

**É POSSÍVEL APRENDER RELATIVIDADE EM QUALQUER IDADE?:
UMA ABORDAGEM COM ENFOQUE HISTÓRICO-INVESTIGATIVO**

**IS IT POSSIBLE TO LEARN RELATIVITY WITH ANY AGE?: AN
APPROACH WITH HISTORICAL-INVESTIGATIVE EMPHASIS**

Marcius Vinicius Silvestre da Silva¹, Isa Costa²

¹UFF/Curso de Licenciatura em Física, marcius.vss@gmail.com

²UFF/Departamento de Física/PPECN, isac@if.uff.br

RESUMO

Este trabalho possui o objetivo de contribuir para a atualização curricular da disciplina de Física, fornecendo uma abordagem histórica sobre a inserção da Relatividade Restrita (RR), como um dos temas fundamentais da Física Moderna e Contemporânea (FMC). Teve como referenciais teórico-metodológicos as teorias de: concepção alternativa; aprendizagem significativa; saberes docentes; e reflexão docente. Trata-se da construção de uma proposta de ensino para o conteúdo de RR no primeiro ano do ensino médio (EM), conforme o Currículo Mínimo do RJ. Como recursos didáticos utilizamos vídeos, textos da *Internet*, material didático de livros e notas de aula e questionários para levantar as concepções alternativas. A proposta foi aplicada a seis voluntários, que já haviam concluído o EM, interessados em aprender RR. A observação durante as aulas e a avaliação permitiram afirmar a viabilidade da inserção de RR no EM e a boa aceitação e aprendizagem do tema.

Palavras-chave: FMC no Ensino Médio; Relatividade Restrita; Abordagem histórico-investigativa.

ABSTRACT

This work has the objective of contributing to the curriculum updating of Physics in secondary level, providing a historical approach to the inclusion of Restrict Relativity (RR), one of the fundamental themes of Modern and Contemporary Physics (MCP). It had as theoretic-methodological frameworks the following theories: alternative conception; meaningful learning; teaching knowledges; and reflexive teacher. It deals with the construction of a teaching proposal about RR for freshmen in high school, as suggested in the Minimum Curriculum/RJ. As teaching resources, videos, texts from Internet, reference books and lecture notes and questionnaires were used to raise alternative conceptions. The proposal was applied to six volunteers who had completed High School and who had interest in learning RR. The observation during classes and assessment allows us to affirm that the obtained result is the feasibility to insert RR, and that there is good acceptance and learning of the theme.

Key words: MCP in High School; Relativity; Historical-Investigative Approach.

INTRODUÇÃO

Um estudante do ensino médio, em geral, não tem contato com os conceitos físicos desenvolvidos a partir do século XX devido a diversos fatores, tais como: falta

de capacitação do professor, desatualização do currículo, falta de tempo nas aulas, projeto político pedagógico ultrapassado, entre outros fatores que fazem a Física se apresentar no Ensino Médio como uma ciência morta, emperrada no final do século XIX.

Então, se faz necessário levantar algumas perguntas que nortearam tanto a escolha do tema da pesquisa quanto à importância dele na discussão em sala de aula. Os questionamentos são:

- Qual a importância da Física atualmente, para que um aluno seja levado a aprendê-la como disciplina?
- Por que os professores de Física do Ensino Médio devem inserir tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) em Sala de Aula?
- Qual tópico de FMC abordar, e em qual contexto seria inserido?
- Por que a escolha de Relatividade como conteúdo e para que aprendê-lo?
- Como inserir FMC a partir de livros-textos deficientes, a carga horária apertada que o professor possui e falta de capital cultural dos estudantes?

Como especifica Ostermann (1998) o ensino de FMC no Ensino Médio se faz necessário por uma série de razões, são essas:

- despertar a curiosidade dos estudantes;
- estabelecer o contato dos alunos com as ideias revolucionárias que mudaram totalmente a Ciência do século XX;
- atrair jovens para a carreira científica;
- entender que a Física é uma construção humana.

É de total significância o conhecimento tanto do professor quanto do aluno sobre os fundamentos em que se baseiam as tecnologias desenvolvidas atualmente, e para tal precisa-se conhecer a FMC mesmo que qualitativamente, pois está presente em seu dia a dia.

