



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
DA NATUREZA

SORAIA BERBAT REBELLO

EXPERIMENTOS DE FÍSICA PARA A ABORDAGEM DO TEMA GERADOR
ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES: CONTRIBUIÇÕES DA
PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL

Niterói

2016

SORAIA BERBAT REBELLO

**EXPERIMENTOS DE FÍSICA PARA A ABORDAGEM DO TEMA GERADOR
ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES: CONTRIBUIÇÕES DA
PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza da Universidade Federal Fluminense - Mestrado Profissional, como requisito para a obtenção do título de Mestre. Área de Concentração: Ensino de Física. Linha de Pesquisa: Ensino-Aprendizagem.

Orientadora:

Prof.^a Dr.^a Luiza Oliveira

NITERÓI, RJ

2016

SORAIA BERBAT REBELLO

**“EXPERIMENTOS DE FÍSICA PARA A ABORDAGEM DO TEMA
GERADOR ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES:
CONTRIBUIÇÕES DA PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL”**


Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação
em Ensino de Ciências da Natureza da Universidade
Federal Fluminense – Mestrado Profissional,
como requisito parcial para a obtenção do **Grau
de Mestre**. Área de Concentração: **Ensino de Física**.

Aprovada em 29 de abril de 2016.


BANCA EXAMINADORA



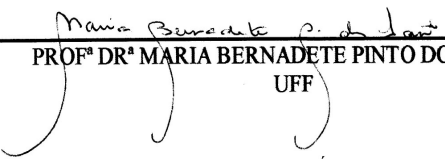
PROFª. DRª. LÚIZA RODRIGUES DE OLIVEIRA
ORIENTADORA/UFF



PROFª. DRª. MAYLTA BRANDÃO DOS ANJOS
IFRJ



PROFª. MSc. LÚCIA DA CRUZ DE ALMEIDA
UFF



PROFª DRª MARIA BERNADETE PINTO DOS SANTOS
UFF

NITERÓI
2016

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais, meus irmãos e meus sobrinhos por estarem sempre ao meu lado me incentivando e acreditando nos meus sonhos. Ao meu esposo André por todo carinho e compreensão. A minha orientadora Prof.^a Luiza Oliveira, aos amigos que me acompanham por toda a vida e em especial aos amigos do mestrado pelo apoio, força, incentivo, companheirismo e amizade. Sem eles nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me conceder sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos, coragem para acreditar, força para não desistir e proteção para me amparar.

A minha família, a qual amo muito, pelo carinho, paciência e incentivo. Em especial aos meus pais que sempre acreditaram em minha capacidade, o que me fortaleceu e me fez sempre tentar fazer o melhor de mim.

Ao meu amado esposo André que é tão importante na minha vida, por ter me chamado para fazer o mestrado com ele e ter feito do seu sonho o nosso sonho, me fazendo acreditar que podemos mais do que imaginamos.

Aos meus irmãos Márcio e Márcia, meus sobrinhos Vinício, Gabriela e Isabela que sempre estiveram comigo me incentivando e me apoiando. Obrigada pelo carinho e pela força!

A minha orientadora Luiza um agradecimento especial por todos os momentos de paciência, compreensão e competência, e que tanto me ajudou e me ensinou se tornando conselheira, confidente e amiga. O meu muito obrigada por ter me ajudado no meu crescimento profissional e pessoal!

A todos os professores do mestrado que de alguma forma contribuíram para minha formação.

A banca examinadora desta pesquisa, Professora Lúcia Almeida, Professora Maria Bernadete Pinto dos Santos e Professora Maylta Brandão dos Anjos, pelas brilhantes considerações que guiaram a confecção final deste trabalho.

As alunas Brenda, Carla, Poliana e Thainá, do Colégio Estadual Nilo Peçanha, pelo apoio, disponibilidade e confiança depositada neste projeto. O meu muito obrigada, por colaborarem de forma entusiasta tornando possível este estudo.

Em especial a minha amiga Márcia Eliane, professora do Colégio Estadual Nilo Peçanha, que participou ativamente deste projeto junto às alunas do colégio, contribuindo e abraçando o projeto, pela força, disponibilidade, companheirismo e amizade. Obrigada por tudo!

