbito da Física Nuclear, explicar o funcionamento desse instrumento *Geiger* e poderá utilizar um simulador sobre datação radiométrica disponível no site do projeto *phet da Universidade do Colorado*³.

Jardins Botânicos apresentam grande potencial para o estudo da irradiação térmica, definida como uma forma de propagação de calor na qual a energia térmica é transmitida através de ondas eletromagnéticas. Nessa forma de propagação, a velocidade das ondas é extremamente elevada em diferentes meios materiais, como ar, vidro, água e outros.

¹GONÇALVES NETO, J. O Estado de São Paulo, 22 de abril, 2001

²Instituto de Ciências Biológicas da UFMG. Disponível em: <<http://www.icb.ufmg.br/lpf/2-14.html>>. Acesso em: 02/12/2014

³Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>. Acesso em 02/11/2014.

Este espaço permite que o professor de Física introduza conceitos de difração da luz, tema compreendido no ramo da Óptica. Quando uma luz policromática (raios solares) atravessa um prisma (vidro da estufa), ondas eletromagnéticas difratam com diferentes velocidades. Após serem difratadas, são absorvidas no interior da estufa pelas plantas e pelo chão e são reemitidas na forma de ondas infravermelhas. Estas, por sua vez, não conseguem escapar do interior da estufa. A explicação desse fenômeno permite introduzir a dinâmica do efeito estufa na atmosfera terrestre e tratar de maneira adequada as questões relativas ao aquecimento global.

Zoológicos apresentam potencial para a inserção da Física Ambiental, mas é necessário um estudo prévio no qual os objetivos do professor estejam bem definidos, pois as possibilidades são menos evidentes. Acreditamos que a Física pode ser incorporada aos problemas ambientais que afetam os animais ou a partir dos conceitos de produção de lixo que poderiam ser reciclados gerando menos gastos energéticos ao planeta.

Dentro desta perspectiva, acreditamos que os espaços não-formais visitados apresentam potencial para a realização de atividades segundo a temática da Física Ambiental. Atualmente, o tema pode surgir indiretamente, em decorrência da sua relação com as exposições temporárias, mas se trata de “obra do acaso”, pois não são planejadas para a temática. Embora os espaços apresentem características favoráveis para que o professor possa trabalhar temas relacionados à Física Ambiental, isso ainda é algo distante das propostas de atividades externas à sala de aula.

Considerações Finais

Para a efetivação do potencial pedagógico da Física Ambiental é necessária a valorização da relação entre a vivência das ações educativas com o cotidiano dos jovens estudantes. Neste aspecto, acredita-se que as instituições pesquisadas possuem ações de aspecto expositivo aos quais poderiam ser incorporados temas relacionados à Física. Do ponto de vista pedagógico, as atividades desenvolvidas nestes espaços necessitam de aprimoramento, através de um planejamento estrutural que envolva o grupo educacional e experiências de sucesso em outras instituições.

Notamos que, embora os espaços pesquisados apresentem grande potencial para se trabalhar com Física Ambiental, este não é divulgado para os professores de uma maneira geral. Suas atividades, ainda muito conservadoras, voltam-se para uma parcela muito pequena da comunidade escolar, especialmente, a educação infantil. Vimos ainda que as possibilidades de estudo nestes espaços não são divulgadas para a comunidade escolar das cidades investigadas. A busca por atividades não-formais concentra-se, majoritariamente, em épocas comemorativas, como a Semana da Árvore e do Meio Ambiente. Este comportamento nos leva a crer que os professores não sabem que estes espaços também podem ser utilizados para o estudo de temas mais complexos, tais como as relações entre a Física e o Ambiente.

Perante o desafio de ensinar Física e criar espaços para o ensino da Física Ambiental em espaços não-formais de educação, é necessário lembrar que esta temática é nova no Brasil e que os métodos que podem ser utilizados ainda são pouco conhecidos. Porém, esse fato não deve servir de argumento para atitudes conservadoras, pois os locais pesquisados apresentam uma importante contribuição para a educação da população em geral, e dos estudantes em particular, sobre questões ambientais presentes em nosso cotidiano.

Agradecimentos e apoios

À CAPES, pelo apoio financeiro.

Referências

BOECKER, E; GRONDELLE, R. van; BLANKERT, P.; Environmental physics as a teaching concept. **European Journal of Physics**, v. 24, p. 59-68, 2003.

DIB, C. Z.; **Formal, Non-Formal and Informal Education: Concepts/Applicability**. Disponível em: <<http://www.techne-dib.com.br/downloads/6.pdf>>. Acesso em: 25/11/2014.

GADOTTI, M. **A questão da educação formal/ não-formal**. In: Institut International Des Droits De L'Enfant (Ide). Droit à l'éducation: solution à tous les problèmes ou problème sans solution? Sion (Suisse), 18 outubro 2005. Disponível em: <http://www.vdl.ufc.br/solar/aula_link/lquim/A_a_H/estrutura_pol_gest_educacional/aula_01/imagens/01/Educacao_Formal_Nao_Formal_2005.pdf>. Acesso em: 24 de set. 2014.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª edição, editora Atlas S. A., São Paulo, 2008.

HOLUBOVÁ, R.; Environmental physics: Motivation in physics teaching and learning. **Journal of Physics Teacher Education Online**, v. 3, n. 1, Illinois State University Physics Dept., set. 2005.

MARANDINO, M.; SILVEIRA, R. V. M.; CHELINI, M. J.; FERNANDES, A. B.; RACHID, V. MARTINS, L. C.; LOURENÇO, M. F.; FERNANDES, J. A.; FLORENTINO, H. A. A educação não-formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz? **IV Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 2003.

VAINE, T. E. **Ensinando ciências fora da escola: uma investigação sobre o estado de conhecimento dos professores da rede municipal de Curitiba a respeito dos espaços não-formais de ensino de Ciências da cidade e região metropolitana**. 2013. 156 f.. Dissertação (Mestrado Profissionalizante) - Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.