Para isso ocorrer se faz necessário modificar e por que não, transformar o ensino de Física ou a maneira tradicional de ensinar Física na escola do Ensino Médio. Pois o ensino que leve em conta aspectos de FMC conseguirá abordar a vasta gama de fenômenos novos que a Física Clássica não é capaz de explicar, dando ao aluno uma nova perspectiva sobre o mundo e de que a Física hoje é a grande responsável pela maioria dos avanços tecnológicos criados pelo homem do século XXI.

Já foram realizadas propostas de inclusão e sugestões nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) (BRASIL, 1998) e nos currículos mínimos estaduais (ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2012).

Sabendo os motivos e justificativas para a introdução de FMC nos conteúdos do Ensino Médio, por que escolher Relatividade como tema entre outros existentes nesse aspecto? Primeiramente, sem dúvida o nome de Albert Einstein está conectado a toda história da ciência e revolução que a Física passou no século XX, e sua influência e prestígio ultrapassa as barreiras da Ciência, pois influenciou diversos contextos inclusive no período da Segunda Guerra Mundial; e, segundo, porque todos falam da Teoria da Relatividade sem ao menos saber como ela foi desenvolvida ou fundamentada. Outro motivo que vai além do prestígio, é a facilidade matemática a ser tratada, mas o grande desafio intelectual de pensamento existente para a compreensão da teoria coloca em xeque conceitos arraigados do senso comum.

Esperamos despertar o interesse dos alunos escolhendo uma teoria famosa em cujo ensino eles participem e aprendam juntos. A partir de então estudamos o tema e qual maneira seria mais apropriada para introduzi-lo no Ensino Médio. As aplicações da teoria e algumas consequências como funcionamento do GPS, entendimento da equação $E=mc^2$, e principalmente os efeitos estranhos ao senso comum que são a dilatação do tempo e a contração do espaço.

O QUE DIZ A LITERATURA SOBRE O ENSINO DE FMC?

Desde a década de 1990, diversas propostas e trabalhos foram apresentados em diversos encontros científicos sobre o Ensino de Física (SNEF¹, RELAEF²) onde se levantaram diversas discussões sobre inovações e tendências modernas para se renovar o currículo do Ensino Médio (CARVALHO; VANNUCCHI, 1996). A partir desses anais científicos começou a se formar um panorama onde se tentava incluir metodologias e propostas para inclusão de FMC no currículo do Ensino Médio. Na necessidade de integrar a escola e o aluno com os conhecimentos científicos produzidos nos séculos XX e XXI, a capacidade de realizar conexões com esses e a tecnologia produzida na atualidade é de fundamental importância.

¹ SNEF-Simpósio Nacional de Ensino de Física

²RELAEF-Reunião Latino-Americana de Ensino de Física

Por outro lado, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) (BRASIL, 1996), promulgada em dezembro de 1996, faz a integração do Ensino Médio à Educação Básica obrigatória ao jovem brasileiro. Na proposta dos PCN's, a LDBEN estabelece competências e diretrizes para a educação com o propósito de nortear os currículos e seus conhecimentos mínimos, ou seja, para que os estudantes alcancem e desenvolvam um aprendizado permanente e significativo e os currículos apresentarão temas e os objetivos para que isso seja atingido. De fato, os PCN's e principalmente os PCNS+ (BRASIL, 2002), além de sua missão de difundir os princípios da renovação curricular, procuram orientar o professor para que execute um bom trabalho como docente.

De acordo com os PCN's, a FMC deveria estar definitivamente inserida no currículo do Ensino Médio. As disciplinas científicas, como a Física, da maneira como são ensinadas na escola, têm omitido os desenvolvimentos construídos durante os séculos XX e XXI e tratam os conteúdos tradicionais de maneira enciclopédica e excessivamente matematizada, enfatizando deduções e exercícios numéricos. Como cada Ciência deve também tratar das dimensões tecnológicas a ela relacionadas, ou seja, as aplicações práticas das teorias desenvolvidas, exige-se assim uma atualização curricular dos conteúdos ainda mais rápida, pois as aplicações práticas relacionadas ao cotidiano da sociedade possui uma transformação ainda maior que a própria produção científica realizada nas universidades e centros de pesquisa. Porém, introduzir no currículo da escola conteúdos de FMC simplesmente para enfatizar seus instrumentos de cálculo, não ajuda aos alunos em absolutamente nada a se interessar mais ou entender o mundo que os cerca.