Ao LALIDH/IPSi/UFF – Laboratório de estudos da linguagem e do desenvolvimento humano, em especial a Deborah, Juliane, Matheus, Raquel, Roberto, Samara e Shayla, pela parceria e colaboração em todos os momentos

Aos meus amigos do mestrado da turma 2013, pelos momentos divididos juntos. Foi bom poder contar com vocês!

Aos amigos

“Quem tem um amigo, mesmo que um só, não importa onde se encontre, jamais sofrerá de solidão; poderá morrer de saudades, mas não estará só”.

Amir Klink

"O ser humano vivencia a si mesmo, seus pensamentos como algo separado do resto do universo - numa espécie de ilusão de óptica de sua consciência. E essa ilusão é um tipo de prisão que nos restringe a nossos desejos pessoais, conceitos e ao afeto apenas pelas pessoas mais próximas. Nossa principal tarefa é a de nos livrarmos dessa prisão, ampliando nosso círculo de compaixão para que ele abranja todos os seres vivos e toda a natureza em sua beleza. Ninguém conseguirá atingir completamente este objetivo, mas lutar pela sua realização, já é por si só parte de nossa liberação e o alicerce de nossa segurança interior."

Albert Einstein.

RESUMO

Esta Dissertação teve por objetivo elaborar um modelo de Laboratório de Física para o Ensino Médio. Para tanto, foi realizada uma pesquisa qualitativa com análise de dados secundários e com a análise de uma observação com intervenção. O aporte teórico foi a Teoria da Psicologia Histórico-Cultural de Vigotski, que afirma a complementação entre concepção prévia e o conceito científico, entre a contextualização e a generalização. Foi possível concluir que o experimento pode ser considerado como um meio de desenvolver o pensamento abstrato, uma vez que evolui de formas simples e elementares para outras mais complexas. No entanto, é a metodologia de ensino que é determinante.

Palavras-Chave: psicologia histórico-cultural; contextualização; generalização.

ABSTRACT

This dissertation aims at elaborating a model for a Laboratory of Physics for Secondary education. For such, a qualitative research with the analysis of complementary data and of observation with interventions was undertaken. The theoretical basis was Vygotsky's Theory of Historic-Cultural Psychology, in which he affirms the complementation between previous conception and the scientific concept, between contextualisation and generalisation. It was concluded that the experiment can be considered as a means of developing abstract thinking , since evolves simple and elementary forms to more complex. However, it is the teaching methodology that is decisive.

Keywords: Historic-Cultural Psychology, contextualisation, generalisation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO, p. 11

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA, p. 11

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA, p. 16

1.3 JUSTIFICATIVA, p. 16

1.4 OBJETIVOS, p. 16

1.4.1 Objetivo geral, p. 16

1.4.2 Objetivos específicos, p. 18

2 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO, p. 20

2.1 FUNDAMENTAÇÃO - PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL DE VIGOTSKI, p. 20

2.2 O CONCEITO DE MEDIAÇÃO, p. 21

2.3 APRENDIZAGEM E ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL, p. 24

2.4 CONTEXTUALIZAÇÃO E GENERALIZAÇÃO, p. 24

2.5 O USO DO LABORATÓRIO NO ENSINO DE FÍSICA E AS CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DE VIGOTSKI, p. 26

3 A PESQUISA DE CAMPO: PLANEJANDO O LABORATÓRIO DE FÍSICA, p. 30

3.1 TIPO DE PESQUISA, p. 30

3.2 COLETA DE DADOS, p. 31

3.3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS SECUNDÁRIOS, p. 31

3.4 METODOLOGIA PARA A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA, p.37

3.4.1 A fundamentação, p. 37

3.4.2 Ambiente como tema gerador, p. 38

3.4.3 O desenvolvimento, p. 40

3.4.3.1 Construindo a metodologia, p. 41

3.5 O PRODUTO FINAL: LABORATÓRIO VIRTUAL, p. 72

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS, p. 73

5 OBRAS CITADAS, p. 75

6 ANEXO, p. 79

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Este trabalho versa sobre a Experimentação no Ensino de Física.

A atividade experimental de demonstração compartilhada por toda classe sob a orientação do professor, em um processo interativo que de certa forma simula a experiência vivencial do aluno fora da sala de aula, enriquece e fortalece conceitos espontâneos associados a essa atividade talvez até os faça surgir e pode oferecer os mesmos elementos de força e riqueza característicos desses conceitos para a aquisição dos conceitos científicos que motivaram a apresentação da atividade (GASPAR; MONTEIRO, 2005, s/p).

