

Física Moderna no Ensino Médio: O que o Projeto Nuffield de Física tem a nos dizer?

Modern Physics in the High School: What the Nuffield Physics Project have to tell us?

Lucas Guimarães Barros

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
lucas_gbarros@fc.unesp.br

Wellington Cerqueira Júnior

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
welingtoncerqueira@bol.com.br

Glênon Dutra

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
glenon.bh@gmail.com

Resumo

O Projeto Nuffield de Física foi um projeto de ensino desenvolvido na Inglaterra em meados da década de 1960. Embora tenha apresentado diversos problemas, acreditamos que, diante do cenário da Educação Básica no Brasil em relação ao ensino de Física Moderna, o referido Projeto contém elementos que podem contribuir às discussões de propostas de ensino voltadas para a Física Moderna no Ensino Médio, dando-se destaque ao tratamento da mesma ao longo do curso. Apresenta-se breve histórico de desenvolvimento do Projeto; estrutura; fatores que levaram o Projeto ao declínio, e, finalmente, os elementos presentes no Projeto Nuffield de Física que podem contribuir às discussões curriculares na pesquisa em Ensino de Física. Diante da evolução tecnológica e da forte presença da Física Moderna no cotidiano, urge repensar o currículo da educação básica a fim de inserir o aluno nesse contexto de transformações.

Palavras-chave: projeto nuffield de física, física moderna, ensino de física, estruturação curricular.

Abstract

The Nuffield Physics Project was a teaching project developed in the England at 1960s. Although has shown many problems, we believe that, from the perspective of Basic Education in Brazil relative to teaching of Modern Physics, this Project contains elements which can contribute to talk about teaching proposals focused in Modern Physics on the high school, giving emphasis to the same focus throughout the course. Presents a brief history of development of the Project; structure; reasons that carried the Project to down-grade, and, finally, the elements of the Nuffield Physics Project which can to contribute to curriculum discussions in the research in the teaching of the physics. Before to technology evolution and

the strong presence of Modern Physics on everyday, it's necessary to rethink the curriculum of the basic education, for the purpose of the pupil in this context of changing.

Key-words: nuffield physics project, modern physics, physics education, curricular organization.

Introdução

Recapitular a história da educação em ciências, tendo como fio condutor os desenvolvimentos curriculares propostos nos projetos de ensino vigorados no passado, revela-se rica fonte de orientação para aqueles que estudam e desenvolvem propostas de ensino para a Educação Básica (GALAMBA, 2009, p. 7). Desta forma, ainda que alguns fatores a serem esclarecidos adiante, tenham levado à sua extinção, acreditamos que o Projeto Nuffield de Física, desenvolvido na Inglaterra em meados da década de 1960, reúne determinados aspectos teóricos de potencial contribuição à pesquisa em ensino de física, especificamente tratando-se de como a física moderna era abordada pelo Projeto. A pesquisa realizada por nós é do tipo descritivo-explicativa (SOARES; MACIEL, 2000, p. 59), onde faz-se a análise de documentos, sendo esta caracterizada pela “identificação de fatos, fenômenos, princípios, teorias, temas em documentos, descrição e explicação” (idem, p. 59 – 60), tendo como fonte de análise os cadernos e manuais do Projeto Nuffield de Física.

A seguir, apresentamos breve histórico de desenvolvimento do Projeto Nuffield, principais características e estrutura do mesmo, bem como os fatores que levaram o Projeto ao declínio. Finalmente, discutimos na penúltima seção deste trabalho como a Física Moderna era trabalhada no referido Projeto, finalizando com algumas reflexões relativas à inserção da mesma no ensino de Física na educação básica.

