

Reconstrução de experiências históricas de Electrostática e suas possibilidades de integração no ensino de conceitos e fenómenos.

Autor: Basilio José Augusto José publicado em 08 de Junho de 2015, Beira, Moçambique

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo sobre *a reconstrução de experiências históricas de Electrostática e suas possibilidades de integração no ensino de conceitos e fenómenos*. Trata-se de uma pesquisa qualitativa e quantitativa que decorreu na cidade da Beira, com vista a incentivar os estudantes na aprendizagem de Física. A história de Física, restringiu-se a compreensão da visão histórica sobre a descoberta dos fenómenos electrostáticos, desde a idade pré-histórica até a idade contemporânea. Partindo dos conhecimentos desta visão, fez-se a reconstrução de 9 experimentos físicos para o estudo de conceitos e fenómenos da Electrostática. Sendo um dos objectivos do trabalho a integração de experiências históricas de Electrostática no ensino, analisou-se como este conteúdo se encontra elaborado e enquadrado em 8 livros escolares de Física, no ensino secundário geral em Moçambique, bem como a visão de 10 professores de Física sobre esta temática. Os professores seleccionados foram aqueles que leccionam a 10^a e 11^a classe, onde a Electrostática é abordada. O método experimental recorrendo-se a técnica de design e de trabalho manual, desempenhou no presente trabalho um papel crucial na concepção e elaboração dos experimentos. Uma outra componente da metodologia de pesquisa, refere-se ao ensaio e validação dos materiais e todos os recursos didácticos produzidos. A técnica de pré teste, antes das actividades com o grupo experimental de 10 estudantes escolhidos por amostragem não probabilística intencional, foi adoptada. Os materiais produzidos, foram avaliados mediante um questionário elaborado à luz da escala de Likert, com dez *itens*. O questionário mensurava a atitude dos alunos, face ao material manipulado, tendo-se obtido uma nota média de 46.6 pontos, numa escala de 0 a 50 pontos, um bom indicador para que os mesmos sejam massificados o seu uso. A pesquisa conduziu-nos aos seguintes resultados: (1) A história de experimentação da Electrostática está presente nos livros escolares de forma simplificada, algo que dificulta a sua disseminação, (2) as experiências históricas, permitem abordar vários conceitos e fenómenos de Electrostática, (3) a integração de experiências históricas de Electrostática no ensino reduz por um lado o grau de abstracção no tratamento de conceitos e fenómenos, e por outro lado promove uma melhor compreensão, (4) o tratamento de conceitos e fenómenos com experiências históricas, permite estabelecer uma ponte entre a ciência do passado e a contemporânea.

Palavras-chaves: Electrostática, Experiências históricas, design de experimentos, trabalho manual, ensino de conceitos e fenómenos.

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa intitulada, a reconstrução de experiências históricas de Electrostática e suas possibilidades de integração no ensino de conceitos e fenómenos, é elaborada no âmbito da conclusão do curso de Mestrado em Educação/Ensino de Física.

O interesse em desenvolvê-lo, é derivado da tentativa de identificação de outras metodologias de ensino que de certa forma podem incentivar os alunos do ensino secundário geral, bem como dos restantes subsistemas de ensino o gosto pela disciplina de Física.

A sua concepção, foi inspirada através da leitura das directrizes dos actuais programas de Ensino de Física da 10^a e 11^a Classes, as linhas orientadoras do Centro de Tecnologias Educativas da Universidade Pedagógica (CTE), bem como em pesquisas associadas a História e Filosofia da Ciência, no caso particular a história de experimentação da electricidade.

O trabalho comporta oito capítulos, onde o primeiro é introdutório, com enfoque a justificativa e relevância na escolha do tema, descrição do problema e as questões de pesquisa, a definição dos objectivos, a delimitação e o enquadramento do tema.

No segundo capítulo, faz-se a revisão da literatura, com enfoque a principais pesquisas relacionadas como tema. No terceiro capítulo, descreve-se os fundamentos teóricos, com enfoque a história da Electrostática, onde são enquadrados conceitos fundamentais desta área da Física.

No quarto capítulo, descreve-se a metodologia que deu lugar a dissertação, as técnicas de recolha de dados, o design da pesquisa, bem como a amostragem. No quinto capítulo, faz-se o *design* e descreve as experiências históricas construídas e realizadas nesta pesquisa. No sexto capítulo, faz-se a análise da história da Electrostática presente nos livros didácticos de Física.

No sétimo capítulo descreve a visão dos professores de Física, em relação ao conteúdo em estudo. No oitavo capítulo apresenta-se os resultados do teste e validação da integração dos experimentos no grupo experimental de estudantes. O trabalho termina com conclusões da pesquisa, limitações do estudo, bibliografia, anexos e apêndices.

Justificativa e relevância

A minha interacção efectiva com o ensino de Física, iniciou em 2001 quando admiti para frequentar o curso de Licenciatura em ensino de Física. Um ano depois, comecei a dar aulas de Física no ensino Secundário Geral em algumas Escolas da Cidade da Beira. Durante os intervalos era comum ouvir-se comentários pelos alunos sobre a Física como uma disciplina mais complexa, cujo remédio é a memorização de fórmulas.

Com o comentário, alguns alunos para não passarem por tais dificuldades da disciplina, optavam em fixar as fórmulas de acordo com nível em que se encontravam. Os erros mais comuns desta prática, consistiam por um lado na apresentação de fórmulas incorrectas e por outro lado, na falta de compreensão do significado Físico das suas representações simbólicas.

Como refere Ausubel, et al (1978);

Se a integração de novos conhecimentos for substantiva, se a mente assimilar mais ou menos profundamente, o significado dos novos conceitos, a aprendizagem será significativa. Se os novos conhecimentos forem incorporados sem se integrarem na estrutura cognitiva prévia, isto é, sem modificarem subsunçores ou conceitos integradores, então, os seus significados não serão assimilados e a aprendizagem será mecânica ou memorística.

Assim, Popov (1993) na sua pesquisa sobre o ensino de Física nas escolas Moçambicanas, referiu que no nosso país o ensino proporcionado aos alunos, nalgumas vezes, tem sido caracterizado pela falta de aulas de Física baseadas em trabalhos experimentais. Contudo, dá-se pouca oportunidade á discussão de fenómenos na sala de aulas.

Não obstante, como docente, durante a minha supervisão de práticas pedagógicas aos estudantes do curso de Física do 2º ao 4º ano, desde 2009 até então, constatei que nos seus planos de lição, relegavam ao segundo plano, os aspectos de ordem histórico e experimental. Pelo que, notava-se nestes uma atenção especial á exposição na elaboração de conteúdos novos e como forma de consolidação a apresentação de exercícios baseados na simples substituição de dados.