As atividades experimentais podem fazer com que os conceitos prévios, aqueles que são anteriores à sistematização do pensamento abstrato – os conceitos espontâneos¹, ganhem forma e interpretações científicas, mediando a aprendizagem e promovendo a curiosidade. Além disso, a experimentação pode ser desenvolvida de forma a contextualizar o conteúdo de Física, a fim de que conceitos tão abstratos ganhem sentido e concretude para o aluno (VIGOTSKI, 2003, p.115).

O uso de experimentos como uma proposta de aprendizagem no Ensino de Física não deve ser mera ilustração, mas deve, além de desenvolver a curiosidade e provocar o interesse do aluno, aproximar a linguagem científica dos conteúdos prévios apresentados pelos sujeitos da aprendizagem.

A relação entre os conceitos prévios da criança e os conceitos científicos, isto é, a explicação de como partimos de conceitos formulados no dia a dia para chegarmos aos conceitos sistematizados da Ciência é o objeto de estudo da área de Ensino de Ciências. Este campo vem se aportando em outras áreas de conhecimento a fim de desenvolver modelos explicativos sobre o seu objeto de investigação. Um desses saberes, e o mais presente, é a Psicologia. Atualmente, existem muitos trabalhos de pesquisa (GEHLEN *et al*,

¹ Na abordagem vigotskiana, o termo conceito espontâneo não é adequado, pois a teoria não pressupõe um desenvolvimento espontâneo, haja vista que é a interação social determinante nesse processo. No entanto, a área de ensino de ciências, após décadas de aporte piagetiano ainda utiliza este termo.

2008, p. 13; SCHROEDER, FERRARI e MAESTRELLI, 2009, s/p; SCHROEDER, 2007, p. 293; SPOSITO, 2007, p. 29), que explicam a aprendizagem-científica a partir de um campo da Psicologia denominado de Psicologia Histórico Cultural.

A Psicologia Histórico Cultural evidencia a relação entre o social e o desenvolvimento humano, e, em vários momentos toma a aprendizagem escolar como objeto de estudo. No ensino escolar, percebe-se a importância dessa interação social no processo de aprendizagem, já que não é possível desassociar as concepções que o aluno apresenta, que são oriundas do seu cotidiano, do conceito científico. Neste sentido, a teoria enfatiza a relação entre os conceitos científicos (conhecimentos sistematizados) e os conceitos espontâneos (apropriados no cotidiano), como forma de favorecer a formação dos conceitos (VIGOTSKI, 2003, p.103). Esta perspectiva é novidade no Ensino de Ciências, pois antes, vários modelos sustentavam a contraposição entre a concepção prévia e o conceito científico.

O Ensino de Física que objetiva a construção do conhecimento científico e desenvolvimento de metodologias para a educação científica teve sua origem no final dos anos cinquenta e início dos sessenta nos EUA com o projeto PSSC (*Physical Science Study Committee*), pensado para efetivar um Ensino de Física atualizado, motivador e eficiente, tendo como finalidade principal formar cientistas. Neste modelo, o aluno aprenderia ciência por si, a partir de atividade experimental contidas no material do aluno e essas experiências dariam ao aluno a possibilidade de simular o papel do cientista na descoberta da ciência. A responsabilidade da aprendizagem é transferida para o aluno, já que ao professor restou o papel de gerenciador do processo educacional, distribuindo material, estabelecendo e controlando cronogramas etc. Funções estas muitas vezes já incluídas no pacote educacional (GASPAR, s/d, p.1). Trata-se de uma abordagem comportamentalista, na qual os programas de instrução programada funcionavam como máquinas de aprendizagem e os laboratórios eram parte importante deste processo, pois essa perspectiva empirista afirmava uma aprendizagem que se dá pelos órgãos dos sentidos e pela mera contingência do ambiente imediato.

Esses programas de instrução programada diziam como deveriam se apresentar os conteúdos da Física em sala de aula, isto é, apresentava

metodologias com experimentos, demonstrações, mas pouco ou nada disseram sobre como se aprende este conteúdo, ou seja, como se dá a construção do conceito científico. Tais programas veicularam a ideia de que bastava ter o material e a metodologia adequada (esta pautada na apresentação empírica e na repetição), que tudo estaria resolvido, a aprendizagem aconteceria pela simples observação e manuseio do material pelo aluno. Era comum seguirmos um passo a passo. Para esta abordagem, ensino e aprendizagem não são interdependentes (MOREIRA, 2000, p.94).