Histórico, características principais e estrutura do Projeto Nuffield de Física

O Projeto Nuffield de Física foi desenvolvido entre os anos de 1961/1962, na Inglaterra, tendo sido chefiado inicialmente por Donald McGill (falecido pouco tempo depois da criação do Projeto), e posteriormente por Eric Rogers e os editores associados John Lewis e Ted Wenham. Embora o contexto da época seja bastante conhecido pelo desenvolvimento de projetos de ensino, especialmente nos Estados Unidos (Physical Science Study Committee – PSSC e Projeto Harvard), desencadeados principalmente pela corrida espacial com o lançamento do satélite soviético Sputnik (SÁ, 2003, p. 21; CARVALHO, 1972, p. 1 – 35, 119; BARRA; LORENZ, 1986, p. 1972), há quem diga que o desenvolvimento do Projeto Nuffield não seguiu esse mesmo curso, tendo sua criação sido influenciada principalmente pelos resultados de pesquisas que indicavam problemas no ensino de ciências no Reino Unido (KEOHANE, 1976, p. 44). Tendo em vista a formação de futuros cientistas, os diversos estudos realizados desde o início do século XX, inicialmente chefiados pelo famoso físico J. J. Thomson, evidenciariam uma realidade preocupante do ensino de ciências inglês, marcada pela preparação dos alunos para os exames gerais¹.

Destinado a corrigir essa defasagem, o Projeto Nuffield foi elaborado tendo como alicerce a

¹ Os exames gerais, no final do ensino secundário inglês, tinham como objetivo selecionar alunos para ingresso na universidade. As universidades de Cambridge e Oxford eram responsáveis pela aplicação desses exames (KEOHANE, 1976, p. 45).

discussão, renovação e atualização do ensino de Física, Química e Biologia nas escolas secundárias inglesas (CARVALHO, 1972, p. 114-115). O programa de Física foi desenvolvido para durar 5 anos, tendo seu início aos 11,5 anos de idade, indo até os 16,5 anos. Abrangia tanto os alunos que pretendiam seguir a carreira científica como aqueles que seguiriam outras áreas². Uma das maiores preocupações do Projeto era fazer com que o aluno desenvolvesse uma prática em ciências tal que fosse bastante próxima da realidade vivida por um cientista. Desta forma, os manuais desenvolvidos pelo Projeto enfatizavam a importância da atividade prática realizada pelo aluno, ao passo que este tivesse contato com o trabalho científico. Nesse processo, o aluno deveria conhecer “suas próprias dificuldades semelhantemente a um cientista profissional que desfruta do seu próprio sucesso”. (NUFFIELD PHYSICS, 1966, p. 73, tradução livre).

O curso de Física do Projeto foi organizado em vários cadernos, distribuídos em: A) Guia dos professores (anos I, II, III, IV e V); B) Guia de experiências (anos I, II, III, IV e V); C) Livro de questões do aluno (anos I, II, III, IV e V); D) Guia de aparelhos para os professores e, finalmente, E) Livro de testes e exames do professor (LEWIS, 1976, p. 120). Nos três primeiros anos a ênfase nas atividades experimentais era bastante presente, cujo intuito era aproximar os alunos dos materiais de forma “livre”, sem ter que seguir uma receita indicando o que deveria ser feito, e sem resoluções formais. Os materiais desenvolvidos pelo Projeto eram baseados em um modelo intitulado “ensino para a compreensão”, caracterizado pela ênfase na atividade experimental praticada pelo aluno, ênfase na aplicação de questões e testes ao aluno e nas discussões conceituais sobre teorias e modelos com o aluno (ROGERS; WENHAM, 1977, p. 5). Interessante destacar também o fato do Projeto Nuffield de Física ter recebido o apoio de outros projetos como o Projeto PSSC, que forneceu diversos vídeos³ para os alunos do último ano de curso (ROGERS; WENHAM, 1977, p. 11). O Projeto também recebeu amplo apoio de diversas empresas do ramo industrial⁴ e comercial, tais como o Laboratório Philip Harris de materiais e equipamentos científicos e a Esso Petroleum Company Ltd (atual ExxonMobil), sendo esta última responsável por fornecer filmes do Projeto para os professores (LEWIS, 1976, p. 120).

Alguns fatores que levaram o Projeto Nuffield de Física ao declínio

Os resultados advindos da aplicação do Projeto Nuffield de Física nas escolas britânicas, foram aquém do esperado. Embora trouxesse uma abordagem diferenciada da ciência, preocupada com a atividade experimental e com a necessidade de colocar o aluno atualizado frente aos avanços científicos, houve determinados elementos que não foram devidamente valorizados e trabalhados pelo Projeto. Para Moreira (2000), um aspecto primordial desconsiderado pelos grandes projetos de ensino desse período fora a ausência da concepção de como ocorre a aprendizagem das ciências.