A introdução dos temas de FMC pode ter duas possibilidades: na primeira, defende-se a criação de um novo tema que deve ser visto separadamente com o nome de Física Moderna. Na segunda, defende-se que os temas de Física Moderna devam ser trabalhados de forma complementar aos da Física Clássica, ao explorar seus limites de validade. Dessa forma não estaria restrito a um bimestre, semestre ou ano letivo, mas seria estudado pelo aluno durante todo seu ciclo escolar, algo completamente indicado em documentos como o CM/RJ.

Como está expresso no CM/RJ, é difícil pensar em um conteúdo mínimo que o estudante do ensino médio deva saber ao sair da escola; isso implica em escolhas e abdições em prol de outras, para formar uma estrutura de conhecimentos a serem ensinados. Isso, em geral, gera muitas críticas. Porém, acreditamos ser fundamental ter

algo como norteador e que irá servir como base, podendo *a posteriori* ser complementado pelo professor. O Governo do Estado elaborou um currículo que une tanto temas de FMC quanto uma abordagem histórico-filosófica, e essas escolhas foram realizadas pelos seguintes motivos, segundo a Secretaria Estadual de Educação (SEEDUC) (ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2012, p. 3):

- Todos os grandes temas: Mecânica, Termodinâmica, Física Ondulatória e Eletromagnetismo começam a ser abordados a partir de uma proposta concreta. A Mecânica, a partir da Cosmologia e da observação do céu. A Termodinâmica, a partir da máquina térmica. A Física Ondulatória, a partir do olho humano. E o Eletromagnetismo, a partir do motor elétrico e do dínamo. Isso dará maior significado ao estudo de cada um desses temas e poderemos tirar deles os conceitos que nos interessam.

- Para um currículo mínimo, não podemos enfatizar o estudo de Cinemática, pois ele não é relevante para a compreensão do mundo e da própria Física. É importante que os alunos aprendam conceitos básicos associados aos movimentos dos corpos, mas é dispensável o estudo detalhado do formalismo matemático das funções dos movimentos.

- Na mesma linha do raciocínio anterior, o estudo detalhado de Termometria, de dilatação e de Calorimetria é também dispensável. Devemos abordar tópicos mais importantes, como por exemplo, o funcionamento das máquinas térmicas, as leis da Termodinâmica e os processos de transmissão de calor.

- A Óptica Geométrica também não é fundamental para a compreensão dos fenômenos ondulatórios. Entender o espectro luminoso em detalhes e as diferentes aplicações que cada faixa do espectro tem ajuda a compreender os processos de comunicação atuais; por isso propomos maior ênfase nele.

- No Eletromagnetismo, optamos por priorizar exatamente os fenômenos que ajudam a compreender a geração de energia elétrica a partir da energia cinética, o dínamo, e a geração de movimento a partir da energia elétrica, o motor elétrico.

- Abordamos, ao longo dos três anos, temas de FMC como forma de atrair os estudantes e dar maior significado para o estudo de Física. Por isso, ao começarmos com o estudo de Cosmologia já poderemos falar de temas contemporâneos sem precisar esperar todo o estudo da Física clássica para fazê-lo. Conhecer alguns tópicos de FMC é fundamental para compreender a realidade que nos cerca a partir da nova visão de mundo que a Física do século XX construiu.

Concordamos com eles, quando falam que não estão abrindo mão da linguagem Matemática, porém, ela deixa de ter papel central na construção do conhecimento científico, como meras aplicações de fórmulas sem sentido para os alunos e passa a ser vista como uma ferramenta física necessária adicional para melhor compreensão dos fenômenos físicos.

A teoria físico-matemática da Relatividade, elaborada por Einstein, em 1905, mudou o rumo da Física Moderna. Abrindo parênteses, é preciso não confundir relatividade com relativismo, entendido como a não aceitação de princípios absolutos em qualquer campo do saber e do agir. É necessário que fique claro que, em última instância, a Teoria da Relatividade busca expressões invariantes das leis físicas e, portanto, independentes de condições subjetivas. Caruso (2007, p. 7) comenta algumas contribuições da teoria:

- forja (junto com a Mecânica Quântica) um novo observador que se afasta significativamente daquele privilegiado do mecanicismo de Newton e de Laplace;
- muda o desenvolvimento da Física no século XX e abre caminho para um desenvolvimento tecnológico espetacular;
- introduz profundas modificações em conceitos basilares como os de espaço, tempo, massa e energia.
- cria um conceito totalmente novo para a Física: o de espaço-tempo;
- contribui para o desenvolvimento de uma nova teoria da Gravitação e de uma Cosmologia Científica.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Nosso foco na introdução da FMC no Ensino Médio será estudar de maneira qualitativa (MOREIRA, 2011) como os alunos aprendem e constroem seus conhecimentos.