Entendemos que a aprendizagem é uma questão mais complexa, a própria Física não deve ser ensinada sob um único enfoque. A Física deve ser apresentada e apreciada sobre várias perspectivas, pois adquirimos conhecimentos através da interação cultural, da troca, ou negociação de significados. Não podemos achar que um simples manuseio de um material irá se transformar em conhecimento.

O Ensino de Física passou por transformações e percorreu vários caminhos para analisar e dar suporte ao processo de construção de conhecimento científico. Nesse percurso, uma teoria importante foi a da Mudança Conceitual de Posner, que apresentava a ideia de que um conceito novo só é construído a partir de uma insatisfação com a concepção prévia, ou seja, com a concepção anterior. Esta abordagem está apoiada na ideia de que o desequilíbrio conceitual, que promove a insatisfação com as concepções existentes, é que leva à mudança conceitual. Esta teoria não foi suficiente para explicar o processo de mudança conceitual, pois não apresentava nada além da proposta de provocar insatisfação do aluno diante de suas concepções prévias. Ou seja, não havia uma explicação de como este processo se dá no desenvolvimento cognitivo da criança (OLIVEIRA, 2010, p. 12).

Por isso, a Teoria da Epistemologia Genética de Piaget é tão importante para a área de Ensino de Ciências, pois faz exatamente o que Posner não fez: explica como se dá o processo de desenvolvimento do pensamento. Segundo Piaget, a construção do conhecimento é um processo contínuo, caracterizado por diversos estágios, que definem um momento de desenvolvimento no qual o aluno aprende a partir das estruturas cognitivas estabelecidas naquele nível de desenvolvimento. Para Piaget, a aprendizagem está centrada no aluno, ele está no centro do processo de aprendizagem já que

sua estrutura de pensamento é que é definitiva para determinar o que a criança pode aprender. Por exemplo, segundo Piaget, não podemos ensinar operações matemáticas a crianças entre 2 e 6 anos, pois elas estão em um nível de desenvolvimento, período pré-operatório, caracterizado pela incapacidade de pensar o mundo de forma reversível. Assim, para ele, as estruturas psicológicas são determinantes na aprendizagem, sendo o meio e o professor apenas facilitadores desse processo (OLIVEIRA, 2010, p. 13).

No Ensino de Física, um professor influenciado pela concepção piagetiana investiga o que o aluno já sabe, para escolher a prática pedagógica e o conteúdo adequados (GOMES; BELLINI, 2009, p. 2301.1).

Na concepção piagetiana o professor enfatiza que não existe um único método na construção do conhecimento, ele apresenta a Física como um produto de uma atividade social, política e econômica. Para ele a aprendizagem só será efetiva e duradoura se o aluno adquirir responsabilidade, autonomia, criatividade, solidariedade e senso crítico.

A partir deste modelo, o laboratório no ensino das ciências teria apenas a função de facilitar o desenvolvimento de um conteúdo que se desenvolve de maneira espontânea, tal como qualquer outra metodologia – o caráter é praticamente de ilustração.

Outro modelo que foi apropriado recentemente pela área de Ensino de Ciências é o da Psicologia Histórico Cultural, que apresenta concepção diferente acerca do desenvolvimento cognitivo do sujeito.

Segundo a psicologia de Vigotski, principal representante da psicologia histórico-cultural, o sujeito se constitui não somente devido aos processos de maturação orgânica, mas, principalmente, através de suas interações sociais, a partir das trocas estabelecidas com seus semelhantes (REGO, 2014, p. 41). Essas trocas consistem em conjunto de valores, conhecimentos, sistema de representação, técnicas, formas de pensar e de se comportar. Para que exista apropriação desses valores é preciso também que ocorra a internalização, na qual o conhecimento é reconstruído pelo sujeito. O desenvolvimento do conhecimento do aluno segue o caminho do social para o individual (REGO, 2014, p. 41). Tratando especificamente da aprendizagem científica, para Vigotski, o pensamento conceitual depende do contexto em que o indivíduo está inserido, o que o faz afirmar que a relação entre concepção espontânea e

concepção científica implica influência mútua, pois “frente a um conceito sistematizado desconhecido, a criança busca significá-lo através de sua aproximação com outros já conhecidos, já elaborados e internalizados (FONTANA², 1993, *apud* REGO, 2014, p. 78).