² Após o período de 5 anos de Curso de Nível Ordinário (correspondente ao período do ensino secundário inglês), os alunos que desejariam seguir a carreira científica, prestariam os exames finais do período Ordinário para ingressarem no curso de física avançado (A-level), cuja duração era de 2 anos. O perfil de alunos desse curso era de um grupo altamente seletivo, com desempenho satisfatório nas provas de exame público, realizadas aos 16 anos (LEWIS, 1976, p. 132).

³ Os vídeos produzidos pelo PSSC foram utilizados no 5º ano de curso dos alunos do Projeto Nuffield, cujos assuntos abordados eram: i) fótons; ii) interferência de fótons; iii) ondas de matéria e; iv) efeito fotoelétrico (ROGERS; WENHAM, 1977, p. 11, tradução livre).

⁴ Interessante destacar que o fundador da Fundação Nuffield, Sir William Morris, era empresário do setor automobilístico, fundador da Morris Motors Ltd (<http://www.telegraph.co.uk/comment/telegraph-view/8474987/William-Morris-and-the-joy-of-giving.html>), acesso em: 01 mai. 2015.

[os projetos] foram muito claros em dizer **como se deveria ensinar** a Física (experimentos, demonstrações, projetos, “hands on”, história da Física,...), mas pouco ou nada disseram sobre **como aprender-se-ia** esta mesma Física. Ensino e aprendizagem são interdependentes; por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural (MOREIRA, 2000, p. 95, grifo nosso).

Outro fator que pesou negativamente no Projeto Nuffield de Física foi a forte preocupação por parte do Projeto com os exames de Nível Ordinário (CARVALHO, 1972, p.117), consumada em numerosas e exaustivas questões e testes presentes nos manuais do aluno, com níveis de dificuldade variados. É importante destacar que o Projeto foi também desenvolvido com o propósito de preparar os alunos para os exames finais do período ordinário (KEOHANE, 1976, p. 47), e tinha uma visão pragmática dos exames, cujos objetivos, dentre outros, eram “medir o conhecimento dos alunos dos fatos, princípios, definições, leis, métodos experimentais, etc.; agir como teste prognóstico para direcionar os alunos para as carreiras; incentivar o estudo, promovendo a concorrência entre os alunos” (NUFFIELD PHYSICS, 1966, p. 79, tradução livre). Outrossim, os materiais didáticos do Projeto priorizavam a prática e a participação do aluno no processo de aprendizagem, sendo deixado ao professor o papel de guia e instrutor das operações que os alunos deveriam realizar (GASPAR, 2004, p. 76-77; SÁ, 2003, p. 22). Como especificado em um dos manuais do Projeto, o papel do professor era o de “fornecer algumas instruções e (...) [deixar o aluno] trabalhar por conta própria” (NUFFIELD PHYSICS, 1966, p. 73, tradução livre), sendo necessário nesse processo que o professor motivasse o aluno com perguntas sobre os experimentos (idem, 1966, p. 73).

Finalmente, o Projeto enfatizava abertamente o modelo de aprendizagem pela descoberta (GALAMBA, 2009). Destarte, havia o propósito de fazer com que o aluno realizasse a prática experimental nos mesmos moldes que um cientista. A crença subjacente a esse propósito era de que o aluno poderia apreender o conhecimento a partir da prática experimental que ele mesmo realizava. Para Hodson (1985, p. 35), essa visão endossada pelo Projeto sobre a natureza do método científico era simplista e às vezes inconsistente, baseada em uma concepção indutivista do conhecimento científico.

A adoção quase universal do indutivismo nos materiais do Nuffield parece ter surgido a partir de uma tentativa louvável de evitar experiências escolares tradicionais que serviam simplesmente para confirmar o conhecimento teórico ensinado previamente. Infelizmente, na tentativa de evitar cair neste problema, os autores dos materiais caíram em outro problema: a suposição de que as estruturas teóricas podem ser obtidas através dos dados experimentais em um processo de generalização indutiva. (HODSON, 1985, p. 35, tradução livre).

Tendo em vista algumas dificuldades relacionadas ao material, o Projeto não foi traduzido para o português. Conforme destacou Carvalho (1972), à época o IBECC⁵ propôs a tradução dos materiais do Nuffield para o português. Entretanto, após análise dos cadernos e manuais, constatou-se que o material era “muito prolixo e não adaptável às condições brasileiras” (idem, p. 118).

⁵ Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura.