Recuando no tempo, ainda me lembro, que durante a minha aprendizagem da Física no ensino Secundário entre os anos 1996 a 2000, quando se referia à História da Física, associava-se a ideia da vida dos cientistas eminentes; procurando responder às questões como: quem foi, qual foi o seu período de vida e pouco se dava oportunidade a discussão das suas descobertas, bem como a evolução histórica das obras dos cientistas.

Na maioria das vezes, estas perguntas eram respondidas por nós alunos, sob forma de trabalhos de casa, sendo que era nisso que consistia o trabalho de investigação.

A análise da literatura sobre a História e Filosofia da Ciência, vem mostrando que os trabalhos primários de pesquisa, na área de Electrostática, apresentam potencialidades no estudo dos fenómenos Físicos. Embora já exista a elaboração de experimentos históricos, muitos dos trabalhos, não adoptam a validação dos materiais elaborados no ensino de Física. A pesquisa

de Boss (2011) por exemplo, em Brasil, centrou-se no apoio ao professor, numa perspectiva de transpor a barreira da falta de material histórico de qualidade acessível.

Nesta pesquisa, reconstruir-se-á a luz da visão histórica, materiais experimentais que possam contribuir para a melhoria da aprendizagem de Física pelos estudantes do ensino secundário.

Como refere Russel (1981) citando Conant (1951);

Além do pacote de resultados matemáticos, conceitos abstractos e habilidades técnicas de resolução de problemas que o aluno recebe num curso de ciências, é igualmente necessário o entendimento dos métodos e processos da ciência, que vêm com um estudo de como ela se desenvolveu em tempos anteriores (p. 52)

Esta atitude de ensinar Física, pode tornar o aluno agente mais participativo e o ensino mais contextualizado, pelo que se dá a oportunidade, dele mesmo perceber que alguma parte da actividade lhe resta para dar o progresso da Ciência, que ainda não é um produto acabado.

O trabalho de reconstrução de experiências históricas de Electrostática e sua integração no ensino de conceitos e fenómenos, tem como principais pressupostos, as directrizes dos actuais programas de Ensino de Física, as linhas orientadoras do Centro de Tecnologias Educativas da Universidade Pedagógica (CTE),

Não só, como também o mesmo está baseado, em pesquisas didácticas sobre as novas metodologias de ensino de ciências, nomeadamente; o novo currículo do Conselho Britânico de Ciências (BAAS), o Projecto 2061 da Associação Americana para o Progresso da Ciência (AAAS), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), Programa Nacional do Livro Didáctico para o Ensino Médio (PNLEM), e as pesquisas na área da História e Filosofia da Ciência (HFC) no mundo inteiro e em particular Brasil, Inglaterra, França, Estados Unidos da América e Holanda que tiveram o seu início na década 70.

Problematização

Actualmente, o ensino de ciência, depara com o problema associado a dificuldades de aprendizagem, particularmente na disciplina de Física, onde os conceitos abordados são abstractos.

Estudos, têm vindo a serem desenvolvidos, no sentido de identificar-se as melhores estratégias, que visam o alcance de bons resultados da aprendizagem dos conteúdos escolares.

Heineck (1999) refere que, um bom número de alunos, perde o interesse pela Física (e ciências afins), durante o período de escolarização, pois, é facto conhecido, que maior parte dos alunos têm dificuldades na assimilação e compreensão dos fenómenos físicos.

O outro factor que alista para o desinteresse, é o tipo de ensino que se proporciona, onde na maioria das vezes, os conceitos ensinados distanciam-se da prática, e muito menos se relacionam com os factos do quotidiano.

Fiolhais (2007) refere que,

as aulas de Física com apoio aos métodos experimentais, organizados e adaptados, proporcionam o estímulo, favorecem a aprendizagem e aumentam as expectativas nos alunos de modo a desenvolverem técnicas de investigação. Somente através de experiências reais é possível criar entre os alunos um ambiente particularmente rico do ponto de vista pedagógico, que ajude a substituir conceitos teóricos por constatações científicas.

No entanto, quando a actividade de ensino como a experimental, não for devidamente contextualizada, pode criar-se um vazio no seio do aluno, surgindo na mente deste a questão “ *e eu com isso?*”.

Assim sendo, a Física que é uma única ciência acaba se dividindo em três, nomeadamente: *a Física do cientista, a Física para o aluno na sala de aulas e a Física do dia-a-dia, que é da Sociedade.*

O recurso a experiência e a sua contextualização histórica, podem ser considerados nesta pesquisa, de ferramentas com um considerável potencial na compreensão de conceitos, princípios e leis específicas da Física.

Como refere Vinchiguerra (2001) as vantagens oferecidas pelo ensino experimental, é o facto de ampliar as possibilidades de interacção professor - aluno e aluno - objecto, obtendo-se assim a eficiência no processo ensino e aprendizagem.

Valadares & Perreira (1991, p.181), refere que,

“Um ensino da ciência que queira adquirir um valor humanista, não pode utilizar outro método a não ser a sua própria história, ela revelar-nos-á as vezes como é que o espírito científico evoluiu, mostrar-nos-á toda a riqueza das suas adaptações, das suas invenções bem como da sua insuficiência também”

No entendimento do autor da presente pesquisa, um conhecimento articulado a sua génese, produz melhor sentido no seio de um ouvinte e torna uma mensagem mais completa. Assim sendo, quando o conhecimento escolar for abordado tendo em conta as suas origens, isto é, com a contextualização histórica produz a razão da sua aprendizagem.

Apesar de algumas Escolas não possuírem materiais didáticos para o ensino de Física, por estes serem caros, poucos professores utilizam outros recursos didáticos que simulem fenómenos físicos como por exemplo, o uso de experiências históricas reconstruídas com materiais alternativos.

A experiência do proponente da pesquisa, mostra que uma aula discutida com uma abordagem experimental, tem um outro sentido em comparação com uma aula meramente expositiva. Eis a razão que nota-se um certo esforço por parte dos professores a identificação de experiências que podem ser realizadas com material alternativo.

