

# *Revista da Graduação*

---

Vol. 4

No. 2

2011

18

---

**Seção: FACULDADE DE FÍSICA**

Título: Introdução da História e da Filosofia das  
Ciências como ferramenta educacional no  
Ensino Médio

Autor: Lucius Rafael Sichonany Samuel

Este trabalho está publicado na Revista da Graduação.

ISSN 1983-1374

<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/graduacao/article/view/10084/7114>

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE FÍSICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

LUCIUS RAFAEL SICHONANY SAMUEL

**INTRODUÇÃO DA HISTÓRIA E DA FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS COMO  
FERRAMENTA EDUCACIONAL NO ENSINO MÉDIO**

Porto Alegre  
2011

LUCIUS RAFAEL SICHONANY SAMUEL

**INTRODUÇÃO DA HISTÓRIA E DA FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS COMO  
FERRAMENTA EDUCACIONAL NO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada como requisito para a graduação em licenciatura em Física pela Faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

**Orientadora: MSc. Maria Emilia Baltar Bernasiuk**

Porto Alegre  
2011

LUCIUS RAFAEL SICHONANY SAMUEL

**INTRODUÇÃO DA HISTÓRIA E DA FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS COMO  
FERRAMENTA EDUCACIONAL NO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada como requisito para a graduação em licenciatura em Física pela Faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Dr. João Bernardes da Rocha Filho

---

Dra. Maria Eulália Pinto Tarragó

Dedico esse trabalho à Carolina, que  
soube entender minha ausência nesses  
últimos tempos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por nos conceder a benção da busca da iluminação interior.

Aos meus pais – Jesus e Cleonice, por aceitarem com amor e dedicação uma vida de renúncias, no intuito de me auxiliar e encaminhar nessa existência.

A minha mulher, Carolina, que sempre está ao meu lado, auxiliando-me em todos os sentidos.

Aos meus irmãos – Douglas, Gimena e Fabian, por proporcionarem a alegria da convivência em família.

Agradeço, também, a querida tia Adelaide, minha segunda mãe.

A minha professora orientadora, Maria Emilia Baltar Bernasiuk, por ter abraçado esse projeto e dedicado seu tempo a orientar-me.

“O amor é sofredor, é benigno; o amor não é invejoso; o amor não se vangloria, não se ensoberbece, não se porta inconvenientemente, não busca os seus próprios interesses, não se irrita, não suspeita mal; não se regozija com a injustiça, mas se regozija com a verdade; tudo sofre, tudo crê, tudo espera, tudo suporta. O amor jamais acaba [..]”

**Paulo de Tarso**

## RESUMO

Esse trabalho procura analisar e compreender qualitativamente como os alunos do Ensino Médio vivenciam a introdução da História e da Filosofia das Ciências como ferramenta educacional. Acredita-se que o ato de ensinar e todas as implicações inerentes a ele sejam, também, um reflexo de como os homens, durante a história, pensaram e viram o conhecimento científico. Dessa forma assume-se a hipótese de que o uso da História e da Filosofia das Ciências possa contribuir para despertar a motivação dos alunos ao aprendizado de Física. Além disso, procura-se investigar as concepções dos estudantes sobre o tema proposto, inquirir se eles reconhecem os principais aspectos relacionados ao desenvolvimento histórico e epistemológico das Ciências a partir da metodologia proposta e aproximar os conteúdos estudados pelos alunos da História e Filosofia das Ciências. Nesse contexto, a metodologia adotada se orientou segundo a linha das atividades voltadas ao desenvolvimento de projetos didático-pedagógicos, sendo aplicada uma unidade didática a quatro turmas concluintes do Ensino Médio. Um instrumento para investigação das concepções alternativas dos alunos sobre os conceitos de força e movimento foi utilizado antes e depois da implementação da unidade didática. Constatou-se a dificuldade de ocorrer uma mudança conceitual por parte de alguns alunos. No entanto, alguns indicadores apresentados na pesquisa foram relevantes para se acreditar que a introdução de abordagens históricas e filosóficas no ensino de Ciências possa criar condições para que os educandos construam um horizonte mais concreto em relação à estruturação das Ciências e suas implicações sócio-culturais.

Palavras-chave: Ensino de Física. Epistemologia das Ciências. História das Ciências. Concepções Alternativas.

## **ABSTRACT**

The objective of this work was to analyze and understand qualitatively how high school students experience the introduction of history and philosophy of science as an educational tool. It is understood that the act of teaching and all implications inherent in it are also a reflex of how men, during history, thought and saw scientific knowledge. In this way, we assume the hypothesis that the use of history and philosophy of science can contribute to motivate students in the process of learning Physics. Besides, we intended to investigate student's conceptions about the subject proposed; inquire if they recognize the main aspects related to historical and epistemological development of Science through the methodology proposed; and bring the content they had to study closer to history and philosophy of Science. In this context, the methodology adopted in this study was based on the type of activities directed to the development of didactic-pedagogical projects, as a didactic unit was applied to four groups of students that were about to graduate from high school. An instrument to investigate student's alternative conceptions of force and motion was used before and after the implementation of the didactic unit. The results showed that was difficult to occur a conceptual change on the part of some students. However, some indicators found in this research were relevant enough to make us believe that the introduction of historical and philosophical approaches in the teaching of Science can create conditions for students which can make them construct a more realistic view of how Science was structured and its social and cultural implications.

Keywords: Physics teaching. Epistemology of science. History of Science. Alternative Conceptions.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – FAIXA ETÁRIA DOS ALUNOS DA SEDE CANOAS .....	48
FIGURA 2 - FAIXA ETÁRIA DOS ALUNOS DA SEDE CENTRO .....	48
FIGURA 3 – ÁREAS DE INTERESSE DOS ESTUDANTES .....	49
FIGURA 4 – RESULTADOS SEDE CENTRO .....	54
FIGURA 5 – DISTRIBUIÇÃO DE RESPOSTAS PRÉ-TESTE (SEDE CENTRO) .....	54
FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO DE RESPOSTAS PÓS-TESTE (SEDE CENTRO) .....	55
FIGURA 7 - RESULTADOS SEDE CANOAS .....	56
FIGURA 8 - DISTRIBUIÇÃO DE RESPOSTAS PRÉ-TESTE (SEDE CANOAS) .....	56
FIGURA 9 - DISTRIBUIÇÃO DE RESPOSTAS PÓS-TESTE (SEDE CANOAS) .....	57

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>14</b>
2.1 BREVE PANORAMA HISTÓRICO DO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL.....	14
2.2 O ENSINO DE FÍSICA E OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS:.....	25
2.3 A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS NA CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE CIÊNCIAS.....	31
2.4 A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS NO APRENDIZADO DE FÍSICA.....	35
2.5 PSEUDO-HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E SUAS CONSEQUÊNCIAS .....	39
2.6 A EDUCAÇÃO E A TEORIA SOCIO-HISTÓRICA DE VYGOTSKY (BREVES COMENTÁRIOS).....	43
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>47</b>
3.1 DESCRIÇÃO SUCINTA DA ATIVIDADE PLANEJADA .....	47
3.2 RELATOS DA ATIVIDADE EFETIVAMENTE REALIZADA .....	47
<b>3.2.1 Perfil dos alunos</b> .....	47
3.3 DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO.....	49
3.4 AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES PELOS ALUNOS DA ESCOLA.....	52
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....</b>	<b>60</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE A – UNIDADE DIDÁTICA.....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE B – TABELAS .....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO A – AVALIAÇÃO APLICADA .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO B – TEXTO DE FELIPE DAMASIO E TRIESTE RICCI.....</b>	<b>78</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física nas escolas vem sofrendo alterações em vários aspectos nos últimos vinte anos. O ato de ensinar está cada vez menos vinculado ao processo de memorização de conteúdos, voltando-se mais a pedagogias que estimulem a pesquisa e o desenvolvimento integral do educando. O ensino de Física, em todos os seus níveis, não pode ser percebido como ato meramente tecnicista, em que a avaliação ganha um caráter punitivo. Além disso, o processo ensino-aprendizagem deve partir da experiência sociocultural do aluno, a fim de se tornar significativo.

Nos atuais livros didáticos de Física utilizados no Ensino Médio, é comum se encontrar referências e citações a fatos envolvendo a História das ciências e seus resultados na produção científica. Essa ação apresentaria uma ótima possibilidade de se construir, junto ao educando, um arcabouço sólido referente ao processo coletivo da implementação científica. Seria viável explorar as importantes relações entre o desenvolvimento da ciência e o contexto socioeconômico de uma época, por exemplo. No entanto, não é essa a observação que se faz ao se buscar esses exemplares utilizados, como livro texto, pelos professores do Ensino Médio. Na maioria das vezes, a abordagem escolhida pelos autores faz da História das ciências um recurso meramente ilustrativo, destituído de profundidade histórica e de senso crítico. Tal enfoque contribui para o fortalecimento de mitos ligados à figura do pesquisador e do cientista, bem como alimenta a estéril e ilusória crença na *verdade* científica provada e avaliada através de um método científico infalível. Segundo Martins (2006, p.23):

O estudo adequado de alguns episódios históricos também permite compreender que a ciência não é o resultado da aplicação de um “método científico” que permita chegar à verdade. Os pesquisadores formulam hipóteses ou conjeturas a partir de idéias que podem não ter qualquer fundamento, baseiam-se em analogias vagas, têm idéias preconcebidas ao fazerem suas observações e experimentos, constroem teorias provisórias que podem ser até mesmo contraditórias, defendem suas idéias com argumentos que podem ser fracos ou até irracionais, discordam uns dos outros em quase tudo, lutam entre si para tentar impor suas idéias. As teorias científicas vão sendo construídas por tentativa e erro, elas podem chegar a se tornar bem estruturadas e fundamentadas, mas jamais podem ser provadas.

Acredita-se que a valorização do debate e da atitude crítica no ambiente de sala de aula e a implementação de uma epistemologia educacional valorizadora das diferenças entre os indivíduos imersos no processo educacional podem ocorrer a partir de uma revisitação fundamentada a importantes e significativos episódios da história das ciências. Segundo Martins (2006, p.24), “Uma visão mais adequada e bem

fundamentada da natureza das ciências, de sua dinâmica, de seus aspectos sociais, de suas interações com seu contexto, etc., certamente trará consequências importantes”.

Podem-se ainda aprofundar, tendo como referencial a prática adotada pelos cientistas para compreender os fenômenos naturais, possibilidades de elaboração de estratégias e modelos mentais para que o educando consiga, com maior autonomia, resolver problemas corriqueiros do seu cotidiano. Para Carvalho (2010, p.107):

Investigar é uma prática adotada por cientistas para compreender os fenômenos naturais. Em sala de aula, é possível utilizar a investigação como forma de propiciar e oferecer aos estudantes oportunidades de elaborar estratégias e planos de ação para os problemas do mundo.

O processo ensino-aprendizagem deve ser capaz de construir possibilidades reais para que o estudante exerça, ao longo da vida, sua cidadania. É preciso reforçar o fato de que os professores são os principais atores envolvidos no processo de desenvolvimento integral dos seus alunos, isto é, precisam criar condições para que os educandos possam expandir suas qualidades cognitivas e emocionais. Acredita-se que a abordagem de temas históricos relevantes no desenvolvimento das Ciências, através de textos originais e artigos escritos por pesquisadores especializados em filosofia e na História das ciências, possa contribuir para uma educação mais centrada na construção do conhecimento e valorizadora da interação aluno-professor.

A pesquisa e o desenvolvimento das ciências são um árduo processo no qual se evidenciam a necessidade da livre discussão, do debate e, na maioria das vezes, da refutação. Como legado da nossa espécie, o conhecimento científico retrata de forma muito clara os dramas e angústias, assim como as alegrias e conquistas de uma coletividade. A Ciência é uma construção social.

Segundo afirma Carvalho (2010, p.109):

Com uma abordagem de conceitos por meio de textos históricos, é possível levar os estudantes a perceber os acertos e desacertos de um pesquisador, suas conclusões e inconclusões e as bases que fundamentaram e apoiaram a proposição do conhecimento científico tal qual ele se realiza.

O professor, como uma de suas tantas atribuições, precisa ser capaz de criar condições para os educandos se desenvolverem pautados na autonomia. Entretanto, nem sempre as metodologias empregadas em sala de aula são satisfatórias no que se refere ao efetivo aprendizado e desenvolvimento do aluno.

Além de se investigarem as causas e os motivos que agravam as dificuldades encontradas pelos estudantes, é importante que se proponham saídas embasadas na produção e na avaliação de estudos comprometidos na área de ensino de ciências. Segundo Chrobak (1997, p.105):

Ningún profesor de Física desconoce que la educación requiere importantes cambios; para lograr esos cambios es necesario en primer lugar efectuar mediciones y documentar los problemas que afrontan los educadores. Por supuesto que las reformas no surgirán solamente de La documentación de los problemas, pero es obvio que sin entender apropiadamente a los problemas que presenta la enseñanza, es imposible lograr las reformas que muchas veces y con justificada razón reclamamos enfáticamente.

Além disso, nos últimos trezentos anos, percebe-se um vertiginoso desenvolvimento na tecnologia e no conhecimento científico em nossa sociedade. Nesse contexto, é possível afirmar que somos também o resultado dessas circunstâncias. É difícil avaliar com relativa profundidade o legado científico de uma conjuntura histórica específica sem fazer menção ao panorama científico e filosófico do seu tempo.

A matemática, por exemplo, é um dos pilares dessa multiplicação acelerada de técnicas e saberes científicos tão importantes em nossa sociedade atual. Segundo Boyer (1996), o desenvolvimento vivenciado pela matemática no século XIX caracterizou, sem dúvidas, esse período como a época áurea dessa Ciência. Nesse curto espaço de tempo, o crescimento da matemática superou em muito o seu desenvolvimento nos séculos anteriores. Esse incremento científico não se observou apenas no aspecto quantitativo, mas também no que se refere ao pressuposto qualitativo. Deve-se evidenciar que esse progresso científico é fruto de vários fatores econômicos e sociais inerentes à época. O século XIX e todas as suas transformações não podem ser pensados sem uma visita à Revolução francesa, ao período Napoleônico e à revolução industrial, por exemplo.

Em função do forte desenvolvimento e emergência de novas tecnologias, o conhecimento matemático passou a ser mais compartimentado, isto é, segmentado em áreas de interesse. Acentuam-se ramos como o da análise matemática, o da álgebra e o da geometria, entre tantos outros. Augustin Louis Cauchy se dedica à análise, Jakob Steiner se preocupa em aprofundar considerações relativas à álgebra. Outro argumento relativo à tese do desenvolvimento vertiginoso da Matemática desse século diz respeito ao fato de os matemáticos estarem

consozciados a Universidades e ao ambiente acadêmico, o que facilitaria pesquisas e o desenvolvimento de projetos (STRUICK, 1967).

Também a Física, muito próxima e pouco dissociada da Matemática no passado, começa a ter maior autonomia a partir do século XIX. A força dessa premissa pode ser sentida na elaboração da moderna teoria quântica. Para se pensar seriamente no desenvolvimento do modelo ondulatório da matéria é preciso considerar a construção das bases de representação da estrutura do átomo, implementada na segunda metade do século XIX, e o estudo e a pesquisa dos fenômenos eletromagnéticos iniciados com Öersted, em 1821. O moderno formalismo quântico, proposto por Schrödinger, seria apreciado de forma incompleta sem se fazer visita à *velha teoria quântica* inaugurada por Max Planck e desenvolvida por Niels Bohr e Louis de Broglie, nas primeiras décadas do século XX. Deve-se, ainda, costurar todos esses eventos a uma política econômica desenvolvimentista alimentada pelo colonialismo nos países asiáticos e africanos, fartamente praticada pelas principais nações europeias da época e que culminaria nas duas grandes guerras no nascente século XX.

Dessa forma, fica muito clara a ideia de que a Ciência é uma construção coletiva, histórica e viva. A Ciência está continuamente produzindo conhecimentos abertos capazes de sofrer reformulações, guiada por paradigmas que influenciam a observação e a interpretação dos fenômenos naturais, e se nutre das interações entre teorias (CARVALHO, 2010). Seria, então, fundamental se questionar o valor efetivo do desenvolvimento dos programas escolares pautados em um mergulho no conhecimento da História e da Filosofia das Ciências, com o intuito estimular nos estudantes a curiosidade e o gosto pelas Ciências.

Esse trabalho procura analisar e compreender qualitativamente como os alunos do Ensino Médio vivenciaram a introdução da História e da Filosofia das Ciências como ferramenta educacional, utilizando-se, para esse fim, a aplicação de um pré-teste, de um pós-teste e de um questionário junto aos estudantes. Além disso, procura-se investigar as concepções dos alunos sobre o tema proposto, inquirir se eles reconhecem os principais aspectos relacionados ao desenvolvimento histórico e epistemológico das Ciências a partir da metodologia proposta e aproximar os conteúdos estudados pelos alunos da História e Filosofia das Ciências.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo primeiramente será apresentada uma breve abordagem histórica do ensino de Física no Brasil, pois o entendimento das novas propostas e metodologias educacionais depende de uma visão panorâmica dos processos educacionais ocorridos no país. Após, são analisadas as orientações propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais ao Ensino de Física. Logo e seguida, no capítulo “A História das Ciências na Construção do Conceito de Ciências”, foram utilizadas principalmente as concepções dos autores Martins (2007), Aguiar Jr. (1998) e Trindade (2009) para se investigar o tema. Discute-se, na sequência, a importância da História das Ciências no aprendizado de Física. Por fim, são mostradas as consequências no ensino de Ciências das pseudo-histórias. Ainda, elabora-se uma breve digressão sobre a teoria socio-histórica de Vygotsky.

### 2.1 BREVE PANORAMA HISTÓRICO DO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL

Acredita-se que a construção de uma cultura é o reflexo das inúmeras transformações e das diversas possibilidades de estruturação de uma sociedade, de um povo. O século passado, por exemplo, é rico em demonstrações de inovações tecnológicas e culturais, bem como de seus matizes belicosos e de intolerância social. De acordo com Hobsbawn (1995, p.32):

Locais, regionais ou globais, as guerras do século XX iriam dar-se numa escala muito mais vasta do que qualquer coisa experimentada antes. Das 74 guerras internacionais travadas entre 1816 e 1965 que especialistas americanos, amantes desse tipo de coisa, classificaram pelo número de vítimas, as quatro primeiras ocorreram no século XX: as duas guerras mundiais, a guerra do Japão contra a China em 1937-9, e a guerra da Coreia.

Essa conjuntura histórica, experienciada nos idos do século passado, projeta em muitos momentos a tônica presente em diversos modelos epistemológicos propostos durante o século XX. A reconstrução dos fatos e acontecimentos históricos, pela perspectiva de nossa época, pode auxiliar no processo de entendimento e compreensão do atual momento histórico em que vive nosso ensino de ciências.

É importante apreciar em quais contextos se estabelece a formação e o ensino de ciências em terras brasileiras. As primeiras instituições destinadas aos ditames educacionais aparecem com a chegada dos jesuítas, mais precisamente

com as *escolas de ler e escrever* preparatórias das *escolas de gramática*. Manuel da Nóbrega foi o fundador da primeira escola em solo brasileiro, em 1549 na Bahia. Essas instituições se mantinham ligadas às tradições clássicas do ensino de línguas, da retórica e da escolástica. Não havia nenhuma preocupação com o ensino das ciências naturais. Para Almeida Junior (1979, p.46):

Desde o período heróico, tempo de vida de Nóbrega (1549 a 1570), considerado mais democrático porque não fazia distinção de raça ou classe social entre a clientela, e o seguinte, de 1570 até a expulsão pombalina de 1759, tempo de privilégios, exclusividades e seleção racial e social, a tônica foi o ensino de Humanidades, que marcaria por muitos anos ainda os currículos das escolas do Brasil.

Nesse período dominado pela Companhia de Jesus, a única referência à instrução científica é relacionada às observações feitas, na época de verão, sobre meteorologia ao final da tarde. Os estudantes, sob a descrição da geografia física do céu feita pelo professor, faziam mapas e previsões de movimentos estelares. Embora caracterize uma atitude importante na caminhada rumo à construção de um ensino de ciências no período colonial, pode-se dizer que é, ainda, uma ação isolada nesse sentido. Segundo Almeida (1979, p. 47):

Naturalmente que não é suficiente, ainda que seja indispensável para formar uma ciência dita experimental, apenas obter dados mediante a observação e levantar hipóteses e suposições teóricas. [...] Também é necessário a experimentação prática e ordenada dessas hipóteses, através de modelos ou situações próximas da realidade, para se chegar a princípios e leis de caráter geral que relacionam os parâmetros observáveis e que possam ser deduzidos de uns poucos axiomas fundamentais.