Física Moderna na educação básica: subsídios do Projeto Nuffield à pesquisa em ensino

Ainda que o Projeto Nuffield de Física tenha enfrentado problemas, já mencionados anteriormente, acreditamos que seja possível efetuar leituras sobre o mesmo Projeto e apontar alguns elementos úteis às discussões relacionadas ao desenvolvimento de propostas de ensino voltadas para a nossa realidade escolar, especialmente no que se refere ao tratamento dado à Física Moderna ao longo do curso. No atual contexto do ensino de física brasileiro, embora o número de publicações relacionadas à inserção de Física Moderna no Ensino Médio tenha aumentado em anos recentes, ainda existem obstáculos a serem superados para a inserção dos conteúdos desta em sala de aula, de maneira articulada com outros temas da Física.

Em um levantamento sobre a inserção de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio, Ostermann e Moreira (2000) constataram que parte considerável dos trabalhos pesquisados apresentam a FMC como tema para divulgação ou bibliografia para professores. Isto é, tais publicações refletem determinado tema de FMC, muitas vezes como tópico em separado (ex.: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, relatividade, etc) dos demais temas da física. Tal padrão repetiu-se em posterior revisão de literatura (PEREIRA; OSTERMANN, 2009), onde 102 trabalhos foram consultados, dos quais, 52 foram classificados como material bibliográfico para professores. Em levantamento mais recente, Silva e Almeida (2011) investigaram as contribuições da literatura para o ensino de Física Quântica no Ensino Médio. Dos 23 trabalhos selecionados, 16 artigos foram classificados como elaboração e aplicação de propostas de ensino (idem, p. 629), o que, levando-se em consideração os mesmos critérios estabelecidos por Ostermann e Moreira (2000) e Pereira e Ostermann (2009), seriam também classificados como material bibliográfico para professores.

No Projeto Nuffield de Física, havia uma preocupação consistente com o ensino de Física Moderna desde o início do curso. Tal inserção foi pensada a partir dos resultados de diagnósticos feitos sobre o ensino de ciências no currículo inglês da época.

(...) Jovens cientistas chegavam à universidade abarrotados de materiais antigos, com aprendizado bem aquém em Física Moderna; e a ausência de compreensão mais aprofundada torna o processo mais lento (a teoria cinética, neste contexto, é reduzida a uma mera fórmula, ao invés de um modelo de moléculas em movimento aleatório, a fim de auxiliar na discussão dos conceitos de difusão, viscosidade, condução térmica e calores específicos molares. A radioatividade é apresentada como uma lista de nomes e propriedades dos elementos radioativos, ao invés do estudo de evidências dos modelos que a expliquem). E os nossos jovens não-cientistas saem para a vida sem qualquer compreensão clara da ciência. (ROGERS; WENHAM, 1977, p. 60, tradução livre).

Destinado a introduzir os alunos no contexto da Física Moderna, o curso tinha como característica o estabelecimento de uma imagem satisfatória da mesma para os alunos que não dariam continuidade aos estudos científicos em níveis mais elevados, mas, ao mesmo tempo, visava estabelecer uma formação consistente para aqueles que seguiriam a carreira científica. Em contrapartida à tendência observada em alguns trabalhos presentes na literatura de ensino de física no Brasil no que concerne à Física Moderna, o Projeto Nuffield de Física enfatizava “não apenas nos aspectos puramente científicos, mas também na ciência e categorias de pensamento científico, bem como as realizações e aplicações da ciência” (NUFFIELD ADVANCED SCIENCE, 1973, p. 12, tradução livre).

A fim de apresentar essa perspectiva da Física Moderna de maneira consistente, no primeiro ano de curso eram discutidos conceitos relacionados, por exemplo, ao modelo molecular de

um gás e o movimento browniano. Como atividade experimental, era realizada observação do movimento browniano em um experimento de difusão de gases. Ademais, através de experimentos simples de tensão superficial, o aluno era levado a estimar as dimensões de materiais, como por exemplo, a dimensão de uma molécula de óleo (NUFFIELD PHYSICS, 1966, p. 56).