Mas ainda não é comum a ideia de que estas actividades experimentais devem ser contextualizadas de modo a responder as questões: *como aconteceu no início? Como podemos reproduzir o mesmo fenómeno? Qual é a relação entre o fenómeno observado e sua aplicação no dia-a-dia?*

Perante a dificuldade acima, geralmente, leva muitos professores a adoptarem metodologias tradicionais. Estas metodologias consistem na transferência de conteúdos com recursos a quadro, giz e livros didáticos, sem no entanto a confrontação, dos conceitos teóricos advindos dos conteúdos. Assim, levantam as seguintes questões de pesquisa:

- 1) Que estratégias podem ser adoptadas, para tornar o ensino da Electrostática mais significativo?
- 2) Que potencialidades têm, as perspectivas de ensino de Física baseadas na história de experimentação da Electrostática?

Tendo em vista, que o programa de ensino de Física refere que:

Com a inclusão de alguns elementos de enfoque histórico nos programas, pretende-se em particular, que os alunos conheçam aspectos da vida, obra, actividade e pontos de vista de eminentes cientistas e desenvolvam valores morais adequados (MEC & INDE, 2010, p.7)

Desta relevância que o programa de ensino de Física atribui á abordagens Históricas dos conteúdos, ao responder as questões científicas formuladas, emergiu no mesmo âmbito a seguinte questão:

De que forma é feita a integração da História da Electrostática no currículo do ensino secundário geral onde é abordado?

Objectivos gerais

O presente trabalho tem por objectivos gerais:

- 1) Apresentar um estudo sobre a história da Electrostática numa perspectiva de evolução e de descobertas importantes para a construção de conhecimentos conducentes ao surgimento de uma ciência experimental;
- 2) Avaliar, a luz da visão histórica, as potencialidades do desenvolvimento de novas perspectivas para o ensino de Física.

Objectivos específicos

O presente trabalho tem por objectivos específicos os seguintes:

- 1) Inserir no ensino, um estudo de contextualização da história da Electrostática, numa perspectiva de construção de conhecimentos, a partir das experiências históricas cruciais da Electrostática.
- 2) Reconstruir a partir da visão histórica experimentos para o estudo da Electrostática;
- 3) Optimizar experimentos históricos da Electrostática para a demonstração de fenómenos eléctricos;
- 4) Projectar aulas para o ensino de conceitos e fenómenos eléctricos, com base em experimentos históricos através de experiências de demonstração para o professor e fichas de trabalho do aluno.

Delimitação e enquadramento do tema

De acordo com o sistema internacional de classificação das áreas de Física e Astronomia (PACS), o presente estudo concentra-se em experimentos e aparelhos de demonstração, codificado em 01.50 My. Estes experimentos são usados neste trabalho, como uma estratégia de ensino da Física.

Os conteúdos científicos de ensino que são tratados no presente trabalho, estão inseridos no ensino de Física da 10^a Classe, unidade temática I, e os mesmos dão continuidade na 11^a Classe, unidade temática III-Electrostática.

Tabela 1: Visão dos programas de ensino de Física em relação a Electrostática

Programa da 10^a Classe Unidade I- Corrente eléctrica			
Objectivos	Conteúdos	Competências	Experiências
• Identificar a presença de cargas eléctricas através de um pêndulo eléctrico ou electroscópio	• Carga eléctrica	• Identifica parâmetros relevantes na avaliação dos fenómenos electrostáticos no dia-a-dia.	

<ul style="list-style-type: none"> • Identificar o tipo de carga eléctrica que os corpos adquirem em cada processo de electrização; • Identificar o tipo de interacção que ocorre entre corpos electricamente carregados. 	<ul style="list-style-type: none"> • O pêndulo eléctrico e o electroscópio • Lei qualitativa das Interacções eléctricas • Noção de Campo eléctrico. 	<p>Usa a lei qualitativa das interacções eléctricas para explicar fenómenos eléctricos, no dia-a-dia e em outros contextos relevantes para a vida.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificação experimental das leis qualitativas das interacções eléctricas (Electroscópio de folhas, Borboleta electrizada) • Pêndulo eléctrico. • O electroscópio. • Borboleta electrizada 	
Programa da 11ª Classe Unidade III			
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar a Lei de Coulomb na resolução de exercícios concretos. • Determinar graficamente e analiticamente a resultante das interacções eléctricas de um sistema de cargas pontuais. • Determinar graficamente e analiticamente o campo eléctrico originado por uma carga eléctrica pontual e por um sistema de placas electrizadas. • Determinar graficamente e analiticamente a intensidade do campo eléctrico resultante de um sistema de cargas pontuais. • Determinar analiticamente o potencial eléctrico resultante de um sistema de cargas pontuais. • Determinar o trabalho realizado no transporte de uma carga eléctrica dentro de um campo eléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lei de Coulomb. • Campo eléctrico. • Sentido das Linhas de força • Campo convergente e divergente • Cálculo do módulo do campo resultante • Protecção Electrostática Gaiola de Faraday • Potencial eléctrico. • Trabalho do campo electrostático. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usa a lei de Coulomb para estimar a força de interacção entre partículas electricamente carregadas, no contexto científico/tecnológico e do quotidiano. • Identifica campo eléctrico, linhas de força e superfícies equipotenciais. • Descreve a blindagem Electrostática • Analisa e interpreta resultados de processos tecnológicos baseados na utilização do campo eléctrico. Identifica potencial eléctrico; • Explica a realização do trabalho electrostático em processos científicos e tecnológicos. 	<p>As experiências aqui recomendadas são para a comprovação de fenómenos e verificação de leis. Assim sugere-se que sejam executadas pelos alunos, trabalhando em grupos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Electrização de pedaços de papel através de uma esferográfica electrizada por fricção. • Electrização de tiras de plástico por fricção. • Verificação da Lei Qualitativa das Interacção Eléctricas, através de um pêndulo eléctrico. • Electrização por contacto e indução de um electroscópio de folhas.

Fonte: Programa de Ensino de Física da 10ª e 11ª Classes, p. (15, 17, 18) e p. (20,21) respectivamente.

Trata-se de uma pesquisa que decorreu na cidade da Beira, e que se enquadra no âmbito da aquisição do título académico de Mestre em Educação/Ensino de Física entre os anos 2012 à 2014.

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

Nota introdutória

Este capítulo tem por objectivo, evidenciar o trabalho de pesquisa sobre a história da Física no geral, e em particular a história da Electrostática, realizada e apresentada na literatura científica. Os aspectos da utilidade deste estudo foram apresentados, embora indirectamente, na formulação dos objectivos e das questões de pesquisa científica.

No concernente, destacam-se estudos sobre a história e filosofia da ciência, realizados por (Mathews, 1994) e os trabalhos específicos da história de Física elaborados por, (Boss, 2011).