A educação proposta pelos jesuítas, na contramão de incentivar o livre pensar e a atitude crítica dos educandos, propunha uma reestruturação da fé pelo dogma. Segundo Medeiros (2002, p.1698):

O ensino que os jesuítas ministravam era, de fato, um ensino rigoroso, constituindo-se, na verdade, em uma tática de luta contra a heresia e contra o espírito da Reforma. A Reforma era um fruto do livre arbítrio, do direito de cada indivíduo pensar por si próprio. E era exatamente isso que a pedagogia dos inicianos tentava impedir. A meta era introjetar dogmas nos quais se acreditasse fortemente e não provocar críticas, pois o resultado das críticas seria sempre o fim dos dogmas. O ensino jesuíta não foi, assim, um treino para o pensamento, mas sim um alicerce para a crença.

Alguns autores apontam que a chegada dos holandeses ao Brasil provocou um certo *aquecimento* nas atividades científicas e uma relativa preocupação real com o ensino de ciências. Maurício de Nassau mandou vir a Pernambuco um grupo de homens de ciências com o intuito de produzir um levantamento sobre as possibilidades econômicas da região dominada. Desses primeiros técnicos que chegaram ao solo brasileiro, destaca-se o Físico e Astrônomo J. Marcgrave que realizou observações meteorológicas e astronômicas no primeiro observatório construído na América do Sul, sob as ordens do Conde de Nassau. A expulsão holandesa, em 1644, coloca um fim nessa tentativa de, segundo Almeida (1979), concretização de um esboço de ensino de ciências, ou “um ensino de Física para jovens aprendizes”.

É muito claro que essa visão de fomento e construção de um ensino de ciências à época de Nassau tem um viés romântico, visto que, as demais colônias estabelecidas pela Holanda na África, por exemplo, tinham um propósito de servir como sustentáculo muito mais econômico do que social. Como aponta Mello (2009, p.165):

Interesse dos Países Baixos pelo Brasil antedatou de muito a criação da Companhia das Índias Ocidentais (1621) e os ataques à Bahia e a Pernambuco. Há mesmo quem pretenda que a emergência de um mercado internacional do açúcar no século XVI tenha sido uma criação da técnica comercial e financeira dos holandeses, que teriam sido também os principais fornecedores do capital indispensável ao estabelecimento e à expansão, a partir de meados de quinhentos, do sistema brasileiro de produção de açúcar. [...] Diz um cronista holandês da época que "o comércio passou a fazer movimento em escala nunca dantes atingida", concluindo-se "transações de muitos milhões em curto espaço de tempo".

Durante muitos anos, as questões ligadas ao ensino de Ciências ficaram relegadas a segundo plano na colônia brasileira. O desenvolvimento e a construção de um espírito crítico nas terras do Brasil não interessavam à Coroa Portuguesa. Salvo a presença de algumas figuras ilustres e esporádicas, como o padre brasileiro Bartolomeu de Gusmão (1684 a 1724), o ensino se limitava ao estudo das humanidades. Mesmo assim, com a expulsão dos jesuítas do país (1759), a chamada reforma Pombalina desestrutura a crescente organização educacional no Brasil. Algumas ordens católicas procuram manter, em seus conventos, algum tipo de atividade instrutiva de cunho educacional. No entanto, o ensino ficou reduzido a

aulas de disciplinas isoladas, sem uma sistemática de prosseguimento. Segundo Almeida (1979, p.48):

[...] o Brasil sofreu a destruição de um crescente sistema educacional, sem que fosse substituído por outro e sem que essa perda fosse acompanhada de medidas imediatas a fim de atenuar os seus efeitos. Apesar do esforço dos carmelitas, beneditinos e franciscanos que, gozando da liberdade negada aos retirantes, abriram novas aulas em seus conventos para estudantes seculares [...].

A referida reforma proposta pelo Marques de Pombal em 1759 instituiu, dentre várias conseqüências, a reformulação profunda em várias instâncias na Universidade de Coimbra (1772) e a extinção da Universidade de Évora, pertencente aos jesuítas. A educação, na metrópole e nas colônias, passava às mãos do Estado e ficava caracterizada pela forte censura, principalmente aos textos dos enciclopedistas - Diderot (XVIII), Rousseau (XVIII), Voltaire (XVIII), Montesquieu (XVIII) e outros. Nesse contexto, o ensino se mostra mais elitista, isto é, destinado a uma minoria de jovens brasileiros que buscavam a terra Portuguesa para concluir seus estudos. Pode-se dizer que a educação em nosso país vai ganhando, à época, características de exclusão social, muito próxima ainda de nossa realidade atual.

Após a fundação de algumas academias de ciências que tiveram efêmera duração, como a Academia Científica, no estado da Guanabara, responsável pela criação de um horto botânico, as tentativas de elaboração de uma identidade científica no Brasil foram invariavelmente esparsas e não contribuíram para a cristalização de um ensino de Física. Para Almeida (1979, p.49).

Silva Alvarenga, poeta inconfidente, depois de estudar também na Universidade de Coimbra voltou ao Brasil trazendo o interesse pelas ciências físicas e fundou no Rio de Janeiro uma sociedade científica (1786), mas logo a seguir foi fechada por motivos políticos.

Entretanto, o Seminário de Olinda fundado pelo bispo Azeredo Coutinho, em 1800, foi marco de renovação cultural e educacional pela ênfase ao estudo de disciplinas como Química, Física, Mineralogia, Desenho e Botânica. Fortemente influenciado pelas ideias liberais dos enciclopedistas, o seminário não se propunha a educar somente jovens destinados à vida sacerdotal. O bispo Coutinho implementou uma educação mais voltada às necessidades da crescente sociedade brasileira, que deixava o patriarcalismo rural e caminhava para uma vida mais urbana e industrial. Fonte inspiradora importante da revolução pernambucana de 1817 em função de

seu cunho liberal, o seminário sofreu duro golpe após a saída do bispo Azeredo que se retirou para Portugal.

Com a vinda da Família Real para o Brasil, produziu-se uma série de transformações na colônia brasileira. Houve um início de efervescência cultural.

Como nos informa Almeida (1979, p.50):

Além da instituição da Imprensa Régia e da Biblioteca Pública, o rei fundou as primeiras escolas de ensino superior: na Bahia, a Escola de Cirurgia e no Rio, a Academia Médica Cirúrgica, que constavam em seus currículos noções de ciências físicas. Enquanto a física não encontrava cérebros que se iniciassem nas suas práticas experimentais, as ciências naturais se desenvolviam rapidamente com grande número de pesquisadores brasileiros e estrangeiros.

As noções físicas e de outras ciências eram lecionadas nas academias com a função básica de atender às demandas relacionadas às técnicas cirúrgicas. A educação, por conseguinte, durante o período imperial brasileiro, esteve assentada em bases clássicas, fortemente descientificado.

A proclamação da independência foi importante ao acenar para novo panorama educacional no país. A criação do Colégio de D. Pedro II (1837), um padrão a todas as escolas da Corte, introduziu o modelo francês de ensino seriado no Brasil. As disciplinas ministradas no Pedro II abrangiam do latim à retórica e à geografia, passando pela matemática e pelas ciências físicas e naturais. Nota-se, nessa conjuntura, a forte influência da Revolução Francesa e os ideais científicos cada vez mais presentes nas sociedades ocidentais da época. Segundo Almeida (1979, p.52):

De fato, no plano estabelecido nos estatutos aprovados pelo decreto nº 8 de 31 de janeiro de 1838, a parte que se reservou às matemáticas e às ciências físicas, cujo o estudo se desenvolveria nos três últimos anos, representava uma vitória dos estudos científicos sobre os literários, tentando equilibrá-los e rompendo com a tradição do ensino exclusivamente humanístico.

O regulamento nº 8 de 31 de janeiro de 1838, capítulo XIX, artigo 117, firmava uma carga horária de Ciências Físicas e de Astronomia, predominantemente nos últimos anos de formação dos educandos. Essa carga horária não ultrapassava duas lições semanais, de um total de 30 lições semanais para a Aula 1ª, por exemplo.

No Ensino Superior, a situação não era diferente. Somente em 1832 foi criada a primeira cadeira de Física a fim de atender aos cursos médicos nas Academias

fundadas por D. João VI. Essas disciplinas estavam, à época, muito subordinadas ao caráter utilitarista, então aplicado às ciências médicas. Importante destacar que o ensino de Física nas faculdades se resumia basicamente a exposições teóricas e demonstrações matemáticas dos princípios e tópicos da Física.

A crescente influência do Ensino secundário alemão levou a uma maior valorização do ensino científico em detrimento dos estudos mais literários. No Colégio D. Pedro II, a *realschulen* alemã influenciou timidamente o regulamento de 17 de fevereiro de 1855, que transferia os estudos científicos para os primeiros anos do curso - anteriormente reservados para as últimas séries escolares. Havia urgente necessidade de construir um ensino que conduzisse os cidadãos para as diversas carreiras profissionais. Afirma Almeida (1979, p.55):

Essa influência alemã na escola brasileira trouxe um apreciável desenvolvimento aos estudos científicos evidenciando, no caso da física, a necessidade de experiências e demonstrações práticas dos princípios estudados. Promovendo assim a observação e formulação de hipóteses por parte dos alunos, o ensino de física deu um grande passo de uma metodologia científica legítima, mas ainda incompleta.

Dessa forma, a tendência a uma educação mais voltada às necessidades industriais encontrou um obstáculo decorrente da economia brasileira tipicamente agrária no período. Em 1862, extingue-se o curso especial e é reorganizado o curso único, destinado a conduzir os alunos aos estudos superiores. A reforma José Bento da Cunha Figueiredo, que permitia que todo estudante, após cinco anos de estudos, pudesse se matricular em qualquer Academia do Império, contribuiu para o desinteresse relegado às matérias de Física e Química (com cargas horárias presentes nos últimos dois anos de formação).

Observa-se que, no período Imperial, não houve nenhum empenho pedagógico inovador nos campos das ciências. A educação assumida nessa fase fica marcada pela forte influência jesuíta, isto é, predominantemente clássica e de caráter geral. O corpo docente era constituído de professores, na maioria das vezes, improvisados. Entretanto, instituições de ensino como o *Imperial Collégio de Pedro II* são forte referência na construção de uma identidade educacional no Brasil. É claro que a educação, nesse contexto, pecava pelo caráter excludente, elitista e atrelado às grandes metrópoles européias, como já foi afirmado anteriormente. Até então, o ensino de Física se resumia a conteúdos enciclopédicos e de forte influência francesa.

Para Sampaio (2004, p.4):

Em 1870 o ensino de Física passa por uma enorme transformação. Essas mudanças, não ocorreram apenas no Colégio, são reflexos de uma nova, entre outras, mentalidade brasileira que surge no seio da elite intelectual. Esse período foi classificado “ilustração brasileira” representou um movimento de valorização da ciência e da cultura. O programa de ensino de 1870 era mais extenso que os anteriores, adotava um livro francês que foi paradigma para o ensino de Física não só no Brasil, mas na França e em muitas regiões da Europa e nos Estados Unidos.[...] O conteúdo nessa obra é apresentado de forma descritiva e enciclopédica. Nesse programa de ensino há uma alusão à forma de avaliar: “O Exame consistirá na exposição do ponto que o aluno tirar, em respostas às perguntas do professor, e demonstração de problemas de física”. A recomendação demonstra uma mudança completa de abordagem.

Essas enormes transformações referidas por Sampaio no fragmento acima são questionáveis em dois aspectos fundamentais: o Ensino de Física continuava atrelado a metodologias regidas pela forte influência da matemática no desenvolvimento de conteúdos de Física, isto é, o uso constante de demonstrações meramente matemáticas em detrimento de uma abordagem mais fenomenológica da ciência; o segundo aspecto, conforme a descrição de Geraldo Bastos, é a questão de que não há muitas referências a aulas experimentais de Física no período.

Fica evidente que, até aproximadamente 1918, há uma espécie de continuidade em relação às práticas educacionais aplicadas no século XIX. O panorama educacional do nascente século XX mantinha, em linhas gerais, as mesmas perspectivas do século anterior. Com o intuito de melhor delimitar a situação da educação brasileira na transição entre o século XIX e o XX, ressalta-se as propostas de modificação educacionais no ensino público assinaladas por Benjamin Constant, em 1890. O pressuposto filosófico que norteava a mudança assumida no ensino brasileiro, à época, era nitidamente comtista. De acordo com Almeida (1980, p.55):

Influenciado pelo grupo comtista, o ministro da instrução Benjamin Constant realizou a primeira reforma de ensino público pelo decreto nº 891 de novembro de 1890. Essa reforma abrangeu desde a instrução primário ao secundário até o ensino superior e marcou uma ruptura com a tradição do ensino humanístico. Para o nível médio, Benjamin Constant propôs um currículo enciclopédico, em um curso de sete anos, onde além do estudo clássico havia também o estudo de ciências fundamentais classificadas na ordem lógica de Augusto Comte.

No entanto, essa tentativa assumida por Benjamin Constant se mostrou malograda. O fato, bem como as fragmentárias e isoladas tentativas de uma estruturação do ensino de ciências no país, até meados dos anos vinte, confirmam o caráter preparatório - ao ingresso universitário - do Ensino secundário no Brasil. Percebe-se, nessa conjuntura, a falta de uma política educacional coerente e sem espírito de continuidade.

Na década de 20, observam-se algumas modificações no que concerne à implementação de uma política educacional no país. As ideias progressistas dos filósofos da educação europeus e americanos começam a influenciar ideologicamente os liberais brasileiros. Francisco Campos, então ministro de Estado e Negócios de Educação e Saúde Pública no governo Vargas, propõe a transformação do Ensino secundário de *curso de passagem* a uma instituição de caráter educativo-formativo. O Ensino secundário ficou dividido em cinco anos de Ensino básico fundamental e comum com dois anos adaptativos às especializações escolhidas pelos estudantes. Conforme comenta Almeida (1980, p.61):

[...] A legislação deu assim um papel eminentemente formador aos cursos secundários, ao lado da missão de simplesmente preparar os estudantes para os estudos superiores. Contudo, a função formadora não foi alcançada, não tendo passado de proposição teórica nos termos da lei.

Ocorre a inauguração de escolas tipicamente dirigidas ao desenvolvimento das ciências, como a Escola de Química do Rio (1934) e a Escola de Sociologia e Política de São Paulo (1932). Não obstante, na mentalidade nacional da época, vicejava o aspecto elitista e aristocrático associado à educação e à cultura. A orientação assumida pela população brasileira é a de buscar, no Ensino superior, um diploma. Para Almeida (1980, p.62), “[...] as escolas superiores continuavam com um ensino dirigido no interesse do diploma e não em proveito individual do indivíduo nem da ciência”.

A Universidade de São Paulo, em 25 de janeiro de 1934, é fundada pelo então governador paulista Armando Sales de Oliveira. Ocorre a congregação de várias faculdades existentes (Direito, Medicina, Engenharia, etc.) e a criação de tantas outras, como a Faculdade de Ciências Econômicas e a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Esta última destinada a ser o local de pesquisa em

ciências e a formação de docentes ao Ensino secundário. Afirma Almeida (1980, p.63):

[...] houve importante transformação na estrutura do ensino profissional superior pela ligação orgânica da teoria e da prática assegurada pela aplicação imediata das lições nos laboratórios, pela organização do trabalho de pesquisa supervisionado pelos docentes estrangeiros contratados e pela colaboração obrigatória das indústrias e do Estado na formação técnica e científica dos universitários.

A pesquisa em Física, principalmente por motivos econômicos, fica relegada ao âmbito experimental. Não se observa interesse no desenvolvimento de pesquisa em Ensino de Física. Os licenciandos em Física, nesse aspecto, ficam privados das possibilidades pedagógicas e didáticas provenientes dos avanços proporcionados pelas pesquisas em Ensino de Ciências. Mesmo com a instituição de universidades nos grandes centros urbanos do país e o aumento da procura aos cursos de capacitação e docência em ciências, o panorama da falta de professores de Física, por exemplo, sempre foi apontado como grande problema no Brasil.

As consequências dessa realidade, vivida em meados do século XX, foram a manutenção de currículos escolares enciclopédicos, a falta de diálogo entre as diversas áreas do saber científico e humano, metodologias baseadas na exposição didática e a falta de infraestrutura das bibliotecas, na maioria dos casos aparelhadas apenas com manuais didáticos (WEREBE, 1997).

Algumas ações isoladas, entretanto, na tentativa de reverter essa realidade educacional, eram acolhidas por professores e educadores ligados ao Ensino de Física no país. Muitos desses profissionais devem ter sentido as dificuldades inerentes a qualquer novo empreendimento, isto é, proposta de mudança. Na década de 70, um marco importante aponta para o nascimento de uma nova realidade para o Ensino de Física: o primeiro Simpósio Brasileiro de Ensino de Física, ocorrido no campus da USP. Segundo Almeida (1980, p.63):

Assim, em 26 de janeiro de 1970 no campus da USP efetivou-se o primeiro contato oficial de todos aqueles que vinham, individualmente e nas mais diversas regiões do país, se preocupando com o ensino de física e buscando soluções improvisadas e aproximadas.

Desse importante evento, que abre novos horizontes ao Ensino de Física e de Educação em Ciências no país, é importante salientar algumas conclusões: além de contar com poucos professores de Física no Ensino médio, as escolas apresentam

uma orientação equivocada referente ao Ensino de Física. Ainda, os cursos de Física propostos pelas Faculdades de Filosofia não estão formando professores e se preocupam muito pouco com a aprendizagem pedagógica oferecida aos estudantes de seus cursos. Os professores, de maneira geral, estão desorientados e inexistem programas que os auxiliem na luta contra o improvisado e a rotina em sala de aula. O encontro alertou ainda sobre a perniciosa herança pedagógica deixada ao Ensino Médio dos idos tempos imperiais, que baseava o Ensino Secundário a mera *passagem* ao Ensino Superior (ALMEIDA, 1980).

O II Simpósio Brasileiro de Ensino de Física ocorreu em Minas Gerais (1973). O acontecimento foi marcado pela participação de entidades internacionais como a Unesco e contou com o auxílio financeiro do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Grupos de pesquisa de São Paulo e Minas Gerais apresentaram trabalhos destinados à produção de materiais de ensino, inclusive experimental. O caráter fundamental desses trabalhos era o de oferecer uma espécie de reciclagem aos docentes do Ensino médio. De acordo com Almeida (1980, p.69):

Esse II Simpósio permitiu ver que, mesmo com a maior boa vontade, três anos não eram suficientes para preencher os vazios experimentais e aparar as arestas metodológicas do ensino de Física. Vazios e arestas conformados ao longo da história pelos estranhos ventos que inspiram as reformas educacionais relegando o estudo científico a um papel insignificante.

O III Simpósio Brasileiro de Ensino de Física volta a ocorrer em São Paulo, no mês de janeiro de 1976, com mais de 500 participantes. A apresentação de cursos e de mesas redondas, bem como conferências foram a tônica do evento, que ganhou características interdisciplinares. No entanto, ainda vivendo sobre a tutela de uma ditadura militar, os participantes do simpósio apresentaram duras críticas às reformas educacionais instauradas no Ensino Médio. Conforme Almeida (1980, p.72):

Finalmente, considerando-se a importância do nível médio no embasamento científico dos jovens, minimizada pela lei de reforma do ensino através das suas medidas restritivas e condicionada por esse antidemocrático mecanismo de seleção que elimina das carreiras científicas, e em particular da Física, a vocação de muitos estudantes [...].

Nos últimos anos, o crescimento e o desenvolvimento de grupos de pesquisa em ensino de Física no Brasil se consolidam nas diversas instituições destinadas ao Ensino Superior no país. Tais grupos de pesquisa desenvolvem projetos de investigação em muitas frentes relacionadas ao ensino de Física. Essas linhas de estudo se manifestam desde o desenvolvimento de instrumentação destinada ao ensino até o exame de temas relacionados à didática e à metodologia no ensino de Física. Mais atualmente, encontra-se em debate a incorporação da História e da Filosofia das Ciências/Física na educação científica em nosso país.