O nosso interesse na metodologia qualitativa está em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos a suas ações em uma realidade socialmente construída, onde o professor possa atuar como pesquisador investigador. Instigando os alunos com o seu conhecimento, unindo-se ao deles, o professor explora seus saberes culturais e a partir do que eles trazem para o convívio em sala de aula, elaborar metodologias, como questionários, discussões abertas, em rodas, visualização de vídeos, entre outros, para que se edifique um conhecimento científico significativo na vida desses estudantes.

FERRAMENTAS UTILIZADAS PARA A EXPOSIÇÃO DO TEMA

- Problematização

Para sondar as concepções alternativas dos alunos (GRAVINA; BUCHWEITZ, 1994) dialogamos com eles, tentamos expor o contexto histórico da Segunda Guerra. Após a discussão do tema, abordamos qual conexão a Relatividade possui com esse tema, e o que é Relatividade? Antes de qualquer exposição do tema, é aplicado um questionário de caráter investigativo (Apêndice 1).

- Forma de explicitar o conteúdo

Foram selecionados dois vídeos³ que abordam conceitos de FMC e de Relatividade, de forma a complementar a proposta de ensino. Inicialmente são debatidos os conceitos clássicos a respeito de espaço e tempo. A partir de então, focalizamos o aspecto histórico que se configurou a partir do século XIX, quando a Mecânica Newtoniana entrou em conflito com o Eletromagnetismo de Maxwell, e a partir daí construímos juntos o postulado mais fundamental de toda a Física, introduzido por Einstein, e que trouxe consigo grandes implicações ao senso comum. Por fim, abordamos energia, para analisar o que a equação $E=mc^2$ significa e como funciona o processo de construção da bomba atômica, e com ela o conceito de átomos.

A seguir selecionamos dois vídeos⁴ que falam sobre: o contexto da FMC em geral, e outro centrado na vida de Albert Einstein, objetivando contextualizar e mostrar aos alunos a evolução dos conceitos atrelados ao momento histórico e principalmente a influência da Ciência na sociedade e vice-versa, algo que é bem marcante, em função das guerras mundiais nesse período.

As atividades de ensino foram desenvolvidas, em uma fase piloto, ao longo de oito aulas, com duração de aproximadamente cinquenta minutos cada, exceto três aulas com cerca de noventa minutos. Alguns fatores dificultaram as aulas como, por exemplo, a incompatibilidade de horários, acarretando em uma não periodicidade dos encontros, já que o público abordado era constituído de jovens e adultos que trabalhavam, com idades variando de 19 a 50 anos.

Essas atividades se desenvolveram na forma de rodas de discussão, argumentativas e exploratórias a partir do diálogo mútuo. A abordagem do contexto

³ Aula 49: http://www.youtube.com/watch?v=XiOd_cNHZmw / Aula 50: <http://www.youtube.com/watch?v=nf32ejhzTNQ>.

⁴ Gênios da Ciência: Einstein $E=mc^2$: <https://www.youtube.com/watch?v=eZMUm53d6LY>.

Ciência- As 100 maiores descobertas da História: <https://www.youtube.com/watch?v=3BGHEqP3aLY>.

matemático se deu por aulas expositivas, onde à medida que o assunto progredia, os alunos eram questionados para verificar se tinham entendido cada passo da operação. Foi muito discutida a Física necessária para compreender a Relatividade. Os conceitos de Relatividade Restrita tratados foram: os postulados, a simultaneidade, a dilatação do tempo, a contração do espaço e a nova visão da conexão energia-matéria. Utilizamos os vídeos das aulas 49 e 50 do *Telecurso 2º Grau*⁵.