No entanto, denota-se uma dificuldade emergente no estudo da história de Física, relacionada com o acesso a fontes primárias. A vasta lista de literatura disponível, circunscreve-se no âmbito de fontes secundárias. O trabalho minucioso de consulta a fontes primárias foi realizado por exemplo por (Heilbron, 1979), (Guedes, 2003) e por (Bassalo, 1996).

Relato de alguns trabalhos relacionados com a presente pesquisa

Vasconcelos (2005), na sua pesquisa sobre a instrumentação para o ensino, apresenta algumas experiências de Electrostática com material de baixo custo para o ensino médio. Na pesquisa, o autor dá maior ênfase ao versório de Gilbert construído através de canudos e apoiado numa base de rolha.

Boss (2011), desenvolveu a pesquisa sobre a tradução comentada de artigos de Stephen Gray (1666-1736) e a reprodução de experiências históricas com materiais acessíveis, como forma de subsidiar o ensino de Electricidade. Este autor, notou que uma das dificuldades que se encara, ao se integrar a História e Filosofia da Ciência, consiste na falta de material de qualidade. Nesta óptica, procurou compor uma tradução comentada, das obras do cientista Gray, bem como a produção de material didáctico de baixo custo, que pudesse auxiliar o professor durante o ensino da Electrostática.

Carvalho (2007), reflectindo sobre a importância da História e Filosofia da Ciência, patente nos livros didácticos, procurou analisar a história da indução electromagnética, contada nos livros didácticos. A razão da análise dos conteúdos dos livros didácticos parte da constatação de que a maior parte dos professores planifica as suas aulas com base nestes livros.

Gução, et. al (2008), reconhecendo o papel da história e filosofia da ciência, bem como do livro didáctico, procuraram avaliar, descrever e analisar, as distorções da História da Electrostática,

em quatro livros de Física, do ensino Médio em Brasil. Na sua pesquisa, concluíram que os erros identificados comprometem a abordagem integral da Electrostática na sala de aulas.

Buchwald & Fox (2014) na sua pesquisa sobre a Electricidade no Século XXI, apresentam a história de electricidade, desde Tales de Mileto até a época do Alessandro Volta. Nesta pesquisa, os autores apresentam de forma teórica e cronológica as descobertas, bem como as concepções do conhecimento científico, sobre a Electricidade em cada época, desde o fluido eléctrico, o eflúvio, o vórtice até ao campo eléctrico.

Assis (2010) ao descrever sobre os fundamentos experimentais e históricos da Electricidade, propõe algumas actividades que podem ser realizadas na sala de aulas com uso de material de baixo custo.

Heilbron (1979) na sua publicação sobre a Electricidade no século XVII e XVIII, apresenta um material histórico, que permite conceber uma visão mais profunda, sobre a história da Electricidade ate a idade moderna. Este material, pode melhorar o nível de compreensão da história da Electricidade, por parte dos professores e tornar o ensino da ciência mais humanístico.

Guedes (2000) na sua publicação, apresenta a história do versório e recomenda as suas características, referindo que deve ser um metal não magnetizável com 3 a 4 polegadas.

Ainda Guedes (2003) apresenta um material histórico sobre a Electrostática com citações traduzidas de fontes primárias, desde a antiguidade até a época moderna, que podem servir de ferramentas no ensino deste conteúdo.

Gatti, et al (2010) desenvolveram uma pesquisa qualitativa, e de estudo de caso, sobre a história da ciência, no ensino da atracção gravitacional, desenvolvido com futuros professores. Nesta pesquisa, os autores procuram inicialmente revelar as preconcepções dos licenciandos sobre o tema, fornecendo um panorama que pode ser usado para orientar as actividades a partir da realidade diagnosticada. Os autores promoveram a leitura e debates de textos, contemplando discussões recentes sobre a pesquisa em ensino de Ciências, de modo a gerar insatisfações com modelos tradicionais de ensino.

Medeiros (2002) observando que o ensino da Electrostática está se afastando da fenomenologia que lhe deu origem, o autor resgata a ideia do versório de Gilbert, do electrómetro até a invenção do electroscópio.

Azevedo, et. al (2009) desenvolveram uma pesquisa sobre o uso de experiências no ensino de Física, onde concluíram que há maior tendência de uso de experiências demonstrativas. Pois

que, de um universo de 274 artigos analisados apenas 4 é que discutiam a construção de experiências históricas. A mesma pesquisa também permitiu compreender, que as experiências quantitativas, sem no entanto uma discussão exaustiva dos resultados encontrados, são mais preferidas pelos professores.

Ataide & Silva (2011) desenvolveram uma pesquisa sobre a contribuição da experimentação e da história e Filosofia da ciência, com objectivo de resgatar a evolução do ensino de ciências e suas metodologias de inserção.

Barbosa (2010) na sua pesquisa sobre a experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento, constata que o ensino experimental tem encontrado professores carentes de fundamentos teóricos. Esta carência os mantém alienados acerca do papel específico da experimentação nos processos de aprendizagem, impedindo-os de concretizar o objectivo central, que é de contribuir para a construção do conhecimento, no nível teórico-conceptual e na promoção das potencialidades humanas.

Guerra, et al (2004) na sua pesquisa, procuram seleccionar uma temática para explicitar um currículo com viés histórico-filosófico, neste caso a primeira fase do electromagnetismo, (1820 a 1832). Estes autores, descrevem a proposta curricular, destacando uma aplicação da mesma, numa realidade escolar concreta do ensino médio, que motivou e melhorou a aprendizagem dos alunos.

Duque (2009) desenvolveu uma pesquisa sobre a história da ciência e o uso da instrumentação, onde construiu aparatos histórico-científicos simples para ilustrar a propagação de ondas electromagnéticas, como estratégia de ensino através de um laboratório semi estruturado e de manipulação directa (*hanson*) durante 10 encontros fundamentais.