A proposta desta Dissertação é desenvolver um laboratório cujos experimentos sejam fundamentados nesta abordagem que afirma a complementação entre concepção prévia (espontânea) e o conceito científico, a partir da Psicologia Histórico Cultural de Vigotski.

A aprendizagem e o desenvolvimento do aluno só serão possíveis através da sua interação com o ambiente social no qual está inserido. Na psicologia histórico-cultural de Vigotski, a aquisição (internalização) de conhecimentos acontece, de forma especial, pois sistemática, no ambiente escolar, seja aluno com aluno ou aluno com professor, mostrando a interdependência dos indivíduos envolvidos no processo.

Neste processo o professor, ao ensinar, o faz de maneira participativa, dialogando com os alunos, num processo no qual cada aluno expõe as suas ideias proporcionando assim um ambiente favorável a apropriação dos conceitos e fenômenos físicos (ROSA; ROSA, 2004, p.5). Ao debatermos determinado assunto, hipóteses e dúvidas surgirão e poderão ser sanadas num diálogo construtivo. Porém, é mais do que o uso do diálogo, é o diálogo para favorecer a relação entre a contextualização e a generalização na formação do conceito científico; conceitos que serão tratados ao longo do capítulo teórico e que são importantes para entendermos a ideia de que não adianta apresentarmos o conceito científico ao aluno sem nenhum tipo de contextualização.

A partir dessa visão de ensino propomos um laboratório, em que as práticas pedagógicas ultrapassem o limite da informação e contribuam para a formação de indivíduos conscientes, críticos e atuantes. Neste contexto, o Ensino de Física pode contribuir para uma sociedade mais consciente e capaz. E, além disso, lembramos sempre que a grande questão desta dissertação é

² FONTANA, R.A.C. "A elaboração conceitual: a dinâmica das interações na sala de aula". In: SMOLKA, A.L.B. & GÓES, M.C. de (orgs.). **A linguagem e outro no espaço escolar: Vygotsky e a construção do conhecimento**. Campinas: Papirus, 1993.

propor um modelo de laboratório no qual a formação do conceito científico seja desenvolvida a partir da relação entre a contextualização e a generalização.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Assim, o problema desta pesquisa configura-se a partir da seguinte pergunta: como criar um laboratório de ensino de Física para o Ensino Médio, a partir da abordagem da Psicologia Histórico Cultural? Como criar um laboratório que propicie ao estudante associar conceitos e significados, por meio das interações com o mundo que o cerca?

1.3 JUSTIFICATIVA

Estudos na área de Ensino têm apontado para a necessidade de mudanças no sentido de tornar o ensino da Física mais experimental, contextualizado e mais significativo (GARCIA, 2012, p. 150; RICARDO, 2010, s.p). Precisamos formar cidadãos conscientes e que possam discernir sobre temas da atualidade; é o que nos pede as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 2002, p. 9), mas para isso é necessária uma aprendizagem mais efetiva em conceitos e a elaboração de experimentos para além dos modelos que contrapõem as concepções espontâneas/prévias às concepções científicas.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Elaborar uma metodologia para aplicação de experimentos no Ensino de Física do Ensino Médio com a fundamentação da Psicologia Histórico Cultural.

Nesta pesquisa falamos em Experimentação em Ensino de Física tomando como base a Psicologia Histórico Cultural e os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (PCN – EM), que expressam:

A intenção de completar a formação geral do estudante nessa fase implica, entretanto, uma ação articulada, no interior de cada área e no conjunto das áreas. Essa ação articulada não é compatível com um trabalho solitário, definido independentemente no interior de cada disciplina, como acontecia no antigo ensino de segundo grau – no qual se pressupunha outra etapa formativa na qual os saberes se interligariam e, eventualmente, ganhariam sentido. Agora, a articulação e o sentido dos conhecimentos devem ser garantidos já no ensino médio. Num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, estar formado para a vida significa mais do que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos (MEC, 2002, p. 9).

Os PCN – EM indicam como um dos objetivos para o Ensino de Física, a interdisciplinaridade que é uma nova concepção de ensino e de currículo, baseada na interdependência entre os diversos ramos do conhecimento. A interdisciplinaridade supõe um eixo integrador, que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Nesse sentido, ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários (BRASIL, 2002, p. 88-89). Sendo assim, o laboratório a ser desenvolvido terá interação entre a Física e outros saberes.