No segundo ano, estudava-se descargas elétricas em gases e feixes de elétrons, enquanto que no terceiro ano os alunos estudavam a luz, tomando como referência para a natureza da luz, a interpretação corpuscular. Também eram estudados os efeitos de interferência e difração luminosa, e espectros através de experimentos realizados em classe. No quarto ano discutia-se sobre íons, experimento de Millikan e raios catódicos. E, finalmente, no quinto ano, a Física Moderna era amplamente abordada, com experimentos de feixe de elétrons, medição da razão carga/massa do elétron; discussão dos modelos atômicos; espectroscopia de massa; radioatividade; raios X; efeito fotoelétrico e ondas de matéria (NUFFIELD PHYSICS, 1966, p. 56 – 63). Salienta-se que tais conteúdos não eram apresentados como tópicos em separado, mas sim vinculados a outros conhecimentos da Física (idem, p. 75).

Suponha que decidamos, em um curso de física, incluir alguns conceitos de 'física atômica' e escolhamos ensinar: radioatividade; elétrons individuais e movimentando-se em feixes; e algo de modelos atômicos. Tudo isso virá próximo ao final do curso; e, caso isso faça sentido, deve ser precedido por alguns ensinamentos de íons, efeitos de campos elétricos e magnéticos em um fluxo de partículas carregadas; medições de carga; e um bom conhecimento da energia. [Consequentemente] isso necessitará de [alguns conceitos de] eletricidade e magnetismo, teoria cinética dos gases e dinâmica newtoniana; e este último requer uma introdução aos estudos do movimento. (NUFFIELD PHYSICS, 1966, p. 75, tradução livre).

Com efeito, seria elaborado um programa de estudos em que os conteúdos estariam estruturados de forma que determinado assunto seria precedido pela introdução de outros assuntos, destinados a preparar o aluno para progredir ao longo do curso. A figura abaixo apresenta o “mapa” de um programa de estudos de conceitos de Física Moderna do Projeto Nuffield, pensado a partir dessa perspectiva.

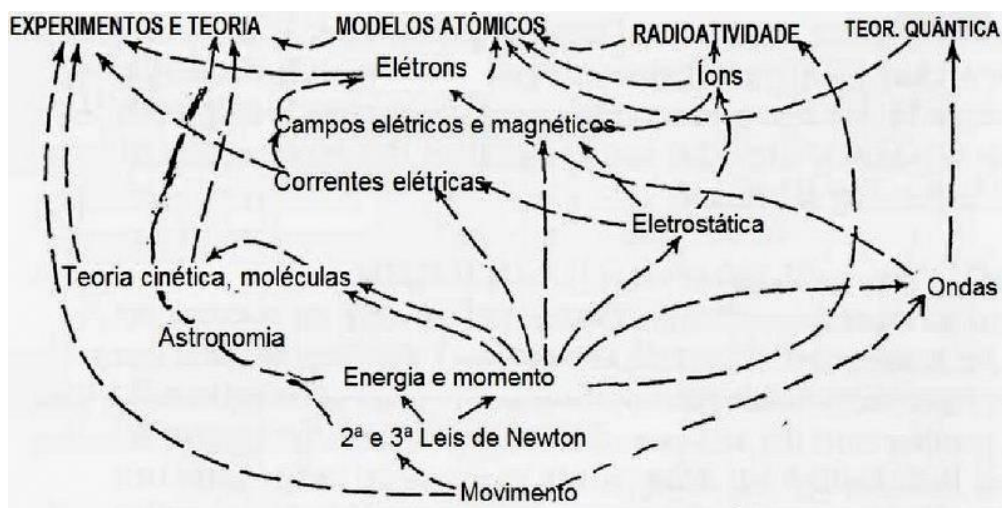


Figura 1: “Mapa” de estudos de conteúdos de Física Moderna a partir de outros conceitos. Fonte: Nuffield Physics, 1966, p. 76, tradução livre.

Percebe-se na figura 1, o tema “movimento” como tema intermediário para o acesso e discussão de outros temas posteriores. Os principais conteúdos de Física Moderna estão situados no topo do “mapa”, tendo em vista que estes serão trabalhados com maior

abrangência nos dois últimos anos do curso, de maneira igualmente integrada com outros temas da Física.