Ao analisar o conteúdo histórico presente nos livros de Física, (Pagliarini, 2007, p.59) identifica três categorias e 10 subcategorias, que serão analisadas no presente trabalho para os livros didáticos em uso no currículo Moçambicano. Na pesquisa, este autor conclui, que geralmente, a história da ciência encontrada nos livros didáticos é distorcida e simplificada, podendo ocorrer alguns casos de pseudo-história, mitos científicos e transmitindo falsas concepções acerca da natureza da ciência. Tais categorias, foram reagrupadas em forma da tabela que a seguir se apresenta:

Tabela 2: Categorias e subcategorias do conteúdo histórico presente nos livros didáticos

Categorias	Subcategorias	Definição
1. Forma de apresentação do material histórico	1.1	Caracterizada por sua ausência isto é, falta da presença de material de cunho histórico
	1.2	Caracterizada pela apresentação específica e isolada, isto é, os conteúdos históricos têm seu lugar próprio durante o desenvolvimento do texto, seja em seções introdutórias e textos complementares ao final de capítulos, ou até mesmo em “boxes” separados, inseridos próximos a discussões de assuntos correlatos ao longo do livro
	1.3	É aquela onde os seus conteúdos, suas abordagens históricas e suas discussões estão diluídos ao longo do texto, juntamente com o desenvolvimento formal de teorias, conceitos, definições e equações de um livro ordinário de Física.
2. Ideias da natureza científica apresentadas.	2.1	Quando as etapas seguidas para se chegar as conclusões não são apresentadas.
	2.2	Quando o livro apresenta os procedimentos experimentais seguidos para chegar-se as conclusões
	2.3	Quando o livro apresenta o método científico e experimental seguido com uma construção humanística (<i>citando as contribuições de envolvidos no estudo do fenómeno</i>).
3. Qualidade da informação histórica apresentada	3.1	Relativa aos livros onde uma história demasiada simples é encontrada, caracterizada pela presença apenas de datas e notas bibliográficas curtas sobre poucos cientistas e alguns de seus estudos.
	3.2	Àquela abordagem histórica encontrada nos livros que é conhecida como “historiografia whig”, que interpreta o passado como uma evolução crescente, linear, que leva àquilo que se quer defender actualmente
	3.3	Relativa também à pseudo-história, ou seja, àquela história da ciência que contém elementos distorcidos e a presença de mitos científicos.
	3.4	Os conteúdos históricos completam a abordagem do conteúdo científico de maneira satisfatória com discussões interessantes e transmitindo valores históricos pertinentes ao ensino da Física.

METODOLOGIA

Nota introdutória

Nesta etapa, apresenta-se os procedimentos metodológicos que conduziram a pesquisa, desde a concepção do tema, a elaboração do projecto, os testes laboratoriais, o design dos materiais produzidos até a elaboração do relatório final.

O problema que norteou a realização da pesquisa, consiste na busca de estratégias, que visam o alcance de uma aprendizagem significativa da Electrostática.

À luz da história da Electrostática, procura-se inferir as potencialidades que têm as perspectivas de ensino de Física baseadas na história de experimentação.

No quadro abaixo apresenta-se o design da pesquisa que possibilitou a recolha de dados:

Design da pesquisa

Tabela 3: Design da pesquisa

Fases	Actividade	Métodos	Instrumentos	Amostra
Fase 1	Leitura e análise da história da Electrostática	Método histórico	Revisão bibliográfica	---
Fase 2	Concepção e construção das experiências no laboratório	Experimental	Design Trabalho Manual	---
Fase 3	Análise da história da Electrostática presente nos livros didácticos	Pesquisa documental	Quadro de Categorias e subcategorias de análise da história presente nos livros didácticos;	8 Livros
Fase 4	Análise da visão dos professores sobre a história da Electrostática.	Pesquisa exploratória	Roteiro de Entrevista	10 Professores
Fase 5	Testagem e validação dos materiais produzidos	Experimental	Teste diagnóstico, Ficha de trabalho, experimentação e Questionário	10 Estudantes
Fase 6	Aprimoramento dos materiais produzidos	Experimental	Trabalho manual	---

Método histórico

Na primeira fase o método histórico foi aplicado, na medida em que este visa buscar a génese de como o conhecimento científico evoluiu ao longo do tempo. Nesta óptica, acredita-se que a Electrostática que hoje é estudada, teve os seus pontos fortes e fracos ao longo do tempo, onde ocorreu uma sucessão de construções, desconstruções e o aprimoramento de ideias.

O recurso ao método histórico possibilitou, fazer uma retrospectiva das ideias iniciais da Electrostática até a época contemporânea. Esta história foi descrita na presente pesquisa, em

cinco principais períodos históricos a destacar; a idade pré-histórica, a idade antiga, a idade média, a idade moderna e a idade contemporânea.

Foram duas principais motivações que ditaram a periodização da história da Electrostática. A primeira motivação, foi o facto desta história, aparecer em muitas fontes primárias e secundárias sem obedecer aos critérios de periodização universal, que estão preconizados nos livros de história.

Por exemplo, Bassalo (1996) apresenta a história da Electrostática, de tal forma que o renascimento se confunde com uma idade histórica. Guedes (2003) e Heibron (1979), apresentam-na sem fazer menção aos períodos históricos.

Uma outra motivação que norteou o uso do método histórico, foi que com base neste, pode se conceber uma ciência experimental fortemente ancorada na ciência do passado, através da reconstrução de experiências da Electrostática, que encontram o seu enquadramento nos currículos de ensino. E partindo destas experiências estudar-se alguns conceitos e fenómenos.

A técnica recorrida neste método foi fundamentalmente a revisão bibliográfica, em que partindo das pesquisas já publicadas, os conteúdos dos livros publicados pela Web e Bibliotecas, em fontes primárias e secundárias, foi possível compor a referência bibliográfica que se apresenta no final da dissertação.

Método experimental

Na segunda fase da pesquisa, o método experimental foi aplicado, recorrendo-se a duas principais técnicas o design e o trabalho manual.

Design

Após a concepção das actividades, fez-se o design de nove actividades experimentais, com recurso a programas computacionais como o coreldraw, arccard e autocard, onde foram projectados objectos tridimensionais de modo a possibilitar a sua recriação em trabalho manual. Durante o design alguns objectos são apresentados com alguns sinais (o positivo e o negativo), apenas para modelizar que estão electrizados de modo a facilitar a compreensão do tipo de interacção que estará ocorrendo.

Trabalho manual

O trabalho manual, consistiu na construção das experiências na oficina do laboratório da Universidade pedagógica, pelo proponente da pesquisa. Para dar a devida qualidade os materiais, alguns elementos, como caixas de madeira, objectos de Ferro a Gaiola, eram

construídos em carpintarias e latoarias respectivamente, cabendo ao pesquisador a tarefa de atribuir os materiais a sua funcionalidade.

O trabalho com o vidro plástico para as bases de muitos experimentos, bem como para a construção do motor electrostático, foi efectuado no laboratório pelo proponente da pesquisa. Durante a construção das actividades, não foram envolvidos os estudantes, dado o nível de perigo que algumas experiências poderiam trazer durante os testes e carecerem o seu aprimoramento.