Ainda fazendo referência aos PCN-EM, há também a perspectiva de um ensino baseado na contextualização, que é uma nova forma de estabelecer o vínculo entre as concepções prévias e as concepções científicas. O conceito de contextualização, quando fundamentado na obra de Vigotski, significa permitir a elaboração de uma forma cada vez mais complexa do particular, da concepção espontânea. Particular (pensamento sincrético, imaginação, concepção prévia, concepção espontânea), que não é obstáculo ao conhecimento, mas está em permanente relação com o conhecimento generalizante (conceito supra-ordenado, conceito científico). É isso que permite a generalização tão cara para o desenvolvimento de uma concepção científica (OLIVEIRA et al, 2015, p.33).

Para que todo o processo de conhecimento possa fazer sentido para os jovens, é imprescindível que ele seja instaurado por meio de um diálogo constante entre alunos e professores, mediado pelo conhecimento. E isso somente será possível se estiverem sendo considerados objetos, coisas e fenômenos que façam parte do universo vivencial do aluno, seja próximo, como carros, lâmpadas ou televisões, seja parte de seu imaginário, como viagens espaciais, naves, estrelas ou o Universo. Assim, devem ser contempladas sempre estratégias que contribuam para esse diálogo (BRASIL, 2002, p. 83).

Esta relação entre contextualização e generalização como forma de estabelecer os vínculos entre as concepções espontâneas e as concepções científicas será desenvolvida na discussão teórica desta Dissertação.

O conceito de contextualização, assim, remete a um ensino em que aprendizagem não é mera repetição de conteúdo, mas é a internalização de conceitos, e se bem aprendidos são aplicados à vida cotidiana. Por isso, tomamos a Psicologia Histórico-Cultural de Vigotski como aporte teórico, pois o autor russo propõe exatamente este modelo de aprendizagem. Esta abordagem pode significar teoricamente o que está exposto no PCN-EM.

Contextualização sócio-cultural • Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico. • Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico. • Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia. • Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana. • Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes (MEC, 2002, p. 29).

1.4.2 Objetivos Específicos

Consideram-se objetivos específicos desta pesquisa:

- Fazer um levantamento sobre o tema da pesquisa em revistas da Área de Ensino de Física, a fim de identificar como a experimentação vem sendo apresentada nas pesquisas dessa área;

- a partir das análises do objetivo anterior, associadas aos estudos teóricos realizados nesta Dissertação, desenvolver e elaborar metodologia para aplicação de experimentos do Ensino de Física no Ensino Médio, com ênfase na psicologia histórico-cultural;

- divulgar esta metodologia por meio de um laboratório virtual – produto final desta Dissertação.

2 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTAÇÃO - PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL DE VIGOTSKI

Vigotski, psicólogo russo, que começou seus estudos na Rússia pós-revolucionária no início do século XX, acreditava que a aquisição de conhecimentos se dá através da interação do sujeito com o meio cultural. Segundo ele, o sujeito adquire conhecimentos a partir de relações intra e interpessoais, através de um processo de mediação, que será apresentado nesta Dissertação em breve.

Para o autor russo, as características humanas de um indivíduo não se dão apenas por características biológica, nem tão pouco resulta apenas das pressões com o meio externo. Essas características são resultados das relações do homem em sociedade, pois quando ele transforma o meio procurando resolver problemas, ele também transforma a si mesmo. Ele acreditava que as características individuais estavam impregnadas de trocas com o coletivo, construída a partir de sua relação com o outro, através da convivência social. Este processo de socialização promovia a aprendizagem com a internalização de conceitos.

Referindo-se especificamente à escola, Vigotski diz que esta instituição é um espaço em que a socialização é privilegiada, pois o processo de ensino-aprendizagem envolve diretamente a interação entre sujeitos, em que o indivíduo se desenvolve movido por mecanismos de aprendizagem de forma sistemática, o que faz com que o sujeito também se desenvolva, internalizando condições sociais objetivas.