- Descrição das aulas

Com a teoria de Ausubel (1968) obtivemos ajuda, pois pudemos fazer a ponte dos conceitos iniciais de Cinemática como, por exemplo, velocidade, distância e tempo e os conceitos do tópico a ser ensinado, objetivando atingir uma aprendizagem significativa. Na Tabela 1 resumimos os assuntos e tempo de cada uma das oito aulas.

Tabela 1: Descrição das aulas

Aula	Conteúdo	Tempo (h/aula)
1 ^a	É possível ensinar e aprender FMC no ensino Médio; roda de conversa; exemplos de aplicação no cotidiano – GPS e Relatividade. Sugerido que assistissem ao primeiro vídeo, sobre a evolução científica pela construção da Relatividade e Mecânica Quântica no início do século XX ⁶	1
2 ^a	Questões sobre o vídeo proposto como atividade domiciliar. Debate. Material didático com os conteúdos clássicos necessários (referencial, espaço, tempo e Transformações de Galileu), exposição oral.	1,8
3 ^a	Incoerência da relatividade de Galileu para a luz; postulados da Relatividade de Einstein; transformações de Lorentz; dilatação do tempo e contração do espaço.	1,8
4 ^a	Equivalência Massa-Energia I. Referencial, velocidade da luz e os fenômenos relacionados aos postulados. Teste objetivo.	1,4
5 ^a	Mesa redonda para dúvidas. Equivalência Massa-Energia II. Relação com a bomba atômica. Momento relativístico. Teste com quatro perguntas.	1
6 ^a	Análise da Equivalência Massa-Energia. Demonstração da expressão $E=mc^2$.	1
7 ^a	Leitura do texto: “Bomba atômica foi fecundada pela relatividade, mas nasceu de múltiplas descobertas científicas” ⁷ . Fissão nuclear.	1

⁵ Aula 49: http://www.youtube.com/watch?v=XiOd_cNHZmw / Aula 50: <http://www.youtube.com/watch?v=nf32ejhzTNQ>.

⁶ Série: *A saga do prêmio Nobel – Episódio: Da Relatividade ao Big Bang*. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=psyySZb1gyU>

⁷ http://www.comciencia.br/reportagens/2005/03/02_impr.shtml.

8 ^a	Comentários: o processo de enriquecimento de Urânio; qual foi a importância da criação da bomba para a Ciência, do ponto de vista da Física Nuclear; e quais foram as consequências na sociedade após o lançamento da bomba.	1
----------------	--	---

RESULTADOS

Questionário

Verificamos logo de início que todos os alunos, inclusive os que gostavam de Ciências, tiveram uma experiência ruim no ensino secundário, e mesmo a turma sendo não homogênea no quesito idade, foi bastante gratificante ver que eles possuíam uma curiosidade em relação ao ensino do tema. Apesar de a grande maioria iniciar dizendo: “Ah, tudo é relativo mesmo!”. Queríamos que ao final da proposta ocorresse uma mudança nessa concepção.

Testes

O primeiro teste teve um resultado ruim; percebemos que os estudantes não gostam muito de ser avaliados; no entanto, alguns alunos conseguiram responder corretamente. Analisamos os resultados que dependiam das relações matemáticas para serem feitos, e verificamos um pouco de dificuldade, e atribuímos ao longo tempo fora do âmbito escolar, pois suas áreas não eram especificamente de exatas. Então, após esse primeiro teste, fizemos uma revisão e principalmente correção abordando as dúvidas na terceira aula. Algo que nos surpreendeu foi que no segundo teste formal, os alunos inexplicavelmente acertaram as questões propostas. Ocorreu uma nítida empolgação por parte dos alunos; apenas um errou, e foi o que não tinha visto o vídeo do *Telecurso* anteriormente.

ANÁLISE DAS AULAS

Os alunos durante as aulas demonstraram bastante envolvimento com os temas propostos, e a evolução e interesse aumentavam nitidamente a cada aula, mesmo sendo apenas um encontro semanal. Muitas vezes passamos rapidamente à parte um pouco matemática, pois não possuíam a base necessária, e víamos que a explicação por essa via poderia prejudicar ao invés de ajudar o entendimento das relações mais importantes. Os alunos gostaram muito do material, pois além de fornecer informações físicas, continha história dos conceitos, visões mais aprofundadas sobre alguns temas, e principalmente com referências importantes sobre outros tópicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao implementarmos, em nosso caso, a Relatividade Restrita, notamos que tivemos um aliado importante, que foram as chamadas novas tecnologias de ensino, pois não é concebível o professor ficar ancorado ao ensino tradicional de quadro e giz, perante o mundo de informações que a *Internet*, programas de computadores e vídeos têm a nos fornecer.