Segundo Nardi (2005, p.64):

Esses pesquisadores geralmente estão alocados em departamentos ou faculdades de Educação, institutos ou departamentos de Física, e têm sido responsáveis, no ensino de graduação por disciplinas envolvendo diversos conteúdos específicos de Física e por outras como Prática de Ensino, Didática, Instrumentação para o Ensino, História e Filosofia da Ciência/Física. Muitos deles também atuam como docentes e orientadores em programas de pós-graduação e são responsáveis pela formação de centenas de mestres e doutores, hoje atuando em instituições de educação básica e superior no país.

Essa diversidade de grupos de pesquisas, de temas de investigação e sobretudo, esse manancial de olhares, muitas vezes divergentes, sobre a educação em Ciências e o Ensino de Física no Brasil enriquecem o processo de construção dos saberes relacionados ao conhecimento científico. Percebe-se que a pesquisa e a investigação em ensino de ciências são um fenômeno recente na história educacional brasileira.

Como foi apresentado no texto, há diversos pontos negativos e sinais evidentes de negligência por parte de todos os atores envolvidos no processo educacional brasileiro nos últimos séculos. Políticas educacionais voltadas ao fomento de uma educação mais participativa, mais crítica e embasada na autonomia dos estudantes poucas vezes foram postas em prática nos tantos anos de história nacional. Entretanto, não se pode negar a crescente onda de valorização desses saberes ligados ao ensino e à educação. Espera-se que esses sejam sinais de um recomeço, ou seja, indicativos de um novo paradigma em educação.

## 2.2 O ENSINO DE FÍSICA E OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS:

O ensino de Ciências e em especial o ensino de Física, como foi abordado no tópico anterior, durante significativo período de nossa história, foi encarado como transmissão de conhecimentos que eram aceitos no universo científico. Esses conteúdos tinham por finalidade básica possibilitar ao estudante o ingresso em uma instituição de Ensino Superior.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (MEC/PCN, 1998, p.19):

O ensino de Ciências Naturais, relativamente recente na escola fundamental, tem sido praticado de acordo com diferentes propostas educacionais, que se sucedem ao longo das décadas como elaborações teóricas e que, de diversas maneiras, se expressam nas salas de aula. Muitas práticas, ainda hoje, são baseadas na mera transmissão de informações, tendo como recurso exclusivo o livro didático e sua transcrição na lousa;[...].

Essa concepção da educação apresenta uma falha fundamental em sua matriz ideológica: não considera o fato de que uma pequena parcela dos estudantes egressos do Ensino Fundamental continuam seus estudos em instituições destinadas ao Ensino Superior. Esse ponto destaca uma das principais características do Ensino Fundamental no Brasil, que é a de apresentar matizes elitistas, além do fato de funcionar prescipuamente como uma passagem ao Ensino Acadêmico. Como mostra Kawamura (2003, p.23):

Durante muitos anos esse período da escolaridade vinha sendo considerado como uma preparação para o ensino universitário, tendo como objetivo último o sucesso no vestibular. Essa proposta era coerente com uma educação média restrita a apenas uma pequena parcela da população e com o ensino universitário como um “caminho natural” para os concluintes do Ensino Médio.

Com isso não se está, nessa altura do trabalho, desvalorizando o papel importante das notáveis instituições de Ensino Superior de nosso país, entretanto, alerta-se para o fato de a educação fundamental ter, também, outras finalidades. Acredita-se que a educação fundamental possa contribuir para o desenvolvimento da cidadania e da construção de uma posição ética e científica dos estudantes frente à sociedade e ao mundo. A Implementação de uma educação voltada à cidadania é um dos eixos principais dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Na educação contemporânea, o ensino de Ciências Naturais é uma das áreas em que se pode reconstruir a relação ser humano/natureza em outros termos, contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência social e planetária (MEC/PCN, 1998, p.22).

Fica muito claro nos PCNs que é imprescindível promover uma educação que, além de inclusiva, seja capaz de criar condições para que os educandos se desenvolvam para a autonomia. Os Parâmetros Curriculares contribuem para essa realidade educacional mais democrática e mais participativa.

Como é informado nos PCNs (PCN/MEC, 1998, p.23):

Considerando a obrigatoriedade do ensino fundamental no Brasil, não se pode pensar no ensino de Ciências Naturais como propedêutico ou preparatório, voltado apenas para o futuro distante. O estudante não é só cidadão do futuro, mas já é cidadão hoje, e, nesse sentido, conhecer Ciência é ampliar a sua possibilidade presente de participação social e desenvolvimento mental, para assim viabilizar sua capacidade plena de exercício da cidadania.

No âmbito da Educação e do ensino de Ciências não poderia ser diferente. As crescentes pesquisas, desenvolvidas pelos diversos grupos dedicados ao ensino de ciências nos últimos trinta anos, acenaram para a necessidade de se contextualizar o aprendizado científico às vivências e às experiências dos estudantes. Esses trabalhos referendam o quão importante é para o educador conhecer a realidade de seus alunos, isto é, suas concepções e seus conhecimentos prévios. Nesse aspecto, o professor, em diálogo constante com os educandos, é capaz de estabelecer uma prática pedagógica mais eficiente e direcionada à construção dos diversos saberes.

Com os Parâmetros Curriculares Nacionais de 1998, nota-se uma mudança na forma de encarar a educação no Brasil. Até então, as transformações ocorridas no ensino brasileiro eram marcadas pela ausência da discussão democrática que abrangesse todos os envolvidos na construção da educação em nosso país. Cabe citar as inúmeras reformas no ensino brasileiro apresentadas por decretos pelos governantes, sem qualquer discussão ou debate com a sociedade durante toda a sua história. Como se pode depreender dos PCNs, o que eles estabelecem não são normas a serem implementadas pelas escolas brasileiras, são, antes, orientações para o professor tornar sua prática pedagógica mais próxima da realidade dos estudantes e, por conseguinte, mais produtora. Como afirmam os PCNs (1998, p.19):

Até a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1961, ministravam-se aulas de Ciências Naturais apenas nas duas últimas séries do antigo curso ginasial. Essa lei estendeu a obrigatoriedade do ensino da disciplina a todas as séries ginasiais, mas apenas a partir de 1971, com a Lei nº 5.692, O Ensino de Ciências passou a ter caráter obrigatório nas oito séries do primeiro grau.

Outro aspecto presente no documento é a busca da aproximação e do diálogo entre as Ciências Naturais e as Tecnologias com os estudantes. A Ciência, assim como a Tecnologia, são patrimônios culturais importantes da nossa sociedade. A construção da Ciência está marcada pelo caráter provisório de seus modelos, pela discussão entre as várias concepções de mundo, pela articulação da sociedade em suas mais diversas instâncias. Não há apenas uma maneira de se fazer Ciência, mas metodologias que produzem aproximações da realidade. Segundo os PCNs (1998, p.24):

As diferentes Ciências utilizam-se de diferentes métodos de investigação, sendo impreciso definir as etapas de um método científico único e igualmente significativo para todas as Ciências e suas diferentes abordagens. Muitas metodologias vão sendo criadas; às vezes, confundem-se com as próprias pesquisas.

A construção da Ciência é, antes de tudo, um acontecimento que se manifesta dentro de um contexto histórico e social, por conseguinte, com todas as suas complexidades e possíveis limitações. Nesse ínterim, cabe reforçar a importância de se construir com o educando uma posição mais crítica e especulativa sobre a sua vida e sobre o mundo que o cerca. O estudante deve ser capaz de formar um juízo acerca dos fenômenos da natureza e dos possíveis impactos gerados pela intervenção do homem sobre ela. Informam os PCNs (PCN/MEC, 1998, p.23):

Mostrar a Ciência como elaboração humana para uma compreensão do mundo é uma meta para o ensino da área na escola fundamental. Seus conceitos e procedimentos contribuem para o questionamento do que se vê e se ouve, para interpretar os fenômenos da natureza, para compreender como a sociedade nela intervém utilizando seus recursos e criando um novo meio social e tecnológico. É necessário favorecer o desenvolvimento de postura reflexiva e investigativa, de não-aceitação, a priori, de idéias e informações, assim como a percepção dos limites das explicações, inclusive dos modelos científicos, colaborando para a construção da autonomia de pensamento e de ação.

A fim de contribuir para a construção de uma pedagogia que oriente o estudante, com vistas à autonomia e ao desenvolvimento de uma consciência de cidadania, os PCNs destacam a proeminência do ensino de História e Filosofia das Ciências nos currículos do Ensino Fundamental. Segundo o documento, a mediação entre o conhecimento aceito pela comunidade científica, as concepções prévias que os estudantes possuem das Ciências e a construção de uma discência mais autônoma e cidadã pode ser feita, a partir do uso, em sala de aula, de abordagens que contemplem o desenvolvimento de tópicos relacionados à formação histórico-filosófica das Ciências.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN/MEC, 1998, p.24):

Na história das Ciências são notáveis as novas teorias, especialmente a partir do século XVI, quando começa a surgir a Ciência Moderna, cujos resultados ampliam as relações entre Ciência e Tecnologia. O sucesso dessa parceria e o grande desenvolvimento teórico desde então provocaram inegável otimismo e confiança em relação a esses fazeres humanos, muito significativos no século passado, mas que foram revistos mais recentemente pela percepção de que também o desenvolvimento e a aplicação da ciência devem ser alvo de controle social.

Está bem clara a ideia, nos PCNs, de oferecer novos rumos à educação fundamental em nosso país. A escola brasileira deve ser capaz de oferecer condições para os jovens estudantes conquistarem uma formação, independente de sua escolaridade futura. É fundamental discutir objetivos e novos rumos ao ensino de Física. Até bem pouco tempo atrás, ensinar Física significava exclusivamente apresentar conteúdos que seriam retomados pelos estudantes, em maior profundidade, no Ensino Superior. Além disso, esses conhecimentos eram assumidos previamente nos manuais didáticos utilizados no Ensino Médio e no senso comum das pessoas. Isso significa que os conteúdos apresentados nas grades curriculares das escolas brasileiras se orientavam, em muitos casos, pelos livros didáticos à disposição no mercado e, também, pelas exigências dos exames vestibulares. Como relata Kawamura (2003, p.23):

Ensinar Física significava fazer compreender aos alunos uma série de conhecimentos, ainda que de forma resumida, que seriam mais tarde retomados de forma mais completa na continuação de seus estudos. O conjunto desses conhecimentos estava pré-determinado nos livros didáticos e no coletivo das pessoas, de uma forma tão completa que parecia não haver espaço para outras escolhas: cinemática, dinâmica, estática, eletrostática etc. Essa era a Física.

Muito mais do que apresentar conhecimentos, em muitos momentos, sem contextualização histórico-social e sem nenhuma participação dos educandos, é necessária, para o enriquecimento do processo educacional, a composição de dois fatores: a elaboração desses conhecimentos e a valorização de uma ética largamente discutida e avaliada com os alunos. Para Kawamura (2003, p.23):

[...] A educação vem, ainda que muito vagarosamente, voltando a ocupar seu espaço, pois educar é mais do que ensinar conhecimentos: é promover o desenvolvimento dos jovens, é possibilitar a construção de uma ética, é expor os valores em que acreditamos e discuti-los.

Esses saberes classicamente consagrados nas escolas e nos referidos livros textos se apresentam pobres quanto à preocupação em auxiliar o estudante a compreender o mundo onde ele está inserido e as suas tecnologias. O hiato formado entre o conhecimento ministrado pelos docentes em sala de aula e a vivência dos estudantes favorece o abandono e as altas taxas de evasão estudantis observadas nas escolas do país. Não é aproveitado o ensejo decorrente das novas e modernas tecnologias à disposição na sociedade como possíveis temas estruturadores de unidades didáticas no Ensino Médio. Segundo Kawamura (2003, p.23):

[...] ao analisarmos os livros didáticos tradicionais, diz respeito à ausência neles de muitos dos conhecimentos necessários para a compreensão do mundo contemporâneo. Não estão presentes, por exemplo, conhecimentos de Física que permitam compreender as telecomunicações, internet, telefonia celular, ou a contribuição da Física aos desenvolvimentos atuais da área de diagnóstico médico, ou, ainda a física dos fenômenos ambientais. E não se trata somente da ausência de temas relacionados à Física Moderna, mas também de aspectos cotidianos relacionados ao funcionamento dos aparelhos, como geladeiras, condicionadores de ar, motores etc.

Outra relevante questão apresentada nos PCNs é a do ensino de Ciências ser capaz de fomentar no aluno a curiosidade científica, possibilitando meios para que os educandos sejam capazes de formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais. Os estudantes devem ser incentivados a combinar observações, experimentações e registros para uma coleta de dados. Além de proporcionar uma vivência científica ao alunato, o professor pode, através de atividades experimentais, ajudar que o corpo discenti construa uma visão interdisciplinar do conhecimento científico humano. De acordo com os PCNs (PCN/MEC, 1998, p.33):

O ensino de Ciências Naturais deverá então se organizar de forma que, ao final do ensino fundamental, os alunos tenham desenvolvido as seguintes capacidades: [...] formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar; [...] saber combinar leituras, observações, experimentações e registros para coleta, comparação entre explicações, organização, comunicação e discussão de fatos e informações; [...].

Segundo os Parâmetros Curriculares, a atividade experimental possui a característica singular de comunicar valores relativos à natureza da Ciência aos educandos. Além disso, o procedimento permite ao aluno manipular dados obtidos a partir da experimentação e desenvolver habilidades de raciocínio lógico e organização. Embora a experimentação possa contribuir positivamente na construção de uma educação voltada à autonomia e à pesquisa, ela não garante que o enfoque seja produtivo. Segundo Rocha Filho et al. (2003), o educador deve proceder com cuidado a fim de não se recair em atividades experimentais tradicionais, com os populares e burocráticos relatórios. Tais relatórios são documentos formais e pouco úteis do ponto de vista educacional. Segundo Rocha Filho et al (2005, p.403):

Uma oportunidade de aprender Física através de atividades experimentais, entretanto, não garante que o enfoque seja produtivo, pois o processo pode esbarrar em métodos convencionais de cunho burocrático, como têm ocorrido, por exemplo, com os tradicionais relatórios, que são documentos formais geralmente inúteis do ponto de vista educacional. O trabalho experimental eficiente, no Ensino Médio, deve ser proposto de modo que seja atraente pela sua dinamicidade, pela sua importância e características investigativas, e nunca um nível alto de exigência documental pode ser substituído do interesse despertado no estudante.

Toda essa proposta de mudança conceitual frente ao Ensino de Ciências, com o objetivo de incentivar o desenvolvimento de competências mais voltadas ao exercício da cidadania pelo corpo discente, apresentada nos PCNs, tem respaldo na contextualização sócio-cultural dos conhecimentos científicos. O uso, em sala de aula, de abordagens que envolvam Filosofia e História das Ciências pode contribuir para a realização desse objetivo. Afirma Kawamura (2003, p.24):

Finalmente, para estabelecer com mais clareza a relação da Física com as Ciências Humanas, há que considerar-se a contextualização sócio-cultural dos conhecimentos científicos, que incluem os

aspectos históricos e sociais envolvidos na produção de seu conhecimento e no desenvolvimento tecnológico.

É nesse contexto, nutrido por um novo horizonte educacional, que se buscará a manutenção e a ampliação de um diálogo saudável entre teoria e prática pedagógica. Esse labor deverá sempre ter por base a responsabilidade da avaliação e da crítica, a fim de produzir um Ensino de Física centrado na relação professor e aluno.

### 2.3 A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS NA CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE CIÊNCIAS

É ponto comum, nas discussões e debates sobre o Ensino de Ciências, a ideia de um crescente analfabetismo científico em nosso país. Essa perspectiva tem possibilitado reflexões e diálogos acerca das possibilidades de transformação dessa realidade desmotivadora. Devido a esse contexto preocupante, alunos e professores desestimulados requerem especial atenção por parte de pesquisadores concentrados nas áreas de ensino. Para Trindade (2009, p.91):

Os problemas encontrados no ensino de ciências, com professores e alunos desmotivados, tem sido objeto de estudo das mais diversas linhas de pesquisa em educação e alvo de frequentes publicações em muitos países.

Muitas propostas e atitudes vêm sendo tomadas pelos mais variados grupos responsáveis por pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil. No panorama atual, desenvolvem-se projetos investigativos que abrangem desde o uso de novas tecnologias aplicadas ao Ensino de Física até a construção e implementação de experimentos de baixo custo financeiro para o Ensino Médio.

Atualmente, discute-se a importância da experimentação no ensino de Ciências como meio de proporcionar aos estudantes uma educação mais significativa. A atividade prática associada ao ensino de Ciências poderia instigar o interesse dos educandos pelas Ciências. Além disso, a familiarização do aluno aos procedimentos experimentais, relacionados ao conteúdo científico conceitual e tradicional, permite-lhe apreciar os limites e as possibilidades de uma teoria científica. Para Rocha Filho et al (2009, p.329):

O contato com material concreto relacionado ao conteúdo conceitual permite que o estudante preveja o comportamento dos sistemas físicos e conheça o poder de explicação da teoria, ao mesmo tempo

em que identifica suas possíveis limitações. Tudo isso contribui para a reconstrução do conhecimento e permite que o estudante elabore melhores argumentações sobre o conceito estudado, dependendo, é claro, das oportunidades que o professor proporcione para o acolhimento dessas manifestações.

No entanto, poucos experimentos e atividades investigativas dessa natureza são utilizados como recurso pedagógico no ensino de Ciências. Essa falha é observada tanto em escolas das redes públicas municipais e estaduais quanto nas escolas privadas de Ensino Médio. As possíveis causas dessa realidade envolveriam, em muitos casos, a indisponibilidade material nas escolas e a falta de preparo adequado dos docentes. Esse contexto seria responsável por um empobrecimento do ensino de ciências e a desmotivação dos estudantes em relação às carreiras científicas, conforme assinala Rocha Filho et al (2009, p.330):

As causas para a não utilização do recurso da experimentação envolvem, principalmente, a indisponibilidade material nas escolas e a falta de preparo dos professores, já que a legislação educacional dá amplas liberdades para que ambos adaptem currículos e métodos às particularidades do ensino contextualizado que se pretende. Entre os efeitos dessa deficiência estão a matematização excessiva, o empobrecimento do ensino das ciências e a desmotivação dos estudantes em relação às carreiras científicas.

Seguindo no mesmo cenário de proporcionar atividades motivadoras e capazes de ajudar a construir uma atitude científica junto aos alunos, destaca-se a introdução da História das Ciência como importante recurso na edificação de uma educação científica. Nesse contexto, a utilização de uma abordagem histórico-filosófica das Ciências poderia proporcionar ao aluno uma visão mais humanizada do processo de construção das Ciências, salientando, portanto, suas limitações enquanto resultado da produção criativa humana.

Contudo, encontram-se dificuldades básicas ao desenvolvimento dessa proposta: há poucos historiadores das Ciências e os professores universitários não costumam dar importância aos estudos históricos relacionados ao conhecimento científico. Ainda, ao se deixarem de lado os aspectos sociais, históricos e culturais da Ciência, peca-se na capacitação de professores e alunos. Essa realidade dificulta que docentes e discentes possam construir uma concepção mais crítica do saber científico, de suas limitações e possibilidades. Afirma Trindade (2009, p.92):

Ao desconsiderar os estudos sobre os processos de construção das ciências em suas dimensões históricas, sociais e culturais, os

professores deixam de se capacitar para elaborar uma crítica adequada ao saber científico, ao seu próprio saber e ao saber que transmitem. Em outras palavras, acabam apenas retransmitindo resultados da pesquisa científica, o que difere do ensino científico.

Esse panorama permite algumas oportunas considerações. De acordo com Trindade (2009), o Ensino de Física baseado nesse modelo de retransmissão do conhecimento incentiva a manutenção da ideia da Ciência construída linear e cumulativamente a partir de um método científico infalível. Além disso, os agentes responsáveis pelo aparecimento dessas *verdades absolutas*, os cientistas, seriam seres acima das possibilidades dos humanos comuns, figuras que mais se assemelham a uma representação mitológica do que humana. A mitificação do conhecimento científico, bem como a da imagem do cientista, contribuem para a manutenção da ideia dogmática de que a Ciência representa a verdade absoluta. Segundo Trindade (2009, p.92):

Tal postura leva a endossar a idéia de que a ciência é atemporal, desvinculada das necessidades humanas, que progride de modo linear e cumulativo, existindo acima da moral e da ética, e neutra no que diz respeito as suas consequências. Além disso, traz consigo a imagem de que a ciência é um repositório de certezas e verdades.