À luz do trabalho manual, foram construídos os seguintes dispositivos: o perpendicular de Fracastoro, o carrinho electrostático, a gaiola de Faraday, o oscilador electrostático (pêndulo electrostático mágico), o motor electrostático de Poggendorff, o objecto sobre a interacção de líquidos de Desaguliers; varetas de ferro, de cobre, de alumínio, madeira, plástico, mangueira, pvc, e cinco versórios, entre elas, um de canudo e os restantes de cobre, mas com diferentes configurações geométricas. Estes dispositivos estão descritos no capítulo V, desta dissertação.

Teste e validação dos materiais construídos

Após a construção dos objectos tridimensionais (os experimentos), foram elaboradas fichas de trabalho do aluno que acompanhavam cada actividade, de modo a testar-se a sua validade. (vide o apêndice VI).

Este teste e validação, foi efectuado numa turma não real, isto é, com um grupo de 10 alunos dos quais 5 rapazes e 5 raparigas cujas idades variavam de 17 a 19 anos e que frequentavam a 11ª Classe na Escola Secundária da Ponta Gêa.

O critério de selecção desta amostra de 10 alunos, foi não probabilística intencional, pois que o proponente da pesquisa deslocou-se a referida escola que dista a cerca de 300 metros da Universidade e reuniu com todos os alunos da 11ª Classe que estudam Física num universo de cerca de 98 estudantes, para apresentar o seu projecto. Ao terminar solicitou voluntários dos que apareceram¹⁰, aqueles que afirmaram que gostavam de estudar Física, no caso particular a Electrostática.

Para contactar os estudantes, houve uma prévia autorização da direcção da Escola feita através de uma carta, onde cada professor de Física disponibilizou 20 minutos do seu tempo lectivo.

O número de 10 estudantes permitiu com que se formasse um grupo mais reduzido, onde os alunos poderiam interagir de forma mais significativa possível e valorizar-se as opiniões de cada participante durante a experimentação.

Por se tratar de experiências, que algumas delas demandavam o uso de fontes de tensões elevadas, o pesquisador conversou com a direcção da Escola, os seus professores de Física, bem como os encarregados de Educação do grupo dos voluntários e tendo sido aceite, na condição de prepará-los para uma feira de ciências que teria lugar durante o mês de Julho de 2014.

O teste decorreu fora do laboratório, numa sala da Universidade Pedagógica, de modo a diminuir o esforço no transporte do material.

Antes do início da experimentação, o proponente da pesquisa elaborou um pretexto com 10 questões teóricas, para medir o nível de conhecimento dos fenómenos, conceitos e materiais sobre a Electrostática que constituíam objecto da pesquisa, por parte dos estudantes.

As perguntas eram respondidas pelos estudantes durante 30 minutos de forma individual e com a vigilância do proponente da pesquisa. Videm o apêndice V.

Durante o teste dos materiais com o grupo dos voluntários, duas experiências foram de carácter demonstrativo pois que, o seu funcionamento acarretava o uso de fontes com tensões elevadas refere-se ao oscilador electrostático e o motor electrostático.

Durante a testagem, o grupo junto com o pesquisador, estava sentado numa mesa circular e o experimento a ser testado no centro, onde cada aluno tinha em mão uma ficha de trabalho que era lida para seguir-se os procedimentos do seu uso.

Um dos voluntários lia a ficha de trabalho enquanto os restantes acompanhavam, e ao terminar-se o outro seguiam as instruções. Para além dos procedimentos haviam questões para o debate, onde os conceitos eram tratados.

Estas questões, possibilitavam um debate e forte interacção no grupo, pois que cada voluntário procurava melhorar a ideia do colega. O pesquisador colocava-se na posição de mediador, e atribuir algumas denominações científicas as suas opiniões, sem contudo ser o provedor das respostas na maioria dos casos.

Foram 10 sessões de 45minuto, que é o tempo de uma aula na escola secundária. Em algumas vezes o debate excedia por 5 a 10 minutos do tempo regulamentar. Ao terminar-se as experiências, o grupo foi submetido ao preenchimento de uma ficha de avaliação que mensurava as suas atitudes durante as actividades.

Pesquisa Documental

Uma outra componente da pesquisa, foi a análise da história da Electrostática presente nos livros didáticos de Física. Pôr-se tratar de conteúdos que constam nos programas de ensino de Física da 10^a e 11^a classe, fez-se uma análise a luz do referencial teórico proposto em Pagliarini (2007, p.60) que apresenta 3 categorias e 10 subcategorias. Esta análise, possibilitou compreender que experimentos históricos podem ser integrados a luz de que história presente em cada um dos livros.

Foram analisados 8 livros didáticos, actualmente em uso no ensino secundário geral tomando como base a forma de apresentação do material histórico, as ideias da natureza científica apresentadas e a qualidade da informação histórica apresentada. Todas estas categorias foram identificadas à luz das suas respectivas subcategorias.

O critério de selecção dos 8 livros, foi efectuada em função do conteúdo inerente, da classe em que cada livro está veiculado e da experiência do pesquisador no ensino destes níveis. A entrevista que foi submetida aos 10 professores de Física que leccionam as classes em análise, reforçou a selecção dos referidos livros. Pois que, uma das questões da entrevista estava relacionada com os livros didáticos que mais usam durante o ensino e aprendizagem da Electrostática.

Entrevista semiestruturada

Para dar o devido enquadramento a pesquisa, de modo a compreender a história e as experiências históricas da Electrostática que são abordados no ensino secundário geral, elaborou-se um roteiro de entrevista para compreender a opinião de 10 professores de Física que leccionam a 10^a e 11^a classe, onde este conteúdo está programado. A entrevista tinha duas componentes, em que a primeira era mais metodológica e a segunda estava na dimensão da compreensão da história da Electrostática por estes professores.

O critério de selecção dos 10 professores foi, não probabilístico intencional, com vista a envolver todos os professores do ensino secundário geral que leccionavam a Electrostática na cidade da Beira, onde a pesquisa teve lugar no momento em que os dados eram colectados.

CONCLUSÕES DA PESQUISA

A pesquisa sobre a história da Electrostática possibilitou a estruturação e o enquadramento dos acontecimentos nas respectivas idades históricas. À luz desta estruturação foi possível conceber, construir, validar e aprimorar experimentos para o ensino da Electrostática.

Foi possível também constatar que a história de experimentação da Electrostática, está veiculada de forma simplificada nos livros didáticos de Física. Esta abordagem não completa de forma satisfatória os conhecimentos a serem transmitidos, podendo ocorrer alguns casos de pseu-história como o caso dos livros B e C, analisados. Resultados semelhantes foram encontrados em pesquisas efectuadas por (Gução, et. Al, 2008); (Pagliarini, 2007).