Os conceitos são ferramentas que utilizamos para pensarmos o mundo e a nós mesmos, e também são instrumentos mediacionais através dos quais interpretamos e interagimos com as realidades que nos cercam. A linguagem é um mediador fundamental, já que traz consigo conceitos elaborados culturalmente. Só construímos conhecimento, só aprendemos, a partir da nossa relação com o outro. Só internalizamos, só nos constituímos como sujeitos, a partir do material interpsicológico das relações sociais. A internalização dos conceitos espontâneos e científicos acontece quando

mediada pedagogicamente e planejada intencionalmente, por isso a importância da interferência do professor no processo de aprendizagem. No exercício de compartilhar significados com o professor e com os colegas, o aluno vai se familiarizando e construindo significados próprios. Segundo Vigotski (2003, p.124), a palavra não expressa o pensamento, ela o mediatiza: nós pensamos com as palavras.

2.2 O CONCEITO DE MEDIAÇÃO

Na abordagem histórico-cultural, a aprendizagem se dá pelo desenvolvimento na relação com o outro, pela troca de experiências propiciadas pelo convívio social. É nesta troca de ideias, informações, emoções e afetividade que nós desenvolvemos e nos tornamos indivíduos únicos.

Na escola os alunos interagem com o professor e com os colegas de turma apropriando-se do conhecimento. Na interação com o outro, o ensino acontece por meio do diálogo, os alunos são levados a trocar conhecimentos e experiências para formar novas ideias e responder novas perguntas.

O professor media e auxilia na construção do conhecimento por meio de hipóteses, princípios explicativos, ideias e demonstrações, ao inserir um novo conteúdo ao mesmo tempo em que os alunos questionam, debatem e reestruturam o que aprendem. O professor é o responsável em trazer elementos novos para que os alunos sejam capazes de apreender, entender e resolver esses novos conceitos ou conhecimentos.

No ambiente escolar, a prática está voltada para a construção do conhecimento. O professor possibilita ao aluno o acesso aos conhecimentos sistematizados fazendo com que trabalhe os significados e seu raciocínio.

Os postulados de Vigotski parecem apontar para a necessidade de criação de uma escola bem diferente da que conhecemos. Uma escola em que as pessoas possam dialogar, duvidar, discutir, questionar e compartilhar saberes. Onde há espaço para transformações, para as diferenças, para o erro, para as contradições, para a colaboração mútua e para a criatividade. Uma escola em que professores e alunos tenham autonomia, possam pensar, refletir sobre o seu próprio processo de construção de conhecimentos e ter acesso a novas informações. Uma escola em que o conhecimento já sistematizado não é tratado de forma dogmática e esvaziado de significado (REGO, 2014, p.118).

Segundo Vigotski, a relação entre o pensamento e a linguagem sofre várias mudanças ao longo da vida do indivíduo. O pensamento e a linguagem têm origens diferentes e se desenvolvem de modo independente, mas devido à inserção do indivíduo em um grupo social, eles se encontram e dão origem a um novo modo de funcionamento psicológico, mais desenvolvido e sofisticado, característico do ser humano. Com a linguagem, o indivíduo passa a expressar o pensamento e a organizar esse pensamento. O desenvolvimento da linguagem é impulsionado pela necessidade de comunicação (REGO, 2014, p. 64).

A associação entre pensamento e linguagem pode ser explicada pelos conceitos expressos na obra do autor denominados de Estágio pré-intelectual do desenvolvimento da fala e Estágio pré-linguístico do desenvolvimento do pensamento. É importante ressaltar que o termo estágio na obra de Vigotski não significa etapa linear do desenvolvimento, mas, sim, formas de funcionamento da subjetividade. O Estágio pré-intelectual do desenvolvimento da fala, segundo Vigotski, significa que mesmo a fala mais primitiva da criança é social, ela se manifesta através de sons, gestos e expressões faciais: rindo, chorando, balbuciando, não só como uma forma de alívio emocional, mas também como meio de contato com os membros de seu grupo. À medida que a criança convive com os adultos e interage com eles, esses sons, gestos e expressões passam a ser interpretados pelos adultos e ganham significados que serão inseridos no seu meio social. Com o passar do tempo a criança interage e dialoga com os indivíduos mais velhos do que ela do seu grupo social e com eles aprende a usar a linguagem como instrumento do pensamento e como meio de comunicação. Nesse momento o pensamento e a linguagem se associam, o pensamento torna-se verbal e a fala racional. A fala evolui de uma fala exterior para uma fala egocêntrica e, desta, para uma fala interior. Para Vigotski a fala egocêntrica é uma transição entre estados mentais individuais não verbais, de um lado o discurso socializado e do outro o pensamento lógico e ela acontece em uma trajetória de fora para dentro do indivíduo. O domínio de uma nova linguagem possibilita novas formas de comunicação com os indivíduos e de organização de seu modo de agir e de pensar (REGO, 2014, p.63).