O horizonte descortinado em pesquisas voltadas à investigação das concepções que os educadores têm sobre Ciências revela que ainda existe um consenso empirista sobre às Ciências por parte do professorado. Esse fato acena para a manifestação possível desse efeito no ensino de Ciências nas escolas. Fica muito clara a necessidade de reestruturar a maneira de se conceber epistemologicamente as Ciências, quer seja na academia, quer seja no Ensino Médio. De acordo com Harres (1999, p.92):

[...] Esta coerência reforça a suposição da existência de um modelo didático absolutista que integra racionalismo e empirismo (Toulmin 1977). Os professores parecem apresentar, independente da metodologia utilizada (Porlán, 1989 e Mellado, 1997), uma concepção empirista sobre a natureza da ciência e uma concepção racionalista sobre a forma de ter acesso a ela, isto é o seu ensino.

Faz-se necessária, a fim de se estruturar uma pedagogia voltada à construção do conhecimento e que preze pelo fomento da autonomia dos educandos, uma reorganização nos currículos vigentes nas escolas responsáveis pela formação de professores. Não se pode esquecer, ainda, que tais

transformações devem ter reflexos imediatos nas instituições de Ensino Médio. Afirma Aguiar Jr (1998, p.110):

Vários autores têm identificado nos currículos atuais uma ênfase exagerada aos aspectos declarativos e proposicional [sic] em detrimento dos aspectos procedurais do conhecimento científico (Matthews, 1994, Osborne, 1996; Millar, 1996). Tais apelos concentram-se no valor da ciência e, portanto, na variedade de métodos e práticas que legitimam seus resultados. Um ensino de ciências voltado para a compreensão de todos deve abranger não apenas a aprendizagem de conteúdos fundamentais de ciências mas sobretudo a aprendizagem sobre ciências. Dessa forma, a educação científica deve estar comprometida com a racionalidade, o pensamento crítico (capacidade de compreender e examinar argumentos, hipóteses e teorias) e a objetividade.

A partir do que foi exposto nas precedentes linhas, pode se perceber que a prática do ensino de História e Filosofia das Ciências se mostra importante e salutar, pois permite uma visão mais refinada dos processos de ensino-aprendizagem da Ciência, qualifica a intervenção do professor em sala de aula e permite evitar visões distorcidas sobre o fazer científico (MARTINS, 2007). Deve-se atentar, ainda, para o fato de que criar condições para que estudantes universitários recebam instrução e treinamento relacionado ao conhecimento histórico e filosófico das Ciências não garante o exercício desses saberes nas salas de aula do Ensino Médio. Inclusive, segundo MARTINS (2007), embora seja quase uma unanimidade a importância da presença e da contextualização da História e da Filosofia das Ciências nos currículos e na prática docente, além de seu vínculo aos livros didáticos, sua elaboração e utilização com qualidade no Ensino Médio é de difícil execução. Um ponto que sustenta essa observação, como já foi discutido antes, relaciona-se ao fato de nosso ensino ter, ainda, forte direcionamento ao ingresso ao Ensino Superior. Esse contexto reforça o uso de metodologias pedagógicas, em muitas escolas brasileiras, direcionadas aos exames vestibulares. Segundo Martins (2007, p.128):

Existe, por exemplo, a questão dos exames vestibulares e dos conteúdos exigidos pelas escolas, aos quais os indivíduos sentem-se presos. Para esse tipo de problema [...], a produção de materiais didáticos (que, inclusive, tem crescido em quantidade e qualidade) não é a solução.

A construção de um conceito sobre Ciências não deve ser feita através de ideias ingênuas propostas aos alunos como ilustração, como curiosidade científica sobre um determinado assunto. Isso contribui para a disseminação de um

anedotário específico sobre o fazer científico e sobre o cientista. É recorrente, em muitos livros didáticos utilizados no Ensino Médio, a referência a fatos tidos como *históricos* e que reforçam as questões levantadas preliminarmente (Newton e a maçã, Galileu e o experimento na torre de Pisa, Arquimedes e a coroa do rei Hierão entre tantos outros casos). Cumpre aqui salientar que se defende a implementação de uma História e Filosofia das Ciências contextualizada, significando que os saberes devem estar integrados ao seu momento histórico-social. Não se busca encarar essa prática pedagógica como ferramentário *internalista*, onde os educandos são defrontados com questões epistemológicas que não conseguem sequer levantar. Afirma Trindade (2009, p. 94):

No ensino médio, como vimos, não se privilegia a discussão sobre tópicos da história da ciência. Ao contrário, se aparecem são concebidos como uma coleção de curiosidades científicas, eventualmente utilizadas como fonte de exemplos, quando não como um conjunto de anedotas mostrando Arquimedes correndo nu pelas ruas gritando *eureka*, Newton sentado sob uma macieira em quanto maçãs caem sobre sua cabeça, sem falar na incrível história dos átomos que pretende buscar na grécia antiga a sua origem.

Mesmo reconhecendo as dificuldades inerentes a uma abordagem externalista, assume-se que a construção de uma proposta pedagógica séria, que considere na prática o ensino de História e da Filosofia das Ciências, deve contemplar em seu eixo de ação fatores epistemológicos, sociais e econômicos. Imprescindível o desenvolvimento de estudos historiográficos apropriados a esse propósito.

#### 2.4 A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS NO APRENDIZADO DE FÍSICA

Como anteriormente referido, percebe-se, nos últimos anos, a preocupação de alguns países com os elevados graus de evasão escolar, tanto de alunos quanto de professores, bem como com as crescentes taxas de analfabetismo científico presentes em suas populações. Esses países, onde se incluem a Inglaterra e os Estados Unidos, vêm incentivando a construção de currículos para o Ensino Fundamental e Ensino Médio que contemplem uma abordagem histórica, filosófica e Sociológica no Ensino de Ciências (MATTHEWS, 1995).

As possíveis razões para essa crise não são de simples diagnóstico, não obstante, pode-se conjecturar que a matematização excessiva da Ciência no Ensino

Fundamental e no Ensino Médio tem contribuído para essa distensão na relação entre o conhecimento científico e os estudantes. Esse enfoque matemático assumido em disciplinas como a Física pode produzir efeitos nocivos no que diz respeito ao entusiasmo dos estudantes com o aprendizado de Ciências devido à falta de significado em suas aprendizagens desses saberes. De acordo com Rocha Filho et al.(2003, p. 228):

[...] abordagens descritivas ou qualitativas nem sempre são incluídas como complemento à aplicação de fórmulas, é possível que uma parcela dos estudantes adquira habilidades limitadas à realização mecânica dos cálculos envolvendo resistividade e associações de resistores, sem que ocorra a apropriação da fenomenologia correspondente.

Quintal (2009) comenta que as mudanças que se observaram nos currículos escolares dos países chamados desenvolvidos, na década de oitenta, originaram reflexos nos países ditos em desenvolvimento. As pressões impostas por instituições como o Banco Mundial aos *emergentes* forçaram o desenvolvimento de reformas na Educação e no Ensino desses países. No Brasil, essa pressão se manifesta no incremento dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), dentre uma série de medidas assumidas pelo governo brasileiro. Para Quintal et al.(2009, p. 76):

Essa crise que levou os Estados Unidos e vários outros países da Europa a reformularem suas diretrizes educacionais na década de 80, também obrigou os países subdesenvolvidos a fazerem suas reformas, as quais seriam fatores condicionantes para o envio de verbas do Banco Mundial, para esses países.

Assim, na mesma linha do desenvolvimento de propostas curriculares que possam ser mais atraentes aos estudantes de Ciências, os PCNs favorecem a construção de uma ótica mais contextual do conhecimento científico. O conhecimento humano pode ser pensado como um sistema dinâmico e complexo que, em muitos momentos, se desenvolve às custas de rupturas conceituais profundas. É saudável produzir um Ensino de Física onde se privilegie metodologias que envolvam os vários matizes e nuances da cultura humana. Um bom exemplo de como o desenvolvimento científico é não trivial e de grande complexidade pode ser encontrado nos primórdios da construção da teoria eletromagnética.

Costuma-se datar o início do eletromagnetismo no ano de 1820, quando Hans Christian Öested teria observado acidentalmente a interação entre a corrente elétrica circulante em um condutor e uma agulha de bússola. Obviamente essa interpretação

do nascimento do eletromagnetismo baseada na sorte é um tanto ingênua. Em 1819, Öersted obtivera resultados negativos ao tentar observar a deflexão de uma bússola frente a um condutor percorrido por corrente. A dificuldade na observação do efeito residia no fato de se acreditar, na época, que as forças da natureza deveriam ser centrais, assim como a força gravitacional. Além disso, deve-se complementar que Öersted desenvolveu suas atividades científicas apoiando-se na ideia filosófica de que a natureza era um todo orgânico harmônico de uma alma ativa, geradora das forças naturais, como os alemães Schelling e Ritter preconizaram à época. Era a *Naturphilosophie* que se opunha ao forte mecanicismo newtoniano vivido naquele momento histórico. Os estudos feitos pelo dinamarquês Hans Öersted foram vistos com uma aura de grande incredulidade a partir do relato de suas observações sobre os efeitos da corrente galvânica em agulhas de bússolas em toda a Europa. Essa incredulidade ocorreu graças à dificuldade de se aceitar um campo magnético com geometria circunferencial ao condutor.

Além disso, um panorama que contemple a construção de uma consciência mais profunda sobre a Ciência e a figura do cientista, deixando de lado mitos e dogmas construídos a partir de uma visão romântica do conhecimento científico, pode ajudar na formação de uma experiência científica mais rica por parte dos estudantes.

Como comenta Martins (2006, p.23):

A História das Ciências nos apresenta uma visão a respeito da natureza da pesquisa e do desenvolvimento científico que não costumamos encontrar no estudo didático dos resultados científicos (conforme os apresentados nos livros-texto de todos os níveis). Os livros didáticos enfatizam os resultados aos quais a ciência chegou – as teorias e conceitos que aceitamos, as técnicas de análise que utilizamos – mas não costumam apresentar alguns outros aspectos da ciência. De que modo as teorias se desenvolvem? Como os cientistas trabalham? Quais as idéias que não aceitamos hoje em dia e que eram aceitas no passado? Quais as relações entre ciência, tecnologia e religião? Qual a relação entre o desenvolvimento do pensamento científico e outros desenvolvimentos históricos que ocorreram na mesma época?

Percebe-se que o incentivo ao desenvolvimento de uma abordagem mais histórica e filosófica das Ciências pode promover uma educação de maior qualidade em nosso país, voltada para o desenvolvimento de cidadãos mais autônomos e atuantes, como preconizam os Parâmetros Curriculares Nacionais. As vantagens desse empreendimento são muitas: torna mais atrativo e acolhedor o contato dos alunos com as Ciências; permite que se promova o diálogo entre os várias saberes

científicos, incentivando, com isso, a interdisciplinaridade; ajuda a promover a quebra com o paradigma da Ciência absoluta, uma vez que estabelece bases historiográficas seguras para o questionamento do conhecimento científico, mutável durante toda a sua construção social e histórica. Segundo Matthews (1995, p.165):

A história, a filosofia e a sociologia da ciência não têm todas as respostas para essa crise, porém possuem algumas delas: podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; [...].

Ressalta-se o fato de que um Ensino de Ciências que favoreça abordagens históricas e filosóficas pode constituir fator decisivo na formação de professores mais conscientes do papel epistemológico do conhecimento científico e do seu lugar no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995).

Como já foi afirmado, uma proposta de currículo que valorize a História e a Filosofia das Ciências, tanto para alunos quanto para professores, chama a atenção para um aspecto peculiar do tema: os educandos não devem apenas aprender os conteúdos tradicionais das Ciências, mas antes, serem estimulados na compreensão acerca da *natureza das Ciências*. Na visão de Matthews (1995, p. 166).

Os que defendem HFS tanto no ensino de ciências como no treinamento de professores, de uma certa forma, advogam em favor de uma abordagem “contextualista”, isto é, uma educação em ciências, onde estas sejam ensinadas em seus diversos contextos: ético, social, histórico, filosófico e tecnológico; o que não deixa de ser um redimensionamento do velho argumento de que o ensino de ciências deveria ser, simultaneamente, em e sobre ciências. Para usar a terminologia adotada pelo Currículo Nacional Britânico, os alunos de primeiro e segundo grau devem aprender não somente o conteúdo das ciências atuais, mas também algo acerca da Natureza da ciência.

De acordo com o que foi desenvolvido, pode-se notar que existem argumentos sólidos que corroboram o uso e a construção de currículos centrados num desenvolvimento integral dos alunos. Para tanto, é essencial a elaboração de metodologias valorizadoras dos contextos histórico, cultural e social das Ciências.

Não obstante, muitas dificuldades são encontradas pelos educadores que se propõem a esse mergulho profundo nas próprias origens epistemológicas do conhecimento científico. Além das mentalidades conservadoras encontradas em todos os níveis educacionais, que vêem novas propostas pedagógicas como utopias teóricas, a promoção dessa prática de ensino de Ciências estruturada num contexto histórico-filosófico se depara com a carência de materiais didáticos adequados, principalmente, para uso no Ensino Médio.

## 2.5 PSEUDO-HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E SUAS CONSEQUÊNCIAS

A introdução de abordagens históricas e filosóficas no Ensino de Ciências tem o potencial de viabilizar um entendimento mais plausível e menos distorcido da complexidade envolvida na construção da própria Ciência. A abordagem de temas relacionados aos supostos fatos históricos estão presentes em muitos dos livros didáticos brasileiros. No entanto, deve-se salientar que, em muitos casos, esses materiais oportunizam uma visão distanciada do processo de elaboração dos saberes científicos. Tais textos são impregnados de um discurso baseado no senso comum no que se refere ao conhecimento histórico e filosófico das Ciências. Como fundamentado antes no trabalho, esses manuais didáticos reforçam a crença na existência de um método científico infalível e composto de etapas bem determinadas e definidas. Além disso, formula uma imagem dos cientistas que é distante da realidade humana, o que ajuda na formação de uma perspectiva mítica da Ciência e do cientista. Afirma Martins (2005, p.25):

A física, como todas as ciências, desenvolve-se gradualmente ao longo do tempo, passando por crises, avanços e retrocessos, fracassos e sucessos. A história da ciência procura conhecer e compreender as transformações pelas quais a física passa ao longo do tempo. A versão mais ingênua da história da física é a de que, em certos momentos, aparecem grandes gênios que vêem aquilo que outros não haviam visto, propõem grandes teorias e mudam o desenvolvimento do pensamento humano. Essa é uma visão simplista e equivocada, com importantes consequências (negativas) para a compreensão da própria natureza da ciência.

A concepção de que existe uma irrefutabilidade por trás de fatos explicados cientificamente é corrente no senso comum do imaginário popular. Esse pressuposto é reforçado pela crença de que a Ciência se embasa em um rigoroso método. Grosso modo, o método científico é apresentado aos estudantes no ensino brasileiro

como um algoritmo que garante ao pesquisador encontrar respostas às *verdades* ocultas sob o véu da ignorância. É constituído, segundo muitos autores, de algumas etapas: observação cuidadosa e repetida do fenômeno, formulação de hipóteses a serem testadas, experimentação (no intuito de testar hipóteses), coleta de dados e estabelecimento de relações (tabelas, gráficos) que é seguida do estabelecimento de conclusões, isto é, dos resultados científicos.

Muitas críticas a essa ideia romântica a respeito do processo de investigação científica podem ser formuladas. Uma delas se refere à premissa de que o conhecimento científico inicia na observação dos fatos naturais. Observar pressupõe focalizar a atenção em determinada questão que instigue o investigador. Essas questões referidas anteriormente e que prendem a atenção do cientista são precedidas de teorias e de ideologias. Não há observação destituída de um contexto conceitual anterior. Portanto, a fim de observar algo, o cientista faz uso de uma gama de concepções e experiências prévias que podem norteá-lo no ato de esquadrihar e refletir sobre a natureza. As teorias científicas, na ideia popperiana, são construções que envolvem em sua origem aspectos não completamente racionais. Tentativas de se criar perspectivas na busca de se entender e se descrever a realidade.

De acordo com Moreira e Ostermann(1993, p.113):

O método científico não começa na observação, pois ela é sempre precedida de teorias. A observação depende da teoria; nem o mais puro, ou o mais ingênuo cientista, observa algo sem ter a cabeça cheia de conceitos, princípios, teorias, os quais direcionam a observação. O relato da observação também está impregnado de teoria. A observação não pode ser o ponto de partida para o novo conhecimento, pois observar implica dirigir a atenção para alguns aspectos da realidade. Desta forma, a observação pressupõe um sistema de expectativas, algo teórico que se antecipa e decide, a priori, em quais aspectos da realidade focar a atenção. Além disso, o ato de observar é influenciado pelo conhecimento prévio e está impregnado de teorias.

Outra crítica que se permite fazer à irrefutabilidade do conhecimento científico gerada pelo *método científico* é quanto ao seu caráter *algorítmico*. A gênese e o desenvolvimento do pensamento científico estão impregnados de acertos e desacertos, de conflitos e conjecturas, fracassos e novos recomeços. Não há, a priori, uma receita infalível, mas uma metodologia que está repleta de características humanas do pesquisador que se propõe a construir uma visão do mundo. Para Moreira e Ostermann (1993, p.114).

O método científico não é um procedimento lógico, algorítmico, rígido. Em outras palavras, o método científico não é uma receita, uma seqüência linear de passos que necessariamente conduz a uma descoberta ou, pelo menos, a uma conclusão ou a um resultado. Na prática, muitas vezes, o cientista procede por tentativas, vai numa direção, volta, mede novamente, abandona certas hipóteses porque não tem equipamento adequado, faz uso da intuição, dá chutes, se deprime, se entusiasma, se apega a uma teoria. Enfim, fazer ciência é uma atividade humana, com todos os defeitos e virtudes que o ser humano tem, e com muita teoria que ele tem na cabeça.

Um último acento se faz necessário na elaboração desses juízos relativos ao conceito simplista que se faz acerca do conhecimento científico e seu método: a indução permite que, a partir de fatos locais, sejam derivadas leis universais? Esse é um aspecto interessante e instigante de se investigar, segundo Popper. Segundo os indutivistas, seria possível justificar logicamente a obtenção de leis e de teorias científicas a partir dos fatos. No entanto, há leis universais certamente verdadeiras ou provavelmente verdadeiras? Para Karl Popper, a resposta é negativa. A lógica dedutiva não retransmite a verdade, isto significa que o confronto da teoria com as asserções de teste nunca é direta. Nas palavras de Silveira (1996): “Não importando quantas “confirmações” de uma teoria tenham sido obtidas, é sempre logicamente possível que no futuro se derive uma conclusão que não venha a ser confirmada [...] é possível de premissas falsas se obterem conclusões verdadeiras.”

Está cada vez mais presente nos livros didáticos referências à História e à Filosofia das Ciências. Entretanto, essas aparições são, na maioria das vezes, repletas de estereótipos relacionados ao fazer científico e à imagem do cientista. Como referido, essas pseudo-histórias ajudam a promover falsas ideias sobre a Ciência. Na visão de Allchin (2004, p.179, tradução nossa):

A pseudo-história, como a pseudociência, utiliza os fatos de maneira seletiva, forjando imagens enganosas – nesse caso, sobre a natureza da ciência. Refiro-me, em particular, às histórias que apresentam os cientistas de forma romântica, supervalorizam suas descobertas, e simplificam demais o processo de construção científico.<sup>1</sup>

A idealização é um dos artifícios presentes na maioria das reconstruções de fatos científicos ditos *históricos*. Situações e pesquisas científicas realizadas durante um longo período de tempo e que contaram com a participação de um grande grupo

---

<sup>1</sup> Pseudohistory, like pseudoscience, uses facts selectively and so fosters misleading images – in this case, about the nature of science. I refer, in particular, to stories that romanticize scientists, inflate the drama of their discoveries, and oversimplify the process of science.

de pesquisadores são apresentadas como o resultado do trabalho de um único *gênio*, com data bem determinada. Uma vez que essas pseudo-histórias destacam apenas aspectos positivos relacionados ao labor científico, deixa-se de lado uma nuance importante do processo de construção científico: o caráter humano intrínseco em seu cerne.

Um exemplo de pseudo-história comum nos livros utilizados no Ensino Médio brasileiro refere-se ao caso de Arquimedes e a coroa do rei Hieron II de Siracusa. A *história* é bem conhecida dos professores secundaristas que costumam utilizá-la, na maioria das vezes, como recurso didático em suas exposições sobre Hidrostática. De acordo com Martins (2005, p.185):

Além de ser historicamente sem fundamento, essa história passa uma visão falsa sobre Arquimedes e sobre a Ciência em geral. Dá a impressão de que a Ciência evolui por acidentes, e que Arquimedes nada mais foi do que uma pessoa esperta e excêntrica. Na verdade, Arquimedes foi um excelente matemático, que deu grandes contribuições à estática e à hidrostática e que, através desses conhecimentos, tinha condições de determinar um modo adequado de avaliar se ocorreu ou não uma falsificação na coroa do rei Hieron.