Considerações Finais

Neste trabalho, apresentamos uma breve visão do Projeto Nuffield de Física, através da história do Projeto, estrutura, fatores que levaram o Projeto ao declínio e, finalmente, as contribuições advindas do mesmo à pesquisa em ensino de Física, em se tratando da inserção da Física Moderna no Ensino Médio. Diante da evolução tecnológica e da forte presença da Física Moderna no cotidiano, urge repensar o currículo da educação básica a fim de inserir o aluno nesse contexto de transformações, no qual a inserção da Física Moderna contribui para a formação “de uma imagem mais correta desta ciência e da própria natureza do trabalho científico” (GIL et. al., 1987, apud MOREIRA, OSTERMANN, 2000, p. 25). Consequentemente, o ensino deve “despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima a eles” (OSTERMANN; MOREIRA, 2000, p. 24).

Em face dessa necessidade, finalizamos o trabalho deixando algumas perguntas para futuras reflexões. Quais as características de um currículo de ensino de Física cuja abordagem da Física Moderna seja feita de maneira integrada com outros conhecimentos (e não como tópico em separado)? A título de exemplo, seria possível, talvez, o desenvolvimento de cursos de física integrados à astronomia, mais especificamente o estudo das estrelas, envolvendo noções de física térmica, espectroscopia e processos de geração de energia no interior estelar, ao passo que o currículo teria como principal característica a ênfase nessa integração. Finalmente, diante do curto tempo de aulas de Física semanais e da necessidade da contextualização do ensino, quais temas de Física Moderna poderiam ser elencados e inseridos de maneira integrada com os demais temas da Física? Nesse caso, tendo como conjuntura a crescente ascensão de tecnologias e aparatos tecnológicos que são integrados à vivência cotidiana, imaginamos a possibilidade de um currículo onde a Física estivesse vinculada à eletrônica, articulando conhecimentos advindos da Física Clássica com os da Física Moderna na compreensão de artefatos tecnológicos.

Referências

- BARRA, V. M.; LORENZ, K. M.; Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, V. 38, n. 12, p. 1970-1983, 1986.
- CARVALHO, A. M. P. **O Ensino de Física na Grande São Paulo: Estudo sobre um Processo de Transformação**. Tese (doutorado em Educação). São Paulo: FE-USP, 1972.
- GALAMBA, A. Henry Armstrong e o ensino por descoberta. **A Física na Escola**, V. 10, n. 2, 2009.
- GASPAR, A. Cinquenta anos de ensino de Física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade de recolocar o professor no centro do processo educacional. **Educação: Revista de estudos da educação**, V. 13, n. 21, p. 71–91, dez. 2004.
- HODSON, D. Philosophy of Science, Science and Science Education. **Studies in Science Education**, n. 12, p. 25 – 57, jan./jun. 1985.
- KEOHANE, K. **Os programas Nuffield no Reino Unido**. In.: LEWIS, J. (org.) **O ensino da Física Escolar**, V. 3. Lisboa: Editorial Estampa Ltda, 1976, p. 44 – 55.

- LEWIS, J. **Projeto de Física de Nível-O Nuffield**. In.: LEWIS, J. (org.) **O ensino da Física Escolar**, V. 3. Lisboa: Editorial Estampa Ltda, 1976, p. 120 – 126.
- _____. **Projeto de Física Avançada Nuffield**. In.: LEWIS, J. (org.) **O ensino da Física Escolar**, V. 3. Lisboa: Editorial Estampa Ltda, 1976, p. 132 – 145.
- MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, V. 22, n. 1, p. 94 – 99. mar. 2000.
- NUFFIELD ADVANCED SCIENCE. **Physical Science – Introduction and Guide**. London: Penguin Books, 1973.
- NUFFIELD PHYSICS. **Teachers' Guide I**. London: Longmans/Penguin Books, 1966.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea” no Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, V.5, n.1, p. 23 – 48, 2000.
- PEREIRA, A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, V.14, n.3, p. 393 – 420, 2009.
- ROGERS, E. M.; WENHAM, E. J. (ed). **Nuffield Physics General Introduction (revised)**. London: Longman Group Limited, 1977.
- SÁ, E. F. de. **Os propósitos das atividades práticas na visão de alunos e professores**. Dissertação (mestrado em Educação). Belo Horizonte: FE-UFMG, 2003.
- SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. de; Física Quântica no Ensino Médio: o que dizem as pesquisas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, V. 28, n. 3, p. 624 – 652, dez. 2011.
- SOARES, M. B.; MACIEL, F. (orgs.) **Alfabetização**. Brasília: INEP/COMPED, 2000 (Série Estado do Conhecimento n° 1).