No seio dos professores entrevistados, registou-se baixo nível de conhecimento face a história de experimentação da Electrostática. Resultados semelhantes também foram encontrados por (Boss, 2011), e refere que estão associados a falta de material de qualidade.

Os experimentos construídos e realizados, possibilitaram por um lado a redução da abstracção na abordagem dos conceitos. E por outro lado, a recapitulação de vários conceitos, tais como: a carga eléctrica, o dipolo eléctrico, o campo eléctrico, os dieléctricos e suas propriedades Electrostáticas, os condutores, a polarização, a atracção e repulsão eléctrica, a força eléctrica bem protecção a Electrostática.

Todos os fenómenos previstos foram observados e estudados através dos dispositivos construídos. Como o caso da atracção de pequenos objectos por um corpo electrizado, o movimento de um carrinho feito de latas de refrigerantes sob acção do campo eléctrico, um filete de líquido deflectido pelo efeito do campo eléctrico, os versórios que detectavam a presença de corpos electrizados, os metais que não se electrizam por fricção, o oscilador electrostático, o nulo efeito do campo eléctrico no interior de uma Gaiola e o funcionamento do motor electrostático feito de disco compacto.

Notou-se também, que as actividades experimentais com recurso a experiências históricas são pouco recorridas pelos professores de Física como uma estratégia didáctica. O recurso a estas actividades pode tornar-se uma metodologia inovativa que estimula a génese e o gosto pela ciência. Pesquisa semelhante, foi efectuada por (Azevedo, et al, 2009), tendo constatado que de um universo de 274 artigos relacionados com a prática das actividades experimentais no ensino de Física, apenas 4 é que tratavam sobre a reconstrução de experiências históricas.

A prática também mostrou que a reconstrução de experiências históricas de Electrostáticas motivou e atraiu os estudantes na aprendizagem, tendo promovido uma melhor compreensão dos conceitos científicos.

No processo de validação, os alunos seleccionados (amostragem intencional) avaliaram as actividades realizadas pela escala de Likert de 10 itens, sendo que a média dos resultados foi de 46.6, como consta no gráfico.

Limitações do estudo

Os resultados encontrados durante o teste dos experimentos, dizem respeito a um grupo de estudantes reduzido, pelo que um estudo com uma turma real poderá ser efectuado.

Mais instrumentos históricos poderiam ser construídos no mesmo âmbito e na mesma temática, como o caso do gerador de Van-Deer-Graaf com material alternativo, electroscópio de Nollet, algumas máquinas Electrostáticas, que não foram apresentados neste trabalho pelo facto de não estarem directamente ligados ao currículo do ensino secundário geral e algumas pelo facto de serem bastante conhecidos na arena escolar.

A capacidade de argumentação dos estudantes do ensino secundário geral, é relativamente baixa, pelo que a pesquisa poderá ter outros resultados quando as experiências históricas forem integradas a estudantes do ensino superior, que estejam frequentando cursos de Licenciatura em Física. Nesta pesquisa, a estratégia foi pelo debate em grupo, deixando que cada um exprima o seu pensamento e intercalando algumas palavras, logo que o estudante começa a perder o raciocínio.

Os conceitos e fenómenos que foram tratados nas experiências realizadas, manifestam-se de forma nítida em ambientes secos. Neste contexto, a definição do período do ano e dia para os testes dos materiais é fundamental. No período do verão e dias onde o ambiente estiver secos os estudantes conseguem de forma satisfatória observar a manifestação destes fenómenos. Assim, a sala onde devem correr estas experiências não deverá estar climatizada, isto é, com ar condicionado, mas sim a condições do tempo iguais ou próximas as do meio exterior.

Ao em vez de integrar de forma piloto as experiências históricas aos estudantes da 11ª classe, seria também exaustivo a sua integração com os professores pelo factos destes serem os factores chaves da popularização do ensino nas escolas. Mas esta tarefa pode tornar-se complexa devido a motivos de ordem administrativa, disponibilidade de tempo. Em contrapartida, todos estes factores, foram acautelados de forma relativamente simples com os estudantes.

BIBLIOGRAFIA

- ASSIS, AndreKoch Torres, *Os fundamentos Experimentais e História da Electricidade*; Montreal, Quebec, 1 Edição, Canadá, 2010, p. 266; ISBN: 9788578610975.
- ATAÍDE M.C.E.S; SILVA; B.V.C; *As metodologias do ensino da ciência: contribuição da experimentação e da história e Filosofia da ciência*; vol. 4; Holos; 2011.
- AUSUBEL, D.; Novak, J.; Hanesian H.; *Psicologia Educacional*; Rio de Janeiro. Ed. Interamericana; 1978.
- AZEVEDO, Luis Hernani; JÚNIOR; Francisco Nairon Monteiro; SANTOS; Thiago PerreiraDos; CARLOS; Jairo Gonçalves e TANCREDO; Bruno Nogueira; *uso de experiências no ensino de Física; tendências a partir do levantamento de artigos em períodos da área de Brasil*; VII encontro Nacional em Educação e Ciências; Florianopolis; 2009 ISSN 21766940.
- BALOI, Mário; *Física 11ª Classe*; Longman Moçambique, 1 Edição, Maputo; 2010
- COSSA, BARBOSA; *Boscoli Barbosa;a experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento*; Fucamp, Brasil 2010 ISSN 2236-9929.
- BASSALO, Jose Maria Filardo, Nascimento da Física 3500 aC-1900 a.D, Editora Universitária, Belém-Pará, Brasil 1996.**
- BOSS, Sérgio Luiz Bragatto; *Tradução comentada de Artigos de Stephan Gray (1666-1736) e Reprodução de experimentos históricos com materiais Acessíveis-Subsidio para o ensino de Electricidade*; Tese de Doutorado; Bauri; SP; 2011.
- BUCHWALD, Jed Z. e Robert FOX; *Electricity and Magnetism to Volta*, Oxford University Press, 2014.
- CARVALHO, CRISTIANO; *História da indução electromagnética contada nos livros didáticos de Física*; Curitiba; 2007.
- CHANG, H. *How historical experiments can improve scientific knowledge and science education: the cases of boiling water and electrochemistry*, v.20, Science & Educationn.3-4,p.317-41, 2011.
- CHIZIANE, Rodrigues António e ANTÓNIO, Amândio; *Saber Física 10*, 1ª Edição, Pearson Moçambique LTD, Maputo,2013.
- COSSA, Rogério, & VILANCULOS, Anastácio; *F11. Física 11ª classe*; Textos Editores 1 Edição, Maputo 2009 p.176.
- DABLE, Caetano; *Teoria quântica de campos*; Brasil, 2008; site: <http://desoxirribonucleico2.blogspot.com/2008/03/teoria-quantica-dos-campos.html>
- DUQUE, Enoqui Renaldi; *História da ciência e uso da instrumentação: construção de aparatos histórico-científicos simples como estratégia de ensino*; Rio de Janeiro; 2009.
- FIOLHAIS, C., e TRINDADE, J. *Física para todos - concepções erradas em mecânica e estratégias computacionais*, Coimbra, 2007 <http://nautilus.fis.uc.pt/softc/Read_c/RV/virtual_water/articles/art3/art3.html> [Capturada em Mar. 2014].
- GATTI, Sandra Regina Teodoro; Nardi, Roberto; Silva, Diriceu Da; *história da ciência no ensino de Física: um estudo sobre o ensino da atracção gravitacional desenvolvido com futuros professores*; Investigação em ciências; Brasil 2010.
- GUÇÃO, Maria Fernanda Bianco; BOSS, Sérgio Luiz Bragatto; etall; *uma análise do conteúdo nos livros didáticos do Ensino Médio: Electrostática*; Curitiba; 2008.
- GUEDES, Manuel Vaz, *O fenómeno eléctrico; Algumas ideias e experiências durante o século XVIII*, Porto Editora, Porto; 2003.
- GUEDES, Manuel Vaz, *Versorium*, Revista Electricidade; n° 376; Lisboa; 2000 capturado em <http://paginas.fe.up.pt/histel/fhistins/versorium.pdf> no dia 30 de Março de 2014.
- GUERRA, Andreia; REIS, José Cláudio; MARCO, Braga; *Uma abordagem histórico-filosófica para o Electromagnetismo no ensino médio*; Rio de Janeiro; 2004.