É também muito familiar aos estudantes o famoso episódio entre Newton e a maçã, referente aos estudos de Isaac Newton sobre a gravitação. A anedota é muito frequente nas aulas de Física e dificilmente desconhecida dos professores. A explicação para a utilização desse fato jocoso em sala de aula e usado por muitos docentes reside na possível tentativa de motivar seus alunos nos estudos de Física. Os professores geralmente utilizam a pseudo-história das Ciências para justificar a descoberta da Gravidade por Newton. Para Martins (2006, p.186):

A gravidade já era muito bem conhecida (e já tinha nome), antes de Newton. Como Newton já estava pensando há bastante tempo sobre o assunto, a maçã apenas desencadeou uma série de idéias – mas elas poderiam ter surgido sem a queda da maçã. O mais importante foi todo o estudo de Newton ocorrido antes do episódio da maçã. Sem isso, nada de relevante poderia ter sido desencadeado pela queda da fruta. Além disso, se Newton tivesse apenas tido uma idéia e se contentado com isso, ele não teria dado uma contribuição importante à ciência.

O conhecimento científico é um processo de construção humano, sujeito às condições e características próprias da nossa espécie. Não afirma e nem constrói verdades absolutas, no entanto, permite constante renovação e frescor de ideias. Muito mais do que fatos sem uma correlação apropriada com a História da Ciência,

as pseudo-histórias, segundo Allchin (2004), comprometem a compreensão que os estudantes fazem das Ciências e de sua construção, sendo tão prejudiciais à formação de uma mentalidade científica que podem ser consideradas pseudociência. De acordo com Allchin (2004, p.188, tradução nossa).<sup>2</sup>

Pseudo-história da ciência é pseudociência. Como a pseudociência, transmite falsas idéias sobre as ciências. Entretanto, diferente da pseudociência, que tipicamente lida com fatos ou conceitos, a pseudo-história diz respeito a idéias enganosas sobre a natureza das ciências

Uma indagação naturalmente surge da análise apresentada até então: Há algum tipo de manipulação ideológica existente na apresentação desses fatos pseudo-históricos? Não há subsídios suficientes que permitam afirmar positivamente, no entanto, essa aproximação das Ciências Naturais dos alunos através de pseudo-histórias e mitos científicos contribui, em larga cota, para o estabelecimento de uma espécie de analfabetismo científico. Muito mais grave do que o desconhecimento de determinada teoria ou ideia científicas, a concepção equivocada dos processos relacionados ao fomento e à implementação da Ciência dificultam a possibilidade do educando compreender o aspecto cultural e social das Ciências, bem como suas mais profundas implicações éticas.

## 2.6 A EDUCAÇÃO E A TEORIA SOCIO-HISTÓRICA DE VYGOTSKY (BREVES COMENTÁRIOS)

A teoria de Vygotsky (1896-1934), nas últimas décadas, vem sendo amplamente debatida em educação. Com a abertura política na década de 80, o ensino no Brasil começa a receber a influência de epistemologias que estimulam a investigação de temas relacionados, por exemplo, à maneira pela qual se constrói o conhecimento. Esse fato constitui um contraponto à intensa manifestação behaviorista, principalmente representada pela psicologia de Skinner (1904-1990) e outros psicólogos comportamentalistas estadonidenses, no cenário político-educacional brasileiro dos anos 70. Lembra-se que a referida década de 70 fora marcada pelo regime e ditadura militar no Brasil. A educação brasileira passa a priorizar, no

---

<sup>2</sup> Pseudohistory of science is pseudoscience. Like pseudoscience, it conveys false ideas about science. But unlike pseudoscience, which typically deals with facts or concepts, it concerns misleading ideas about the *nature of science*.

processo ensino-aprendizagem, aspectos como a relação estímulo e resposta, bem como reforço e punição. Afirma Lima (2000, p.221):

Nessa perspectiva, o conhecimento passa a ser compreendido como uma cópia do real e o papel do professor será o de transmitir o conhecimento, depositando-o na mente do aluno. Nesse momento histórico, disciplinas como Filosofia são banidas do currículo e essa nova perspectiva promove mudanças radicais na educação, consolidando o tão conhecido – e criticado pelos estudiosos do construtivismo – "modelo tradicional de educação".

Por conseguinte, essa conjuntura histórica é importante para se entender a introdução da teoria de Vygotsky no Brasil. O pensamento vygotkiano, um pouco mais tarde do que a teoria de Piaget, passou a ser discutido e divulgado no país no final dos anos 80 e início dos anos 90. Cabe lembrar que Lev Vygotsky foi contemporâneo à Revolução Russa de 1917 e sua proposta era estabelecer as bases de uma psicologia marxista, isto é, transpor o marxismo do nível filosófico para o nível psicológico. Sua teoria é essencialmente dialética, portanto, põe em perspectiva a tese e a sua negação no intuito de produzir, do processo, algo fundamentalmente novo, uma síntese.

Vygotsky se apoia no pensamento marxista para entender a filogenia humana a partir de dois aspectos: a evolução biológica influenciada pela Teoria da Evolução de Darwin e Wallace e a evolução histórica embasada no materialismo dialético.

De acordo com Lima (2000, p.222):

O próprio Vygotsky inúmeras vezes teceu elogios a tal teoria em seus escritos. Essa identificação com Darwin também se constituiu como um elemento importante em relação às críticas ideológicas levantadas à sua teoria, as quais afirmavam que esta tinha uma visão biologizante do homem. Dessa forma, uma primeira idéia de síntese que podemos, aqui, nos referir, diz respeito ao homem enquanto ser biológico e histórico, numa análise darwiniana e marxista.

Em linhas gerais, de acordo com Lima (2000), resumem-se algumas das principais ideias de Vygotsky sobre o desenvolvimento das Funções Mentais Superiores e suas implicações educacionais: A relação entre o indivíduo e a sociedade é tipicamente dialética e, a partir dela, desenvolvem-se as características humanas. As funções psicológicas superiores (tipicamente humanas), então, originam-se das relações entre o indivíduo e seu contexto sociocultural. O cérebro constitui a base biológica das funções mentais, no entanto, ele é mutável e se pode falar em uma plasticidade cerebral. A relação entre o indivíduo e o mundo é

mediada, isto é, o conhecimento não se dá a partir da interação direta sujeito-objeto. Vygotsky propõe a ideia de mediação simbólica, feita a partir de instrumentos e signos. Como esclarece Lima (2000, p.222):

Por "instrumentos" ele entende os objetos do mundo físico, que medeiam a ação – e transformação – do homem sobre a natureza. A possibilidade de transformação desta pelo homem seria infinitamente menor se ele não houvesse desenvolvido e aprimorado os instrumentos que auxiliam a sua intervenção no mundo. [...] Dessa forma, podemos afirmar que o homem se constrói historicamente à medida que constrói o mundo, e que o trabalho é o motor dessa transformação.

Os signos seriam as *ferramentas* psicológicas, mediando o próprio pensamento. O signo fundamental seria desempenhado pela linguagem, pois ela pode representar simbolicamente desde objetos a eventos. A linguagem tem condições, nesse aspecto simbólico, de representar uma ausência e terá, por conseguinte, a função de propiciar o intercâmbio social e o pensamento generalizante. A linguagem, mais do que comunicar um pensamento, segundo Vygotsky, organiza-o e o estrutura. De acordo com Lima (2000, p.223):

Em Vygotsky, essa estruturação dá-se de forma diferente. Pensamento e linguagem têm raízes distintas. Dessa forma, pode-se falar em pensamento sem linguagem (fase pré-verbal do pensamento) e de linguagem sem pensamento (fase pré-intelectual da linguagem). Num dado momento do desenvolvimento infantil (aproximadamente em torno dos dois anos de idade), ambos os processos encontram-se, passando a caminhar de forma espiralada e interdependente.

Em tal contexto, a escola aparece como elemento mediador na apropriação, pelo indivíduo, dos saberes e conhecimentos historicamente construídos pela humanidade. Ainda, os conhecimentos cotidianos dos estudantes favoreceriam o desenvolvimento dos conceitos científicos, e os referidos conhecimentos produzidos pela Ciência dariam maior poder de abrangência e de generalização aos conceitos cotidianos. Para Lima (2000, p.225):

A escola é uma instituição imprescindível, pois o contato com o conhecimento científico e sua sistematização desempenha um papel fundamental no desenvolvimento das funções mentais superiores. Se considerarmos a relevância deste debate para a educação, percebemos que a escola freqüentemente descontextualiza os conceitos por ela trabalhados, não levando em consideração que o aluno tem um acervo de experiências e conhecimentos anteriores – desenvolvidos no cotidiano escolar e extra-escolar – que deveria

servir como suporte para a construção de novos conhecimentos. Além do mais, os novos conceitos elaborados precisam ser funcionais, de acordo com a reflexão atual em Psicologia, Pedagogia e Didática, [...] Ou seja, o aluno necessita entender o porquê e para quê daquele conhecimento: a aprendizagem é sempre no sentido transitivo.

Como se percebe, Vygotsky propõe uma análise complexa e sofisticada relativa aos processos de desenvolvimento e de aprendizado. O conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal resume a importância do enfoque da interação entre alunos e professor na sala de aula. Entende-se a Zona de Desenvolvimento Proximal como a distância entre o que o aluno é capaz de realizar sozinho, isto é, o que já consolidou em seu desenvolvimento, e aquilo que ele não pode fazer sozinho, mas consegue realizar na interação com o outro mais experiente (LIMA, 2000).

Então, cabe destacar que a escola tem papel importante na valorização e no incentivo do respeito às diferenças no ambiente escolar e da significativa aprendizagem que pode ser construída dessa interação. A troca de experiências entre alunos com diferentes Zonas de Desenvolvimento Proximal pode proporcionar uma interessante cadeia de permutas e reestruturações de conceitos, podendo propiciar uma aprendizagem mais significativa aos estudantes.

### **3 METODOLOGIA**

Nos meses de maio e de julho de 2011, alunos da terceira etapa do Ensino Médio, do Colégio Unificado (Sede Canoas e Sede Centro), envolveram-se no projeto de investigação referente à unidade didática apresentada no Apêndice A. A unidade didática foi construída tomando-se como referencial teórico a teoria socio-histórica de Vygotsky. Foram usados um pré-teste e um pós-teste, bem como um questionário final. O material utilizado sobre História e Filosofia das Ciências foi extraído do livro “Os Sonâmbulos”, de Arthur Kostler. A avaliação dos resultados foi qualitativa, a partir da porcentagem de acertos dos alunos aos testes propostos.

#### **3.1 DESCRIÇÃO SUCINTA DA ATIVIDADE PLANEJADA**

A atividade foi previamente preparada pelo acadêmico Lucius Rafael Sichonany Samuel, sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Maria Emília Baltar Bernasiuk, desde o início do semestre (2011/1), como parte importante no desenvolvimento do trabalho de conclusão do curso de Licenciatura em Física. Era prevista a aplicação de uma unidade didática com os objetivos de aproximar os conteúdos estudados pelos alunos da História e Filosofia das Ciências, analisar como os alunos do Ensino Médio vivenciam a introdução da História e da Filosofia das Ciências como ferramenta educacional e investigar as concepções dos alunos sobre o tema proposto. Os alunos, durante toda a aplicação da unidade didática, foram orientados pelo acadêmico sobre como a atividade planejada iria ser desenvolvida. Importante apontar que houve espaço à reflexão e ao diálogo, entre professor e alunos, no decorrer do processo. Os resultados obtidos, a partir das avaliações propostas aos estudantes, estão registrados no capítulo 3.

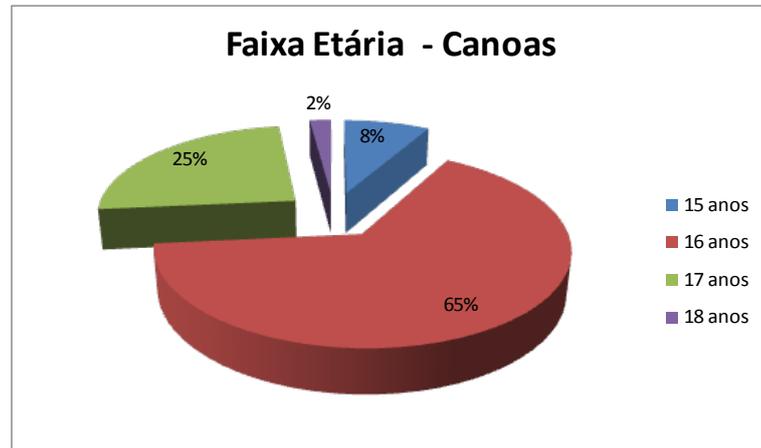
#### **3.2 RELATOS DA ATIVIDADE EFETIVAMENTE REALIZADA**

##### **3.2.1 Perfil dos alunos**

Os alunos que participaram da atividade eram todos estudantes da terceira etapa do Colégio Unificado. Uma parte desses educandos estava matriculada na sede Canoas, localizada na Rua Mathias Velho, 185, centro da cidade de Canoas (RS). Os

estudantes oriundos da sede Canoas pertenciam a duas turmas do terceiro ano da escola, perfazendo um total de 53 alunos. A figura abaixo mostra a distribuição dos alunos, em faixa etária, matriculados na escola e que participaram do projeto.

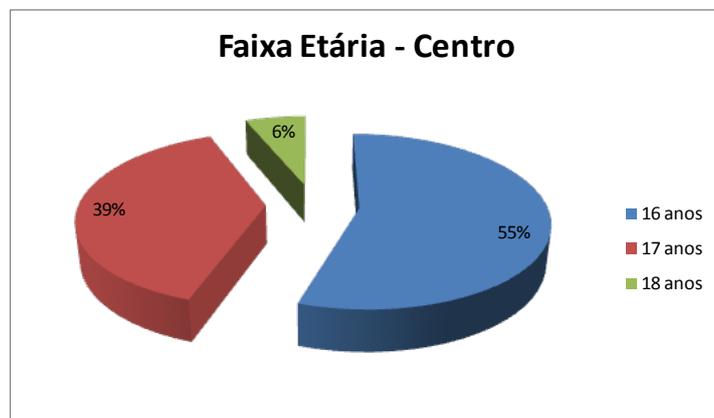
**Figura 1 – Faixa etária dos alunos da sede Canoas**



Fonte: Lucius (2011).

Além disso, outra parte dos estudantes que participaram da investigação frequentava regularmente o Colégio Unificado na sede Centro, localizado na Avenida Alberto Bins, 467, centro da cidade de Porto Alegre. Os estudantes matriculados na sede Centro pertenciam a duas turmas do terceiro ano da escola, num total de 56 alunos. A figura a seguir mostra a distribuição dos alunos, em faixa etária, matriculados na escola e que participaram do projeto.

**Figura 2 - Faixa etária dos alunos da sede Centro**

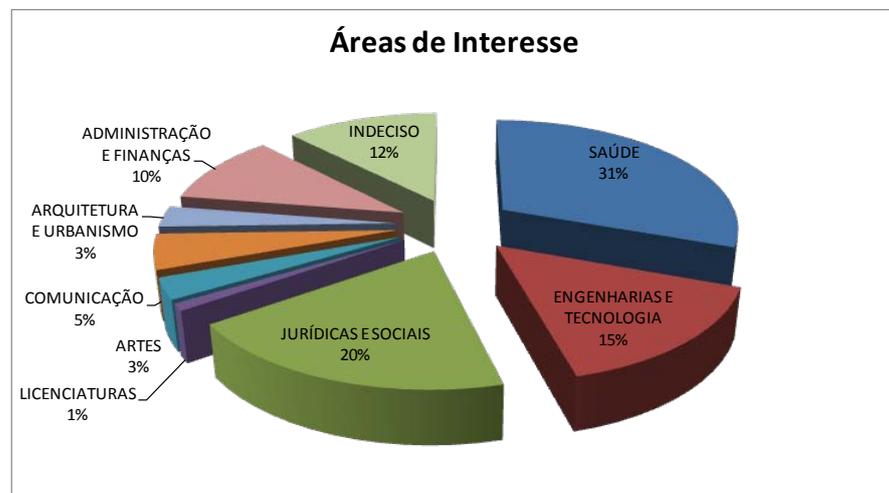


Fonte: Lucius (2011).

Uma parte dos estudantes (sede Canoas) comprometidos com o projeto mostrou uma grande disposição em participar das atividades e do projeto de

pesquisa apresentados pelo professor. Ao serem consultados sobre o que pensavam fazer após o término do Ensino Médio, os alunos responderam, em larga escala, que pretendiam prestar exame vestibular e, assim, continuar sua formação no Ensino Superior. Entretanto, muitos se mostraram indecisos sobre o curso universitário a escolher. A figura abaixo mostra a distribuição dessas preferências para o total de alunos pesquisados nas duas sedes do Colégio Unificado.

**Figura 3 – Áreas de interesse dos estudantes**



**Fonte: Lucius (2011).**

Já quanto aos estudantes da sede do Centro, nem todos os envolvidos na atividade se mostraram dispostos e receptivos ao desenvolvimento do projeto. A atitude de motivação e de interesse com os assuntos apresentados pelo professor foi significativamente menor para os educandos dessa sede. Esse fato pode ser explicado, em parte, graças à abordagem tradicional adotada pelo professor no desenvolvimento da unidade Força e Movimento. Entretanto, há de se destacar que os alunos foram atenciosos no cumprimento das atividades propostas pelo professor.

Não obstante, notou-se um comprometimento maior, pelo menos emocionalmente, dos alunos da sede Canoas. Desde o início, ficaram estimulados e se manifestaram muito empolgados com a ideia da unidade didática.

### 3.3 DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

A aplicação da unidade didática foi prevista para iniciar no dia 16 de maio de 2011. Nessa semana, na segunda-feira e na terça-feira, foram apresentadas as

diretrizes que iriam nortear a atividade de investigação para as turmas da sede Canoas. Assumiu-se, portanto, que as turmas da sede Centro constituiriam um grupo de controle na pesquisa.

O trabalho proposto aos alunos se orientou segundo a linha metodológica das atividades voltadas ao desenvolvimento de projetos didático-pedagógicos. Fez-se uso de textos, recursos audiovisuais, software educativo e outros.

Em um primeiro momento, em todas as turmas envolvidas na pesquisa, foi aplicado um instrumento para investigação das concepções alternativas dos alunos, que se encontra no anexo B. O referido instrumento constitui, nesse momento inicial do trabalho, um pré-teste e, posteriormente, será aplicado outra vez como um pós-teste. Segundo Silveira et al. (1992, p. 187).

As investigações nessa área têm mostrado que o conhecimento prévio dos alunos tem significados que estão em desacordo com os significados aceitos cientificamente. O abandono dos significados alternativos em favor da aquisição de significados científicos, processo conhecido como mudança conceitual, não é algo trivial.

Essa avaliação prévia teve como objetivo averiguar, como foi mencionado acima, se os alunos possuíam concepções newtonianas sobre a relação força e movimento. Buscou-se investigar, inicialmente, o entendimento dos estudantes sobre os conceitos de força resultante, de aceleração e de velocidade. Destaca-se que todos os alunos inseridos no projeto haviam sido apresentados, no primeiro ano do Ensino Médio, aos principais conceitos associados à Mecânica Newtoniana.

O instrumento de pesquisa que se escolheu utilizar é um teste constituído de dez questões de múltipla escolha. O referido instrumento foi proposto e aplicado por um grupo de professores da Faculdade de Física da PUC (FAFIS) nas turmas de Mecânica Fundamental, onde eram docentes, no primeiro semestre de 2010. O teste foi concebido a partir de cinco questões adaptadas do “Teste sobre as concepções relativas à força e movimento” de Silveira et al (1992), duas questões extraídas do “Estudo Comparativo Sobre o Conceito de Força e Velocidade entre alunos dos cursos de Licenciatura em Física da UFSC nas modalidades presencial e a distância” (Santos, P. J. S.; Souza Cruz, S. M.; Souza Cruz, F. F. Estudo comparativo sobre o conceito de força e velocidade entre alunos dos cursos de licenciatura em física da UFSC nas modalidades presencial e a distância. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba – 2008) e três questões do

teste de avaliação conceitual de força e movimento (ACFM) sobre "Carro numa rampa" de Moraes e Moraes (2000).