A elaboração de um material didático, passando pelas fases de pesquisa, elaboração, reformulação, discussão, até o momento de sua versão final, foi um fator primordial para o bom andamento das aulas e para a compreensão do mesmo pelos estudantes, pois hoje perante o contexto no qual as escolas aos poucos deixam de adotar livros, principalmente as estaduais e municipais, uma ferramenta deste tipo torna-se imprescindível. Tanto esse texto como os demais materiais foram utilizados na perspectiva de serem potencialmente significativos e seu uso em sala de aula ocorreu à luz do modelo de um professor reflexivo, segundo a teoria de Donald Schön (1994).

De fato, ocorreu uma evolução das concepções dos estudantes, algo que foi muito frisado por eles no início da proposta era de que tudo era relativo, e após eles falaram: “não é bem assim, tem eventos que independem do referencial”.

Um aluno escreveu no segundo questionário de avaliação das aulas: “Se a Física do Ensino Médio que aprendi levasse a Relatividade, me sentiria muito mais motivado a aprender”.

Por fim, para que esse trabalho possa servir de subsídio para outros professores, elementos fundamentais em qualquer tipo de mudança que se queira fazer na educação, surge neste século a necessidade de um profissional que conheça os avanços mais recentes da Ciência que ensina e que domine, é claro, as ferramentas que possibilitam repensar o currículo numa perspectiva de sua atualização propondo uma formação de caráter ampla e integralizadora.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. *Educational psychology: a cognitive view*. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Lei n.9394 de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 1996.

_____. *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*, Resolução CEB n.3 de 26 de junho de 1998. Brasília, 1998.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias* Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

CARUSO, Francisco. *A Física Moderna e uma nova visão de mundo*. Disponível em: [http://www.cbpf.br/~caruso/fcn/publicacoes/pdfs/Atas_IIIEEFis_RS\[1\].pdf](http://www.cbpf.br/~caruso/fcn/publicacoes/pdfs/Atas_IIIEEFis_RS[1].pdf). Acesso em: 20 maio 2012.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; VANNUCCHI, Andréa. O Currículo de Física: inovações e tendências nos anos noventa. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 1, 1996, p. 3-19. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N1/1artigo.htm>. Acesso em: 10 outubro 2013.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Secretaria Estadual de Educação e Cultura. *Currículo Mínimo Física 2012*. Disponível em: www.conexao professor.rj.gov.br/curriculo_aberto.asp. Acesso em: 23 novembro 2013.

GRAVINA, M. H. ; BUCHWEITZ, B. Mudanças nas Concepções Alternativas de Estudantes Relacionadas com Eletricidade. *Revista Brasileira do Ensino de Física*, vol. 16, nºs (1-4), 1994, p. 110.

MOREIRA; Marco Antonio. *Metodologias de Pesquisa em Ensino*. Cap. 2, p. 73-115. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

OSTERMANN, F.; FERREIRA, L. M.; CAVALCANTI, C. J. H.. *Tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: um Texto para professores sobre Supercondutividade*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 20, n. 3, 1998, p.270.

SCHÖN, Donald A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, António. *Os Professores e sua Formação*. Portugal (Lisboa): Publicações Dom Quixote, 1ª ed.,1994.

APÊNDICE 1

Questionário Informativo

Nome: _____

Turma/Série: _____

1. Para você por que é importante aprender Física?
2. Qual sua relação com a disciplina? Explique.
3. Qual tema de Física desperta o seu maior interesse? Por quê?
4. Na sua profissão ao sair do Colégio, você acha que utilizará os conceitos físicos aprendidos? Quais?
5. O que você sabe sobre o que faz um pesquisador em Física atualmente?
6. Você conhece os nomes de linhas de pesquisa em Física? Quais? (Ex: Física Nuclear)
7. Defina resumidamente o que você entende por tempo e espaço. Você percebe alguma conexão entre eles? Qual?
8. O que você já ouviu falar a respeito de Relatividade?