- HEILBRON; J.L *Electricity in the 17th and 18th century: a study of early modern physics*, Berkeley: University of California Press; 1979.
- HEINECK, R. *Relações entre as disciplinas de Física e de Didáctica de Ciências no curso de magistério-ensino médio*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação. Universidade de Passo Fundo; 1999.
- INDE & MINED; Física, *Programa da 10ª Classe*, INDE/MINED Moçambique; Maputo 6270RLINLD/2010.
- INDE & MINED; Física, *Programa da 11ª Classe*, INDE/MINED Moçambique; Maputo 6270RLINLD/2010.
- JDÁNOV, L.S. & JDÁNOV, G.L.; *Física*, MIR, Moscovo, 1981.
- LIMA, SARA & ALÉXIEVA VÁLIA; *Física 10ª Classe de acordo com o novo programa, Livro do aluno*, Plural editores, Portugal; 2011 p.112.
- MABOTE, Joana Luís & NHANCALE, Isac Nassone; *Física 11 classe*; 1ª Edição: Maputo-Diname; 2003; p.310.
- MACIEL, Noémia; *Física 11ª classe*; Plural Editores; Portugal; 2010; p.223.
- MAGALHÃES, A.P, De Magnete-Imagens do Magnetismo no século XVII, In *Anaias do VII Semana Nacional da História da Ciência e Tecnologia*. Imprensa oficial SP, Edusp, Editora da Unesp, 2000 p.(443-450).
- MARTINS, Roberto de Andrade. *A história das ciências e seus usos na educação*. In: *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino* Cibele Celestino Siilva,(org.).SP: Editora Livraria da Física, 2006.
- MATTHEWS, M. R. *Science Teaching- The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge, 1994.
- MEDEIROS, A. *As origens históricas do Electróscópio*. Revista Brasileira de ensino de Física, v.24,n.3, 2002 p(353-361)
- MENEZES, João Paulo, F10. *Física 10ª classe*, Texto Editoras, Maputo p.160.
- NETO, Luiz Ferraz; *Imperdível Mundo da Física Clássica, Electrostática*; Brasil; 1999. Capturado em www.feiradeciencias.com.br
- NHANCALE, Isaac Nassone; e MABOTE, Joana Luís, *Física 11ª Classe*, 1ª Edição, Diname 2003.
- OKA, Maurício Mussazumi, *História da Electricidade*, versão 1ª 2000
- PAGLIARINI, Cassiano Rezende, *Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de Física para o ensino médio*. 2007. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
- POHL, Robert Wichard; *Elektrizitätslehre*; Funfzenhte Auflage; Berlim. Gottigen; Heidelberg; 1955.
- POPOV; Oleg, *Ensino de Física na Escola Moçambicana*, Maputo; 1993.
- RUSSELL, T. L. *Science Education What history of science, how much, and why?*, v. 65; 1981, p. 51-64,
- SILVA, Cibelle Celestino e PAGLIARINI Cassiano de Rezende; *A natureza da ciência em livros didáticos de Física; XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*; Curitiba; 2008
- SOARES, Paulo António de Toledo; FERRARO, Nicolau Gilberto; JÚNIOR, Francisco Ramalho; *Os Fundamentos da Física*; 8ª Edição; São Paulo; Moderna; 2003; p.468
- VALADARES, Jorge, *Estratégias construtivistas e investigativas do ensino de ciência*; Encontro das ciências no âmbito de novos Programas; Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 4 de Maio S/A; p.19. Artigo capturado no dia 06 de Abril de 2014 no site: http://eec.dgicd.min-edu.pt/documentos/publicacoes_estrat_const.pdf
- VALADARES, Jorge & PERREIRA, Duarte da Costa; *Didáctica da Física e da Química*; Palácio Ceia; Lisboa; 1991; p.397.
- VASCONCELOS, Geraldo M.S F.809; *Instrumentação para o ensino; Experimentos de baixo custo para o Ensino Médio*; Campinas; 2005. Ttp://ifi.unicamp.br/assis.

- VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. *O livro didático de ciências no ensino fundamental – Proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. Ciência & Educação, Brasil, 2003.*
- VINCHIGUERRA, M., *A tecnologia no ensino de Física no ensino médio*, Monografia de Especialização em Informática na Educação. Universidade de Passo Fundo, Brasil, (2001).
- VINHAIS, Humberto Ferreira; *Projecto optimizando de um micro-motor electrostático*; SP, 2004.
- VISCONDI, Tiago de Freitas, *F-809 Instrumentação para o ensino*, 2006 .