As questões do teste possuem três, cinco ou oito alternativas sendo que uma delas identifica as *concepções newtonianas*, e as demais se referem a *outras concepções*. Serão consideradas corretas as respostas que coincidirem com as concepções newtonianas. Os escores de cada item serão somados, obtendo-se, desta forma, o escore final do aluno. Um escore total elevado, próximo a dez, identifica as concepções newtonianas.

Os alunos, durante a aplicação do instrumento, foram estimulados a responder as questões tendo em mente o caráter individual do teste e a necessidade de registrar suas concepções sobre Força e Movimento. Deixou-se claro que a atividade não seria utilizada na construção das notas dos estudantes no trimestre. Os educandos foram também incentivados a não se identificarem nos testes. Além disso, todos os alunos tiveram um tempo de 40 minutos para responder as questões propostas.

Nesse primeiro encontro, ficou acertada, com os alunos da sede Canoas, a leitura de um texto extraído do livro "Os Sonâmbulos", de Arthur Koestler (1961), que fora previamente fornecido pelo professor. O texto oferecido aos alunos é integrante da quinta parte do livro e se intitula "A Síntese Newtoniana" (KOESTLER, 1961).

Houve, na semana posterior, um debate sobre a leitura recomendada, envolvendo as turmas da sede Canoas. O professor atuou como mediador na discussão. Depois desse momento de diálogo, os estudantes foram convidados a construir um mapa conceitual relativo às principais ideias presentes no material de leitura. Esse mapa foi construído individualmente pelos alunos. Procurou-se, com a atividade de elaboração do mapa conceitual, criar condições para que os educandos fizessem maiores reflexões sobre o tema discutido. O mapa conceitual foi entregue na aula seguinte ao debate. Importante salientar que essa dinâmica não fora assumida com as turmas da sede Centro, onde se optou pela abordagem tradicional do conteúdo (grupo de controle).

Na semana em que os alunos de Canoas fizeram a entrega do mapa conceitual, o professor abordou expositivamente as concepções newtonianas sobre Força e Movimento. Nessa ocasião, utilizou-se o software "Forces in 1 Dimension", elaborado pela Universidade do Colorado (PhET Simulator). Os estudantes foram incentivados a formar pequenos grupos, de no máximo três alunos, para que explorassem os recursos do simulador apresentado. O professor, durante o período

de investigação dos educandos, permaneceu entre os grupos no intuito de orientar e ajudar em possíveis dificuldades.

A última atividade proposta aos alunos esteve relacionada à leitura de um material elaborado por Damasio e Ricci (2009) sobre a vida e a obra de Isaac Newton e que se encontra em anexo. Após a leitura, os estudantes foram convidados a elaborar uma brevíssima carta. Para tal elaboração, imaginariam-se na condição de Isaac Newton, então com 70 anos, relatando sobre *sua vida* a um suposto amigo. Sugeriu-se que a carta não contivesse mais do que 30 linhas.

A última aula de aplicação da unidade didática foi utilizada para o fechamento dos assuntos Força e Movimento. Optou-se, mais uma vez, pelo uso de aula expositiva. Não foi possível ampliar o uso de atividades interativas com os alunos devido ao pouco tempo disponível para a implementação da unidade didática. O pós-teste foi aplicado junto as turmas do Colégio Unificado, sede Canoas e sede Centro, como parte final da investigação das hipóteses levantadas na pesquisa.

Para a avaliação dos resultados, adotou-se como diretriz uma abordagem qualitativa dos dados coletados a partir do pré-teste e do pós-teste e das respostas ao questionário final. Acredita-se que a melhor maneira de investigar o conhecimento prévio dos alunos seja fazer uso, além do teste, de uma entrevista clínica. No entanto, em razão da pouca experiência do pesquisador na implementação da técnica e a escassez de tempo, optou-se pela utilização exclusiva do teste e do questionário apresentados em anexo.

### 3.4 AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES PELOS ALUNOS DA ESCOLA

Os alunos da Terceira Etapa do Colégio Unificado (sede Canoas), ao final do trabalho, foram convidados a preencher um questionário para avaliação da atividade e que se encontra no Apêndice - C. O preenchimento do instrumento se deu de forma anônima.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

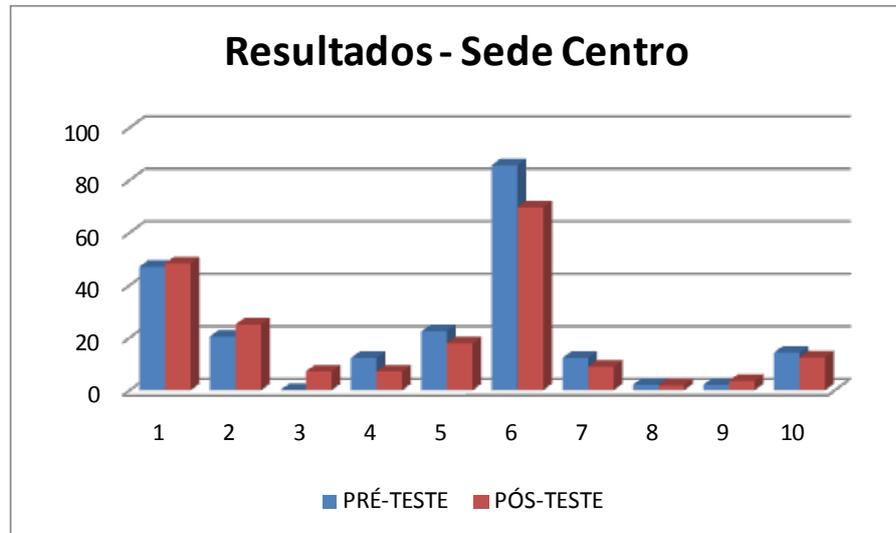
O projeto desenvolvido, durante os meses de maio e de junho, sem dúvidas, foi o ponto alto em minha atividade docente nesse ano. A participação e o comprometimento de muitos alunos, bem como o entusiasmo mostrado por parte dos estudantes durante o trabalho, foram contagiantes no processo. Fiquei satisfeito com o envolvimento dos estudantes durante a aplicação da unidade didática. Ficou muito claro, em minha perspectiva como educador, que há necessidade de se reestruturar e se repensar o processo educacional nas escolas.

Consegui perceber que os alunos participantes do grupo de controle, mesmo despendendo a máxima atenção às aulas expositivas ministradas e se empenhando em resolver os problemas propostos como tarefa de casa, demonstraram menor entusiasmo em aprender do que o demonstrado por muitos estudantes da sede Canoas. Em geral, nas turmas em que se optou por uma abordagem de Ensino de Física focada na construção de uma perspectiva histórica e filosófica, os alunos se mostraram um pouco mais suscetíveis ao aprendizado e ao questionamento do conteúdo proposto pelo professor. Fica evidente que, a fim de se avaliar em uma melhor perspectiva a atitude dos educandos frente ao aprendizado de Ciências e de Física, poder-se-ia ter adotado um tratamento estatístico a partir de uma escala de atitudes (BERNASIUK, 1989, p. 57). Embora todos os alunos participantes da pesquisa estejam prestes a concluir o Ensino Médio, muitas concepções alternativas apareceram em suas respostas nos questionários.

O instrumento aplicado, como dito anteriormente, tem o objetivo de diagnosticar se os educandos têm ou não concepções newtonianas sobre Força e Movimento. Percebeu-se, da análise das questões propostas no teste, que o mesmo pode detectar se o aluno identifica as forças envolvidas em determinadas situações de acordo com a concepção newtoniana ou alguma outra concepção. Além disso, também se percebeu que o teste pode evidenciar se o estudante relaciona ou não força resultante com aceleração.

Os dados obtidos a partir da aplicação do pré-teste e do pós-teste para a turma de controle são apresentados na Figura 4. Essas informações representam o percentual de acertos dos estudantes antes e depois do desenvolvimento do conteúdo referente a Força e Movimento. Verifica-se que não há mudança significativa nos percentuais de acertos do pré-teste e do pós-teste.

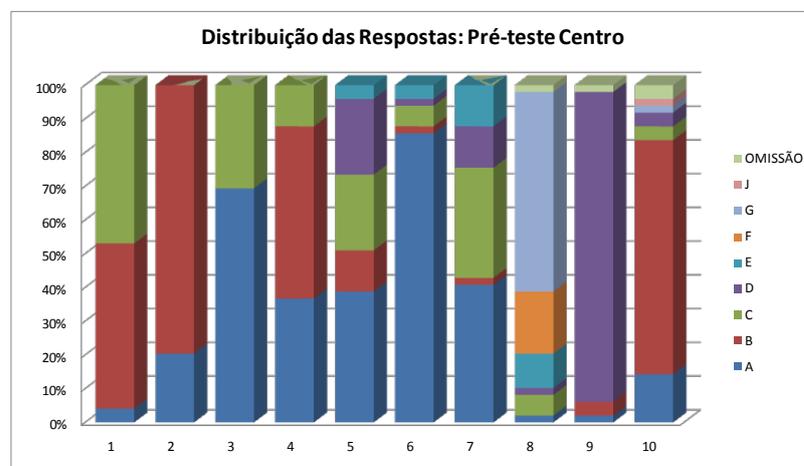
Figura 4 – Resultados sede Centro



Fonte: Lucius (2011).

Esse resultado sinaliza para a forte presença das concepções alternativas na construção cognitiva dos alunos. Mesmo após receberem aulas expositivas sobre as ideias newtonianas, relativas aos conceitos de Força e Movimento, durante o Ensino Médio e no desenvolvimento desse projeto, os educandos apresentaram nitidamente o quão significativo fora o aprendizado dessas concepções alternativas durante suas trajetórias de vida. Nesse aspecto, percebe-se, pela observação de algumas questões respondidas no teste, uma tendência por parte dos alunos de relacionar a necessidade de haver força para existir movimento. Abaixo, na Figura 5, está representada a distribuição das respostas dos alunos da sede Centro ao pré-teste.

Figura 5 – Distribuição de respostas pré-teste (sede Centro)

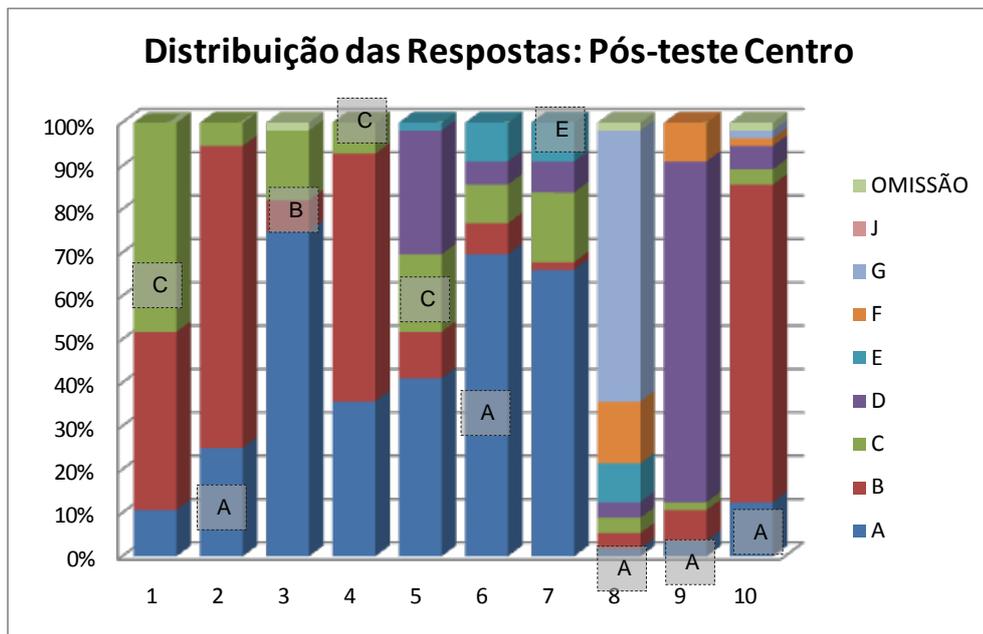


Fonte: Lucius (2011).

Observa-se, por exemplo na questão 2, que a maioria dos estudantes respondeu que a caixa se movimentaria com velocidade pequena e constante. A

escolha dessa alternativa reforça a tese de que os alunos associam diretamente o comportamento da força resultante ao comportamento da velocidade. Essa concepção fica mais evidente ao se analisar as respostas da questão 3. Para grande parcela dos educandos, se há diminuição na intensidade da força que o indivíduo aplica sobre a caixa, mesmo que a referida força continue sendo um pouco mais intensa do que a da força de atrito, haverá, então, redução na velocidade da caixa. Nota-se a manifestação, pelos alunos, da concepção de que, para haver movimento, deve haver força. Os retângulos em cinza marcam a resposta correta. Quando o mesmo não aparece, significa que nenhum aluno acertou a resposta.

Figura 6 - Distribuição de respostas pós-teste (sede Centro)

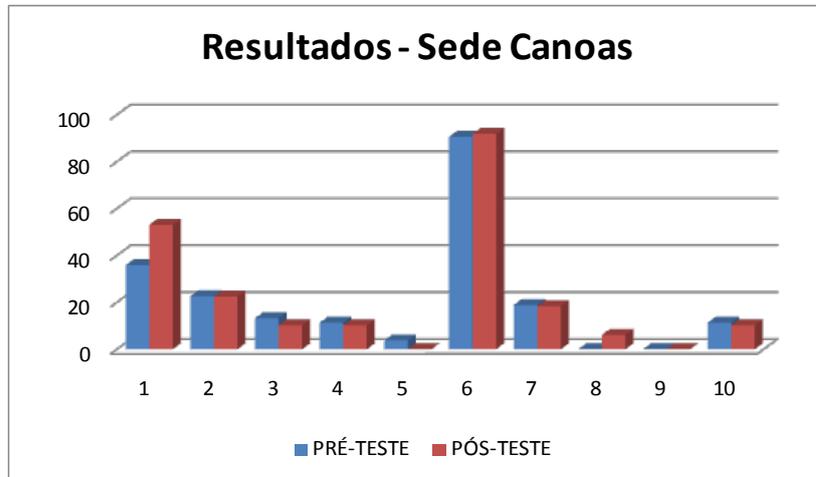


Fonte: Lucius (2011).

A Figura 6 evidencia o fato dos estudantes não manifestarem mudanças significativas das concepções alternativas para as ideias aceitas pela Mecânica Newtoniana, referentes aos conceitos de força e movimento. Fica claro, por exemplo, nas respostas dos alunos à questão 7, que a maioria deles assume a ideia de que a velocidade e a força resultante sobre o veículo possuem a mesma orientação.

Os dados colhidos a partir do pré-teste e do pós-teste para as turmas da sede Canoas em que se aplicou a unidade didática são apresentados na Figura 7. Essas informações representam o percentual de acertos dos alunos antes e depois de o conteúdo sobre Força e Movimento ter sido abordado em aula. Não se observa, novamente, mudança significativa nos percentuais de acertos do pré-teste e do pós-teste.

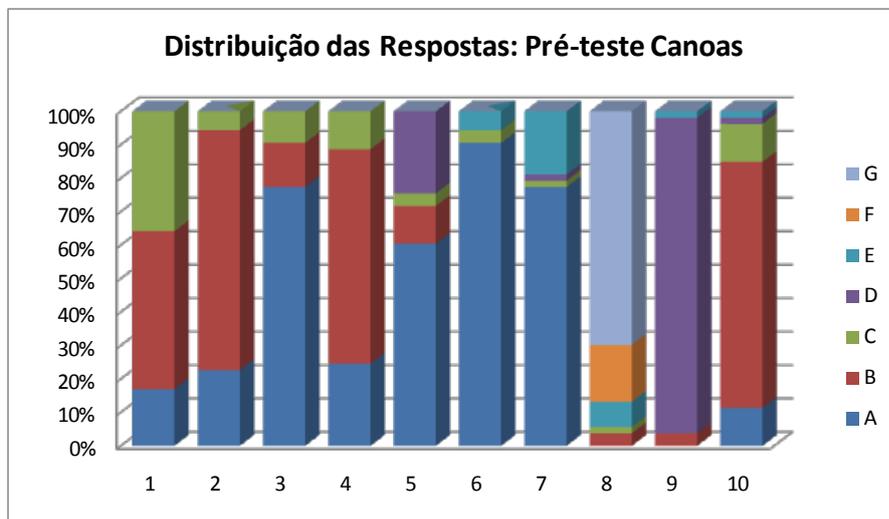
Figura 7 - Resultados sede Canoas



Fonte: Lucius (2011).

Vê-se que os alunos pesquisados não conseguiram internalizar a concepção newtoniana. Esse resultado sinaliza para o fato de os estudantes, mesmo com o desenvolvimento da unidade didática proposta no projeto, continuarem utilizando ideias alternativas para responder as questões do pós-teste. A Figura abaixo representa a distribuição das respostas dos alunos da sede Canoas ao pré-teste.

Figura 8 - Distribuição de respostas pré-teste (sede Canoas)

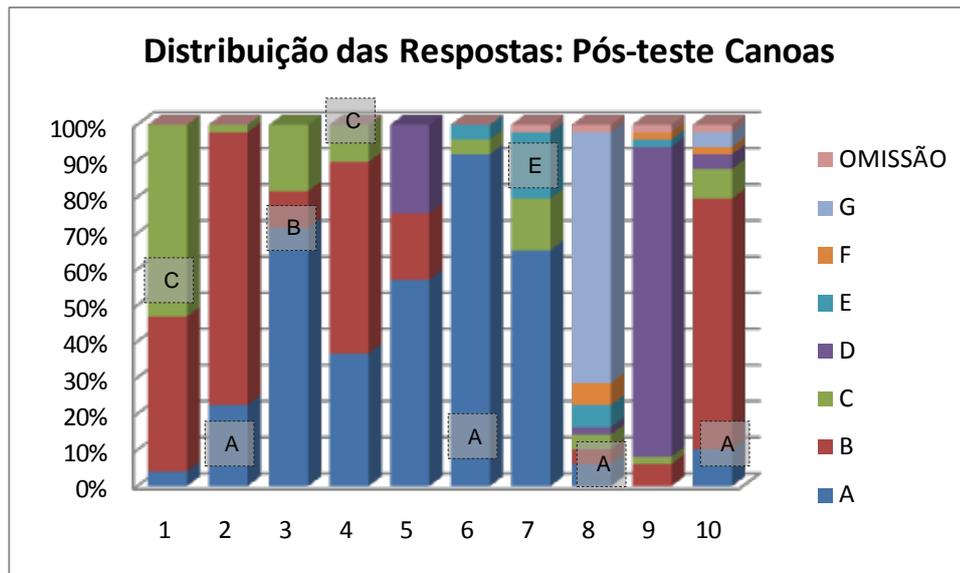


Fonte: Lucius (2011).

Quando se compara a distribuição das respostas dos estudantes de Canoas no pré-teste com o gabarito newtoniano, nota-se que os alunos assumem que a força resultante tem a mesma orientação do que a velocidade. Olhando-se com atenção as respostas dos estudantes à questão 9, identifica-se que os mesmos concebem a presença de uma força resultante inerente à existência de movimento no veículo. Portanto, segundo os alunos, para haver movimento deve existir força.

A Figura 9 retrata a questão de os estudantes não manifestarem mudanças significativas quanto à transposição das concepções alternativas para as ideias newtoniana, referentes aos conceitos de Força e Movimento. É preciso reparar que os retângulos em cinza marcam a resposta correta. Quando o mesmo não aparece, significa que nenhum aluno acertou a resposta.

Figura 9 - Distribuição de respostas pós-teste (sede Canoas)



Fonte: Lucius (2011).

Como percebido na figura 9, a utilização da unidade didática não foi suficiente para que os alunos transpusessem as concepções alternativas em detrimento das ideias pressupostas pela Mecânica Newtoniana. Constatou-se, também, a dificuldade de ocorrer uma mudança conceitual por parte de alguns alunos. Observou-se que esses estudantes, de acordo com a situação apresentada, ora utilizam a concepção alternativa ora a concepção aceita como *correta* pela comunidade científica.

Através da análise do questionário proposto, que se encontra no Apêndice C, percebeu-se que a maioria dos alunos gostou das atividades propostas na unidade didática. Os estudantes da escola não estavam habituados ao tipo de dinâmica de aula proposta no projeto, o que pode ser entendido a partir das afirmações dos alunos, conforme citações abaixo:

Aluno A: “O debate é sempre bem vindo, pois a troca de idéias fortalece o conhecimento. No entanto, é preciso tomar cuidado para a discussão não perder o foco (vestibular) e tornar-se inútil, pois o nosso tempo de aula é curto e não pode ser desperdiçado.”

Aluno B: “Achei que foi bem interessante poder questionar o “algo a mais” que não é muito comum ser comentado quando um professor aborda um conteúdo.”

Aluno C: “A parte em que o senhor nos fez pensar em coisas que talvez nunca tínhamos pensado. De como não ter uma verdade absoluta, entre outras...”

Uma possível explicação ao fato de os alunos não estarem acostumados com atividades investigativas em suas aulas pode estar relacionada à ênfase exagerada que se adota, em muitas escolas brasileiras, de metodologias que privilegiam a apresentação única e exclusiva de resultados científicos, considerados acabados. Também é oportuno salientar que o enfoque que em geral é dado ao ensino de Ciências, com o único objetivo de fazer o aluno *passar no vestibular*, pode incentivar a manutenção das tradicionais aulas expositivas, em que o *conteúdo justifica os meios*, sem espaço para o aluno experienciar e construir seu conhecimento, sem interatividade com modelos experimentais e sem a possibilidade de uma contextualização histórica. Alguns profissionais da educação, atuantes como professores no Ensino Médio, muitas vezes em razão da falta de tempo para continuarem estudando e se aprimorando graças às exorbitantes jornadas de trabalho, costumam apresentar o conhecimento científico aos seus alunos como uma verdade pronta, inquestionável e acabada.

Os alunos de Canoas, embora gostassem da iniciativa da leitura de um texto mais voltado aos aspectos históricos e filosóficos da Ciência, informaram que o material escolhido para o debate (texto de KOESTLER, 1961) poderia estar um pouco acima de suas capacidades cognitivas. Segundo os alunos abaixo:

Aluno D: “Apesar de um pouco complexo (o texto) nos dá boas novas informações que as vezes os professores nem comentam.”

Aluno E: “O texto era muito bom, porém complicado, o autor usava uma linguagem antiga, complicada, mas estava muito bom muitas informações legais.”

Alguns estudantes ainda comentaram em seus questionários que a aplicação da unidade didática ajudou a criar condições para que eles percebessem novas perspectivas relacionadas ao conhecimento científico e ao processo de aprendizagem. Para os alunos F, G e H:

Aluno F: “[...], foi muito interessante termos outras opiniões além das nossas, aumenta nosso horizonte de conhecimento”.

Aluno G: “Achei interessante, não falou só do ponto de vista objetivo que o estudante está acostumado, ou seja, não abordou só o tema central do assunto, mas também toda a história dele”.

Aluno H: Através do texto pude relacionar diferentes fenômenos da física. Tal percepção não era possível antes da leitura, já que os livros do colégio são muito metódicos e não permitem essa análise do contexto.

O debate foi apreciado pela maioria dos estudantes que respondeu o questionário. Destaca-se que alguns alunos deixam transparecer, em suas respostas, a dificuldade que encontraram para transpor as barreiras impostas pelas suas concepções alternativas.

Aluno I: “Gostei do debate, acho que foi o momento em que eu mais percebi que as minhas dúvidas não eram só “minhas”, achei bem bacana o fato de responder o mesmo questionário antes e depois de falar sobre o conteúdo, fez com que eu percebesse que o que eu “imagino” não muda muito com o conhecimento.”

Aluno J: “Foi importante o projeto, acho que fez com que a minha turma se sentisse mais a vontade com o conteúdo, obvio que nem todos leram o material, mas os que leram fizeram os momentos de discussão valer muito à pena.”

Um ponto levantado pelos educandos em seus questionários foi quanto ao pouco tempo de aplicação da unidade didática. Segundo os estudantes, o fato de o projeto ter sido proposto e aplicado num curto espaço de tempo (4 aulas de 45 minutos de duração) dificultou o processo de aprendizagem de alguns deles.

Aluno K: “Teve muito pouco tempo, e alguns colegas não leram o texto não se prepararam acho que se tivéssemos mais tempo ou os colegas se preparassem ia ficar melhor.”

Aluno L: “Só acho que poderíamos fazer uma atividade como essa um pouco antes dos bloquinhos (provas). Se não fica meio puxado. Mas acho que deveremos fazer mais vezes esse tipo de trabalho.”

Aluno M: O debate nos deu a oportunidade de abordarmos a física por outro ângulo. Encontramos a base necessária para compreendermos pequenos detalhes que deixamos passar quando estudamos apenas fórmulas e conceitos. No entanto, a proposta foi melhor que a execução, visto que tivemos pouco tempo para o debate e o grande número de alunos impossibilitou a dinâmica da discussão.

Então, mesmo com as dificuldades impostas pelas concepções alternativas dos alunos à incorporação de um modelo newtoniano de Força e Movimento, cabe ressaltar que a manifestação de envolvimento frente a atividade proposta e a motivação dos estudantes durante o desenvolvimento da unidade didática foram, por si só, motivo de avaliação positiva do projeto pelo professor regente da disciplina.

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A pesquisa realizada procurou analisar e compreender como os alunos do Ensino Médio vivenciaram a introdução da História e da Filosofia das Ciências como ferramenta educacional. Além disso, procurou-se investigar as concepções dos alunos sobre o tema proposto, inquirindo se eles reconhecem os principais aspectos relacionados ao desenvolvimento histórico e epistemológico das Ciências com a metodologia proposta. Ainda, buscou-se aproximar os conteúdos estudados pelos alunos da História e Filosofia das Ciências.

Acredita-se que os dados obtidos nos resultados não se estabeleceram da forma que se esperava quanto ao modo como os alunos do Ensino Médio vivenciariam a introdução da História e da Filosofia das Ciências como ferramenta educacional. Pode-se creditar esse fato ao pouco tempo disponível, dentro do *apertado* calendário das escolas onde teve lugar a pesquisa, para se desenvolver a unidade didática com os estudantes. Essa falta de tempo inviabilizou, por exemplo, uma possível visitação ao Museu de Ciências e Tecnologia da PUC. Com isso, a construção de um conhecimento mais interativo junto aos estudantes foi prejudicada. Sugere-se que o uso de recursos didáticos interativos, presentes no Museu da PUC, possa ser aproveitada em trabalhos futuros sobre o tema. Ainda, o uso de uma escala de atitudes poderia ter ajudado na construção de uma abordagem mais sólida e mais objetiva para analisar como os alunos vivenciaram a introdução da História e da Filosofia da Ciências.

Não obstante, alguns indicadores apresentados no trabalho são relevantes para se acreditar que a introdução de abordagens históricas e filosóficas no Ensino de Ciências possa criar condições para que os educandos construam um horizonte mais concreto em relação à estruturação das Ciências e suas implicações sócio-culturais.

Constatou-se, também, a dificuldade de ocorrer uma mudança conceitual por parte de alguns alunos. Observou-se que esses estudantes, de acordo com a situação apresentada, ora utilizam a concepção alternativa ora a concepção aceita como *correta* pela comunidade científica. Fica evidente a importância de o educador conhecer essas ideias e concepções dos estudantes, a fim de construir uma prática pedagógica mais consciente e responsável.

Outro fato importante é o da necessidade de criar condições para que o ambiente de sala de aula esteja sempre aberto ao diálogo e à discussão dos diversos saberes. Acredita-se que a autonomia e o senso crítico possam se

desenvolver com maior pujança em ambientes mais democráticos, nos quais se privilegie a reflexão do aluno.

Algumas sugestões naturalmente surgem após esse trabalho: os programas das disciplinas de Física para o Ensino Médio deveriam ser revisados e reestruturados, de forma que possibilitassem aos educandos o desenvolvimento de competências e capacidades e não apenas aprendizagens mecânicas; a importância da implementação de materiais didáticos (textos e livros) que considerassem a contextualidade histórica e filosófica das Ciências e que estivessem adequados às possibilidades cognitivas dos estudantes do Ensino Médio; pensa-se muito significativo o desenvolvimento de projetos de pesquisa que se preocupem em reconstruir, com bases historiográficas seguras, a História das Ciências em terras brasileiras.

Acredita-se que o estilo de trabalho que foi desenvolvido a partir da construção da unidade didática se enquadra muito no perfil das atividades e práticas docentes capazes de viabilizar mudanças nos atuais paradigmas e epistemologias tradicionais em educação. Pensa-se que o conhecimento possa ser construído em diferentes níveis junto aos educandos. Com isso, percebe-se que há possibilidade de tornar significativa a aprendizagem de assuntos tradicionalmente considerados “difíceis” nos conteúdos de Física das escolas, mediante uso de História e Filosofia das Ciências.

Além desse enfoque, ressalta-se que o processo ensino-aprendizagem também é construído à base de rupturas e saltos cognitivos. Nesse sentido, assinala-se a importância desse tipo de experiência na vivência estudantil dos alunos.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR JR., O. (1998). O papel do construtivismo na pesquisa em ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 2, p. 107-120. Publicação Eletrônica: [www.if.ufrgs.br/public/ensino](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino).
- ALLCHIN, D. Pseudohistory and Pseudoscience. **Science & Education**. 13: 179-195, 2004.
- ALMEIDA J. B. . A Evolução do Ensino de Física no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Florianópolis, VOL. 2 N<sup>o</sup>1, p. 55-73, 1980.
- \_\_\_\_\_. J. B. . A Evolução do Ensino de Física no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Florianópolis, VOL. 1 N<sup>o</sup>2, p. 45-58, 1979.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução para o português de Eva Nick *et al.*, da 2<sup>a</sup> edição de *Educational psychology: a cognitive view* Rio de Janeiro, Interamericana, 1980 In: Moreira, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999 a. 195p.
- BELTRAN, M. H. R. (Org.); SAITO, Fumikazu (Org.) ; SANTOS, R. N. (Org.) ; WUO, W. (Org.). **História da Ciência e Ensino**: propostas, tendências e construção de interfaces. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009. v. 1. 216 p.
- BERNASIUK, M. E. B., **Um estudo quase-experimental sobre o ensino de Física Aplicada à Biologia**. Dissertação de Mestrado, Porto Alegre, PUC RS, Brasil, *Ano de Obtenção*: 1989. 126p.
- BOYER, Carl B. **História da matemática**. 2<sup>a</sup> Edição. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1996.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Brasília: MEC, SEMTEC, 1998.
- BRICCIA, V. A natureza do conhecimento Científico e o Ensino de Ciências. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. 1 ed. São Paulo: Thomson Learning, v. 1, p. 35-58, 2004
- BRITO LIMA, A.P.A. A Teoria Sócio-Histórica de Vygotsky e a Educação. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 198, p. 219-228, 2001.
- CASTRO, R. S.; CARVALHO, A. M. P. . História da Ciência: investigando como usá-la num curso de segundo grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, V. 9, N. 3, P. 225-237, 1992
- CHROBAK, Ricardo. Un Modelo Científico de Instrucción, Para Enseñanza de Física, Basado en una Teoría Comprensible del Aprendizaje Humano y en Experiencias de Clase. **Investigações em Ensino de Ciências**, V2(2), pp. 105-121, 1997.

DAMASIO, Felipe; TRIESTE F. Ricci. Relatividade de Einstein em uma abordagem histórico-fenomenológica. **Textos de Apoio ao Professor de Física**: UFRGS, Instituto de Física, Porto Alegre, v.20 n.2, p. 11-13, 2009.

FERREIRA, B. W. et al. **Psicologia e Educação** - O significado do aprender. 2. ed. PORTO ALEGRE: EDIPUCRS, 1998. v. 1. 120 p.

FONSECA, Lúcia Lima da. **O Universo na Sala de Aula** — Uma Experiência em Pedagogia de Projetos, Ed. Mediação,( data e local não encontrados).

HARRES, João Batista Siqueira. Uma revisão de pesquisa nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre / RS, v. 4, n. 3, p. 197-211, 1999.

HERNÁNDES, Fernando. **Transgressão e Mudança na Educação** — Os Projetos de Trabalho. Porto Alegre: Artmed,1998.

HOBBSAWM, E. ; **Era dos Extremos**: O breve século XX: 1914-1991. Trad. p/ português Marcos Santarrita; revisão técnica Maria Célia Paoli, São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

HOLT, Rinehart; WINSTON, Limitée. **Concepts Du movement**. *Texts et guide de travail, tome I*. Canadá, 1971. Trad. p/ português de Suzana M. Coelho, 1994, PUCRS.

KAWAMURA, Maria Regina Dubeux; HOSOUME, Y. A contribuição da Física para um novo Ensino Médio. **Física na Escola**, v. 4, n. 2, p. 22-27, 2003.

KOESTLER, A. **Os Sonâmbulos: História das Concepções do Homem Sobre o Universo**. São Paulo: Ed. IBRASA, 1961.

LUCKESI, Cipriano. **Filosofia da Educação**. São Paulo: Ed. Cortez, 1994.

MARION, J. B. **Dinâmica clásica de las partículas y sistemas**. Barcelona: Editorial Reverté, 2003.

MARTINS, André F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. 24 (1): 112-131, 2007.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução. A história das ciências e seus usos na educação. Pp. xxi-xxxiv, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

\_\_\_\_\_. A maçã de Newton: história, lendas e tolices. [Newton's apple: history, myth, foolishness]. Pp. 167-189, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

\_\_\_\_\_. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. [Archimedes and the king's crown: historical problems]. Pp. 181-185, In: STUART, Nelson; OLIVIERI, C. A.; VEIT, E.; ZYLBERSZTAJN, A. (Org.). **Física – Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2005. (Coleção Explorando o Ensino, v. 7.)(ISBN 85-98171-18-2).

\_\_\_\_\_. Física e história: o caso da teoria da relatividade. [Physics and history, a case study: the theory of relativity] **Ciência e Cultura** 57 (3): 25-29, jul./set. 2005.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual de Reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 12. n. 3: p. 164-214, dez. 1995.

MELLO, E. C. . Imagens do Brasil holandês 1630-1654. **Depto. De Artes Plásticas / ARS, SÃO PAULO, VOL. 7, N.13, 2009.**

MORAES, A. F. e MORAES, I. J. A Avaliação Conceitual de Força e Movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, no. 2, 232-246, 2000.

MOREIRA, Marco Antonio ; OSTERMANN, F. . Sobre o ensino do método científico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 10, n. 02, p. 108-117, 1993.

NARDI, R.. Memórias da Educação em Ciências no Brasil: a pesquisa em ensino de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre - RS, v. 10, n. 1, 2005.

NOVAK, J. D. GOWIN, D. B. Ithaca, **Aprendendo a aprender**. Trad. p/ português de Carla Valadares. . Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984. In: MOREIRA, M. A. Mapas conceituais no ensino de física. Porto Alegre: Instituto de Física-UFRGS, 1992. 44p: il.(Textos de Apoio ao Professor de Física; n.3).Tradução de: Learning how to learn. N.Y: Cornell University Press, 1977.

POPPER, K.R. **Conjecturas e refutações**. Brasília: Ed. UNB, 1982.

ROCHA FILHO, J. B. ;COELHO, Suzana; SALAMI, Marcos. Resistores de Papel e Grafite: Ensino Experimental de Eletricidade com Papel e Lápis. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 228-236, 2003.

ROCHA FILHO, J. B. ,SALAMI, Marcos Alfredo;GALLI, Cláudio; COSTA, Rita de Cássia da ; FERREIRA, Manuela ; MOTTA, Thiago . Construção de Capacitores de Grafite Sobre Papel, Copos e Garrafas Plásticas, e Medida de suas Capacitâncias. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, p. 400-415, 2005.

TEIXEIRA, Elder Sales; EL-HANI, C. N.; FREIRE JR, Olival. Concepções de Estudantes de Física sobre a Natureza da Ciência e sua Transformação por uma Abordagem Contextual do Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Porto Alegre-RS, v. 1, n. 3, p. 111-123, 2001.

TIPLER, Paul. **Física** volume 1. Rio de janeiro: editora LTC – livros técnicos e científicos S.A; 1995.

SAMPAIO, Glads Maria D'Elia. **A História do Ensino de Física no Colégio Pedro II**. 2004, 157 p., (Dissertação de Mestrado) História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

SILVEIRA, F. L. ; MOREIRA, M. A. ; AXT, R. . Validação de um teste para detectar se o aluno possui a concepção newtoniana sobre força e movimento. **Ciência e Cultura** (SBPC), São Paulo, V. 38, N. 12, P. 2047-2055, 1986.

SILVEIRA, F., MOREIRA, M. A. e AXT, R. Estrutura interna de testes de conhecimento em Física: um exemplo em Mecânica. **Enseñanza de las Ciencias**, 10 (2), 187-194, 1992.

SIMULADOR. Disponível em: <http://phet.colorado.edu/en/simulation/forces-1d>  
Acessado em: 10 jun. 2011.

STRIJK, D. J. **História concisa das matemáticas**. 2. ed. Lisboa: Gradiva, 1992.

SYMON, K. R. **Mecânica**. Rio de Janeiro: Campus, 1988.

WEREBE, Maria José G. **Grandezas e misérias do ensino no Brasil**. 2 ed. São Paulo: Ática, 1997.

## APÊNDICE A – Unidade didática

SAMUEL<sup>1</sup>, Lucius.

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul/PUCRS  
Faculdade de Física/FAFIS Prof<sup>a</sup>. MSc. Maria Emilia Baltar Bernasiuk

### INTRODUÇÃO

A Ciência moderna pode ser entendida como um processo coletivo, isto é, resultado do esforço e dedicação de um conjunto de pensadores e de pesquisadores. Não se pode, sob pena de se recair em análises ingênuas, explicar as transformações científicas e tecnológicas à luz de genialidades isoladas. As características particulares, das quais se podem destacar a vivência, as concepções íntimas e o próprio ambiente social, são fatores determinantes ao desenvolvimento de uma metodologia de pesquisa científica.

Nesse aspecto, é salutar revisitar e reavaliar os métodos utilizados na construção do conhecimento científico. Como marco histórico, é lugar comum se apontar a figura de Galileu Galilei como precursor de uma metodologia científica moderna. Thomas Settle (1961) defende a idéia de um Galileu precursor da metodologia científica contemporânea e com um apurado sentido experimentador, principalmente, no que se refere aos relatos sobre as práticas com o plano inclinado. De acordo com os manuscritos históricos que chegaram até nossa moderna análise, o grande matemático de Florença foi muito perspicaz ao efetuar a transposição do problema da queda acelerada dos corpos à situação do plano inclinado. Além disso, Galileu Galilei, juntamente com René Descartes e tantos outros, contribuiu vigorosamente para o desenvolvimento da Mecânica Newtoniana. Esse período histórico que marca a transição do pensamento medieval e aristotélico para as idéias de renascimento cultural e social é tão rico que deve ser abordado pelo professor de física em seu contato com os alunos.

Essa unidade didática irá se centrar nas concepções sobre força e movimento propostas por Isaac Newton na construção da sua mecânica. Pretende-se, em um primeiro momento, investigar junto aos estudantes suas idéias a respeito dos conceitos de força e movimento para, em seguida, discutir, analisar e compreender

como os alunos do Ensino Médio vivenciaram a introdução da História e da Filosofia das Ciências como ferramenta educacional.

## **OBJETIVOS**

### **GERAL**

- I. Analisar e compreender como os alunos do Ensino Médio vivenciaram a introdução da História e da Filosofia das Ciências como ferramenta educacional.

### **ESPECÍFICOS**

- I. Investigar as concepções dos alunos sobre o tema proposto.
- II. Aproximar os conteúdos estudados pelos alunos da História e Filosofia das Ciências.
- III. Investigar se os alunos reconhecem os principais aspectos relacionados ao desenvolvimento histórico e epistemológico das ciências com a metodologia proposta.
- IV. Oportunizar a reflexão sobre as implicações da tecnologia nas sociedades e nas culturas.
- V. Reconhecer, na atividade científica, processo de construção coletiva.
- VI. Auxiliar o aluno a desenvolver a capacidade de análise, de interpretação e crítica.
- VII. Oportunizar uma tarefa interativa.

## **TEMA PROBLEMA**

A discussão sobre o que é Ciência e no que se baseiam seus métodos não é nova. Muitos pensadores e epistemólogos vem conjecturando sobre esse assunto tão complexo e não menos polêmico. Há, em nossa comunidade científica, a tendência a valorizar, no conhecimento científico, o suposto fato de ele ser isento de limites. A supervalorização do método indutivo deve ser repensada no meio acadêmico. Popper, em seu texto “Conjecturas e Refutações”, nos alerta lucidamente para o perigo de assumirmos o conhecimento científico como um dogma, como resultante dos fatos observados. Nas palavras de Popper, “A teoria que não for refutada por qualquer acontecimento concebível não é científica. A irrefutabilidade não é uma virtude, como frequentemente se pensa, mas um vício (Popper, 1980, p.4)”.

Acredita-se que o ato de ensinar e todas as implicações inerentes a ele sejam, também, um reflexo de como os homens, durante a história, pensaram e viram o conhecimento científico. Uma pergunta naturalmente se põe: É possível compreender e analisar como os alunos do ensino médio vivenciam a introdução da História e da filosofia das Ciências como ferramenta educacional? Para responder a essa questão, busca-se revisitar as célebres idéias apresentadas por Isaac Newton sobre o movimento e suas causas. Busca-se, através de argumentos históricos, o debate e a construção de uma concepção sobre inércia com os educandos.

## **REFERÊNCIAL TEÓRICO**

No presente trabalho, far-se-á uso da teoria sócio-interacionista de Vigotsky, na qual o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social, seus signos e instrumentos.

## **AVALIAÇÃO**

Acredita-se que a avaliação deva ser encarada como uma importante parte inserida no processo ensino-aprendizagem. Portanto, será assumida como momento de reflexão e de crítica frente a atividade proposta. A avaliação utilizará como instrumentos um pré-teste, um pós-teste, um texto dissertativo, elaborado individualmente pelos alunos, um mapa conceitual e um questionário final,

respondido individualmente. Os principais critérios da avaliação serão: clareza na exposição das idéias, capacidade de argumentação e a habilidade de relacionar tópicos propostos nas atividades com o contexto cotidiano dos alunos.

## APÊNDICE B – Tabelas

**Tabela 1 - Resultado Pré-teste: Canoas - turma 1**

QUESTÃO	ALTERNATIVAS							TOTAL DE ALUNOS
	A	B	C	D	E	F	G	
1	7	14	7					28
2	8	19	1					28
3	24	1	3					28
4	10	18	0					28
5	16	1	2	9	0			28
6	25	0	1	0	2			28
7	19	0	1	1	7			28
8	0	0	0	0	2	7	19	28
9	0	0	0	27	1	0	0	28
10	2	20	5	0	1	0	0	28

Fonte: Lucius (2011).

**Tabela 2 - Resultado Pré-teste: Canoas - turma 2**

QUESTÃO	ALTERNATIVAS							TOTAL DE ALUNOS
	A	B	C	D	E	F	G	
1	2	11	12					25
2	4	19	2					25
3	17	6	2					25
4	3	16	6					25
5	16	5		4				25
6	23		1		1			25
7	22				3			25
8		2	1		2	2	18	25
9		2		23				25
10	4	19	1	1				25

Fonte: Lucius (2011).

**Tabela 3 - Resultado Pré-teste: Centro - turma 2**

QUESTÃO	ALTERNATIVAS								TOTAL DE ALUNOS
	A	B	C	D	E	F	G	j	
1		5	12						17
2	2	15							17
3	13		4						17
4	7	10							17
5	3	3	2	8	1				17
6	16		1						17
7	8	1	4	2	2				17
8	1		1		2	6	7		17
9	1			16					17
10	4	8	2	1			1	1	17

Fonte: Lucius (2011).

Tabela 4 - Resultado Pré-teste: Centro - turma 1

QUESTÃO	ALTERNATIVAS								TOTAL DE ALUNOS
	A	B	C	D	E	F	G	Não marcou	
1	2	19	11						32
2	8	24							32
3	21		11						32
4	11	15	6						32
5	16	3	9	3	1				32
6	26	1	2	1	2				32
7	12		12	4	4				32
8			2	1	3	3	22	1	32
9		2		29				1	32
10	3	26		1				2	32

Fonte: Lucius (2011).

Tabela 5 - Resultado Pós-teste: Canoas - turmas unificadas

QUESTÃO	ALTERNATIVAS								TOTAL DE ALUNOS
	A	B	C	D	E	F	G	OMISSÃO	
1	2	21	26						49
2	11	37	1						49
3	35	5	9						49
4	18	26	5						49
5	28	9		12					49
6	45		2		2				49
7	32		7		9			1	49
8	3	2	2	1	3	3	34	1	49
9		3	1	42	1	1		1	49
10	5	34	4	2		1	2	1	49

Fonte: Lucius (2011).

Tabela 6 - Resultado Pós-teste: Centro - turmas unificadas

QUESTÃO	ALTERNATIVAS								TOTAL DE ALUNOS
	A	B	C	D	E	F	G	OMISSÃO	
1	6	23	27						56
2	14	39	3						56
3	42	4	9						55
4	20	32	4						56
5	23	6	10	16	1				56
6	39	4	5	3	5				56
7	37	1	9	4	5				56
8	1	2	2	2	5	8	35	1	56
9	2	4	1	44		5			56
10	7	41	2	3		1	1	1	56

Fonte: Lucius (2011).

Tabela 7 - Acertos Centro

QUESTÃO	PRÉ-TESTE
1	47
2	20
3	0
4	12
5	22
6	86
7	12
8	2
9	2
10	14

Fonte: Lucius (2011).

Tabela 8 - Acertos Centro

QUESTÃO	PÓS-TESTE
1	48
2	25
3	7
4	7
5	18
6	70
7	9
8	2
9	4
10	13

Fonte: Lucius (2011).

Tabela 9 - Acertos Canoas

QUESTÃO	PRÉ-TESTE
1	36
2	23
3	13
4	11
5	4
6	91
7	19
8	0
9	0
10	11

Fonte: Lucius (2011).

Tabela 10 - Acertos Centro

QUESTÃO	PÓS-TESTE
1	53
2	22
3	10
4	10
5	0
6	92
7	18
8	6
9	0
10	10

Fonte: Lucius (2011).

Tabela 11 - Percentual das alternativas marcadas (Pré-teste: Centro)

QUESTÃO	A	B	C	D	E	F	G	j	OMISSÃO	TOTAL
1	4	49	47							100
2	20	80	0							100
3	69	0	31							100
4	37	51	12							100
5	39	12	22	22	4	0				100
6	86	2	6	2	4	0				100
7	41	2	33	12	12	0				100
8	2	0	6	2	10	18	59		2	100
9	2	4	0	92	0	0	0		2	100
10	14	69	4	4	0	0	2	2	4	100

Fonte: Lucius (2011).

Tabela 12 - Percentual das alternativas marcadas (Pós-teste: Centro)

QUESTÃO	A	B	C	D	E	F	G	j	OMISSÃO	TOTAL
1	11	41	48							100
2	25	70	5							100
3	75	7	16						2	100
4	36	57	7							100
5	41	11	18	29	2					100
6	70	7	9	5	9					100
7	66	2	16	7	9					100
8	2	4	4	4	9	14	63		2	100
9	4	7	2	79		9	0			100
10	13	73	4	5		2	2		2	100

Fonte: Lucius (2011).

Tabela 13 - Percentual das alternativas marcadas (Pré-teste: Canoas)

QUESTÃO	A	B	C	D	E	F	G	j	OMISSÃO	TOTAL
1	17	47	36							100
2	23	72	6							100
3	77	13	9							100
4	25	64	11							100
5	60	11	4	25						100
6	91	0	4	0	6					100
7	77	0	2	2	19					100
8	0	4	2	0	8	17	70			100
9	0	4	0	94	2					100
10	11	74	11	2	2					100

Fonte: Lucius (2011).

Tabela 14 - Percentual das alternativas marcadas (Pós-teste: Canoas)

QUESTÃO	A	B	C	D	E	F	G	j	OMISSÃO	TOTAL
1	4	43	53							100
2	22	76	2							100
3	71	10	18							100
4	37	53	10							100
5	57	18	0	24						100
6	92	0	4	0	4					100
7	65	0	14	0	18				2	100
8	6	4	4	2	6	6	69		2	100
9	0	6	2	86	2	2	0		2	100
10	10	69	8	4	0	2	4		2	100

Fonte: Lucius (2011).

## APÊNDICE C – Questionário

QUESTIONÁRIO PESSOAL – FORÇA E MOVIMENTO

1. O que você achou da atividade proposta durante o desenvolvimento da unidade didática sobre “Força e Movimento”?
2. O que você achou do texto sugerido pelo professor?
3. Algum momento do trabalho desenvolvido chamou mais a tua atenção? Qual foi? Qual a razão desse momento ser, na tua opinião, interessante?
4. Você achou válida a aplicação da atividade com a tua turma? O que você sentiu ao trabalhar em grupo?
5. O que você acredita que poderia ser melhorado na atividade para o futuro?

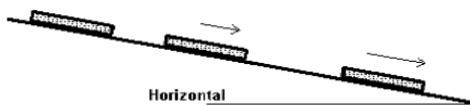
## ANEXO A – Avaliação aplicada

IDÉIA DOS ALUNOS

Nas questões 1,2,3,4,5,6,e 7, marque a alternativa correta.

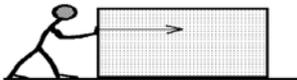
1) A figura se refere a um corpo que foi abandonado em repouso sobre uma rampa (é desprezível a força resistiva do ar no corpo e é constante a força de atrito com a rampa). Ele passa a deslizar com velocidade que cresce uniformemente no tempo. Assim sendo, pode-se afirmar que a força exercida no corpo rampa abaixo:

- A) é igual à força de atrito.  
 B) é maior do que a força de atrito e está crescendo.  
 C) é constante mas maior do que a força de atrito.



As questões 2, 3 e 4 referem-se ao seguinte enunciado:

A figura se refere a um indivíduo exercendo uma força horizontal sobre uma caixa. A caixa está sobre uma superfície horizontal com atrito. É desprezível a força de resistência do ar sobre a caixa.



2) O indivíduo realiza uma força com intensidade um pouco maior do que a força de atrito. Portanto a caixa se movimentará:

- A) com velocidade que aumenta.  
 B) com velocidade pequena e constante.  
 C) com velocidade grande e constante.

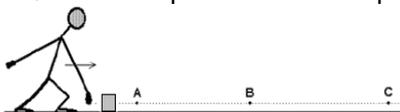
3) A caixa está sendo empurrada por uma força com intensidade muito maior do que a da força de atrito. Então o indivíduo diminui a intensidade da força mas ela continua sendo um pouco mais intensa do que a da força de atrito. Portanto a velocidade da caixa:

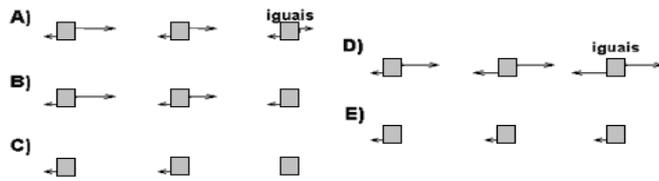
- A) diminui.  
 B) aumenta.  
 C) permanece constante.

4) A caixa está sendo empurrada por uma força com intensidade maior do que a da força de atrito. Então o indivíduo diminui a intensidade da força até que ela se iguale à da força de atrito. Portanto a caixa:

- A) continuará se movimentando mas acabará parando.  
 B) parará em seguida.  
 C) continuará se movimentando com velocidade constante.

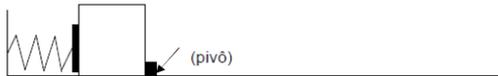
5) A figura se refere a um indivíduo que lança com grande velocidade uma caixa numa superfície horizontal com atrito, conforme indica a figura. Os pontos A e B são pontos da trajetória da caixa após o lançamento, quando a caixa já está deslizando; no ponto C a caixa está finalmente em repouso. As setas nos desenhos seguintes simbolizam a(s) força(s) horizontal (is) sobre a caixa nos pontos A, B e C. Qual dos esquemas melhor representa a(s) força(s) na caixa?



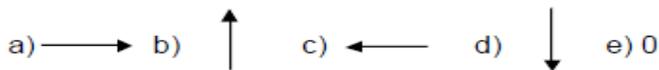


O enunciado abaixo vale para as questões 6 e 7.

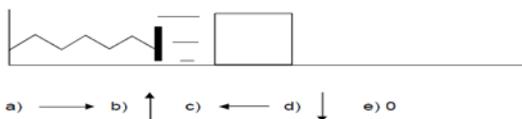
Um corpo está em repouso, preso por um pivô, comprimindo uma mola, como mostra a figura.



6. No momento em que o corpo for liberado, qual dos vetores representados, na figura, corresponde à direção e ao sentido da resultante das forças? Considere o atrito desprezível.



7. Considerando que o atrito entre o corpo e a superfície é desprezível, qual dos vetores indicados na figura, melhor representa a direção e o sentido da força resultante, após a perda de contato entre o corpo e a mola?



Nas questões 8,9 e 10 escreva a alternativa correta.

Um carrinho de brinquedo recebe um rápido empurrão fazendo com que ele suba uma rampa inclinada. Após ter sido empurrado, ele sobe a rampa, atinge seu ponto mais alto e volta para baixo. O atrito é tão pequeno que pode ser ignorado. Use as opções de A à G para indicar a força resultante que atua em cada caso descrito abaixo. Utilize a letra H se você acredita que nenhuma das alternativas está correta.



- Força resultante constante, com sentido descendo a rampa;
- Força resultante aumentando no sentido de descer a rampa;
- Força resultante diminuindo no sentido de descer a rampa;
- Força resultante nula;
- Força resultante constante subindo a rampa;
- Força resultante aumentando no sentido de subir a rampa;
- Força resultante diminuindo no sentido de subir a rampa.

8. O carro está subindo a rampa após ter sido empurrado. R: \_\_\_\_\_
9. O carro está em seu ponto mais alto da rampa. R: \_\_\_\_\_
10. O carro está descendo a rampa. R: \_\_\_\_\_

ANEXO B – Texto de Felipe Damasio e Trieste Ricci

### **Continuando pelo começo: o grande Newton**

Isaac Newton nasceu na Inglaterra no mesmo ano em que Galileu morreu na prisão domiciliar na Itália. Uma das muitas contribuições que o inglês deu para a física foi sua teoria da gravidade, um termo que ele mesmo cunhou com base na palavra latina *gravitas*, que significa algo como pesado.

Newton propôs a existência de uma força atrativa entre todos os corpos do universo dotados de massa. Em resumo, todos os corpos do universo se atraem uns aos outros, pelo simples fato de possuírem massa. Newton formulou uma lei para a força da gravidade que depende da massa dos corpos envolvidos e da distância entre eles, uma lei que atualmente é conhecida como *lei da gravitação universal*. Quanto maior for a massa dos corpos, maior será a intensidade da atração gravitacional entre eles, e quanto maior for a distância entre os corpos, menor será a intensidade da atração.

É esta a força que explica porque a Lua gira em torno da Terra, e esta gira em torno do Sol, e este gira em torno do centro da Via Láctea, e este... Também é esta força que explica porque você está “preso” à superfície da Terra, ou porque uma maçã cai da macieira. Todos estes exemplos são explicados pela atração devido à massa dos corpos.

Um dos maiores triunfos experimentais da Teoria da Gravitação Universal de Newton foi a descoberta do planeta Netuno, ou melhor, a sua previsão teórica de sua posição no céu antes de sua observação se concretizar. Tudo começou quando o planeta Urano foi descoberto pelo astrônomo William Herschel, em 1781. Quando se determinou a órbita do planeta recém-descoberto, percebeu-se que ela não estava de acordo com o que era previsto pela teoria newtoniana da gravitação universal. Parecia que algum corpo celeste desconhecido perturbava a órbita de Urano em torno do Sol, puxando-a para fora.

Por volta de 1843, John Adams, na Inglaterra, e Urbain le Verrier, na França, iniciaram de maneira independente seus cálculos sobre a perturbação da órbita de Urano, incluindo a possibilidade de ela ser provocada por um planeta ainda não descoberto. Os cálculos, baseados na lei da gravitação universal de Newton, apontavam para uma região no céu em que deveria se observar o planeta. Em 1846, o astrônomo de Berlim Johann Gottfried Galle apontou seu telescópio para a região

do céu onde deveria estar o planeta desconhecido, de acordo com os cálculos baseados na gravitação newtoniana. E não é que ele estava lá mesmo!?

Newton complementou a obra de Galileu acerca do movimento. A parte central de seu trabalho está contido nas famosas *três leis de Newton* do movimento. Estas leis explicam qualquer tipo de movimento, desde o movimento das partículas que compõem o ar que você respira agora até o movimento das estrelas em torno de um buraco negro.

Se a obra de Newton já é fantástica quando considerada sob os olhos de pessoas do século XXI, imagine quando avaliada pelos seus contemporâneos. Para eles, as leis newtonianas do movimento constituiriam uma espécie de “*Teoria do Tudo*”: tudo o que se conhecia na época poderia ser explicado por elas. A obra de Newton sobre o movimento é conhecida hoje em dia como a ***mecânica newtoniana***.

Existe um princípio por trás das convicções de Galileu e de Newton que nos nossos dias é conhecido como **Princípio da Relatividade de Galileu** (assim denominado por Einstein), e que pode ser enunciado da seguinte maneira: *As leis do movimento são igualmente válidas em todos os sistemas de referência não-acelerados (inerciais)*.

Observe que o sistema de coordenadas usado para descrever o movimento não pode ser de um tipo qualquer: ele deve ser um referencial não-acelerado, o que Newton denominou sistema de referência (ou referencial) inercial. Mas como podemos ter certeza de que um determinado referencial não é acelerado? Em relação a que ele está acelerado? Newton deu duas respostas para essa pergunta tão relevante. A primeira: de natureza teórica e, portanto, pouco prática, precisa de muita imaginação. Prepare-se. Vamos a ela: trata-se de qualquer sistema de coordenadas em relação ao qual as leis de Newton são válidas *sem que se precise apelar para a existência de forças fictícias*, “forças” que não representam a ação de um corpo sobre outro. Uma característica desse tipo de força é que não podemos identificar um agente responsável por ela. Na verdade, tal agente não existe: a força fictícia é o efeito da inércia dos corpos materiais envolvidos, por isto recebe este nome... É o caso da famosa “força centrífuga”. Para que o leitor compreenda melhor o que queremos dizer, vamos supor que nosso observador seja alguém que está fixo em um carrossel, que, por sua vez, gira em relação ao solo com velocidade de rotação constante. Ou seja, nosso observador usará a plataforma, as colunas, o eixo e o teto do carrossel como seu referencial. Ele coloca uma bola em repouso sobre uma mesa também fixa no carrossel e a solta. Daí em

diante ele observa que a bola se acelera e que o faz no sentido de se afastar do centro do movimento do carrossel, que é o seu eixo. Como supostamente não existe vento e o carrossel gira tão devagar que a força de arraste do ar é desprezível, e como a força da gravidade sobre a bola é exatamente cancelada pela força normal de apoio da mesa, se considerarmos envolvidas apenas estas forças, que são reais, a primeira lei parece que é violada pelo movimento da bola. A não ser que ... consideremos a existência da tal “força centrífuga” puxando a bola para fora. Mas quem é o agente responsável pela força centrífuga? E se não conseguimos identificá-lo (porque, de fato, não existe!), então a terceira lei não é válida, pois se a força centrífuga é a “ação”, não conseguimos identificar a “reação” correspondente, pois ela necessariamente teria de ser exercida sobre o agente responsável pela “ação” que é relativa ao sistema de referência usado, A aceleração é uma grandeza absoluta: ela tem o mesmo valor em relação a qualquer referencial escolhido. Isso nos permite descobrir se o sistema de referência usado é ou não inercial, utilizando um dispositivo mecânico muito simples, que podemos denominar *acelerômetro*. Trata-se de um simples pêndulo fixo no sistema de referência usado. Assim, se, depois de solto, o pêndulo se mantém na vertical é porque o referencial usado é inercial; caso contrário, trata-se de um referencial não-inercial. É muito simples, portanto, do ponto de vista prático, determinar se um referencial é inercial ou não. Tendo isto em mente, prossigamos nossa história.

A segunda: muito mais “prática”. Um referencial inercial é aquele que não possui aceleração com relação às “estrelas fixas”, como as chamava Newton, ou seja, a distribuição da matéria que se encontra muito distante de nós, mesmo de nossa própria galáxia.

Com estas informações, podemos reenunciar o **Princípio da Relatividade de Galileu** na forma:

*As leis da mecânica são válidas em todos os referenciais inerciais, ou seja, não-acelerados.*

Em suma, não existe um referencial privilegiado na natureza. Todos aqueles que se movem com velocidade constante são igualmente bons do ponto de vista da mecânica newtoniana.