Segundo Vigotski, este “estágio” não é característico de uma etapa da vida do indivíduo, mas representa o modo de funcionamento do psiquismo quando este está diante de uma situação nova. Se pensarmos este processo na aprendizagem escolar, especificamente no ensino de ciências, nos deparamos com o início da internalização de um conceito. Isto é, os “balbucios” que se formam entre o conceito prévio do aluno e o conceito científico apresentado pelo professor. Por exemplo, no ensino do conteúdo ‘Produção de energia’, nas aulas de física no ensino médio, após as primeiras interações, o aluno não necessariamente internaliza este conceito, por isso precisará da interação com o professor, que ao aproximar o conceito científico da concretude do conceito prévio do aluno e depois dos seus ‘balbucios’, quando o aluno estiver em vias de internalizar o conceito, media a aprendizagem do aluno.

No estágio pré-linguístico do desenvolvimento do pensamento, mesmo antes de aprender a falar, a criança demonstra uma inteligência prática, capaz de resolver problemas práticos e agir no ambiente ao seu redor. Um exemplo disso é que a criança é capaz de subir no seu berço através de um sofá próximo ao berço se quiser alcançar algum objeto ou brinquedo que esteja dentro dele. Mas, só será capaz de refletir sobre o que fez a partir da mediação do outro. Na aprendizagem científica que acontece na escola, muitas vezes o aluno, que está em vias de aprender, internalizar um conceito, sabe demonstrar um experimento, sabe aplicar uma fórmula, mas não sabe refletir sobre os mesmos diante de um conceito físico. Geralmente, com nossa prática empirista, tendemos a achar que só isso indica a aprendizagem de um conceito. No entanto, Vigotski nos alerta para o fato de que a internalização de um conceito que exige tanta capacidade de abstração significa a conscientização dos próprios processos mentais. Ou seja, a aprendizagem de fato de um conceito físico só se dá quando somos capazes de, por exemplo, aplicar o conceito para além das práticas escolares e, mais ainda, quando somos capazes de desenvolver (fazer avançar, refinar) operações intelectuais, tais como: atenção deliberada, memória lógica, capacidade para comparar e diferenciar, finalmente, a abstração.

2.3 APRENDIZAGEM E ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL

Aprendemos por meio das relações sociais, na interação com o outro, através da linguagem. A linguagem é um sistema de signos e palavras que constituem um meio de contato social com outras pessoas possibilitando essa interação. A palavra tem a função mediadora, associamos a palavra a alguma coisa ou objeto, em Física a nomes, fórmulas e conceitos. Ao incentivar o aluno a associar a palavra a alguma coisa ou objeto estamos enriquecendo essas interações, nesse momento o aluno passa a compartilhar significados com os professores e os colegas, nesse processo as palavras passam a ganhar significados e ocorre a internalização de conhecimento. Esses processos se internalizam e passam a fazer parte das aquisições do seu desenvolvimento individual. O aluno aprende a organizar e criar seus conceitos próprios.

Segundo Vigotski, quando o aluno consegue realizar aquilo que aprendeu de forma independente - Desenvolvimento Real, o conhecimento já está internalizado. Mas, para chegar a este nível o aluno realiza ações através da mediação de outras pessoas - Zona de Desenvolvimento Potencial. Entre esses dois níveis está a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

A Zona do Desenvolvimento Proximal refere-se, assim, ao caminho que o indivíduo vai percorrer para desenvolver funções que estão em processo de amadurecimento e que se tornarão funções consolidadas, estabelecidas no seu nível de Desenvolvimento Real (OLIVEIRA, 1997, p.60).

O papel do professor na educação escolar é o diferencial no desenvolvimento proximal do aluno. O professor media o conhecimento utilizando meios de ensinar através da explicação e orientação, ajudando a construir a aprendizagem do aluno num processo de construção e reconstrução de significados. A questão que move esta dissertação é como fazer isso, no ensino de física, usando o laboratório.

2.4 CONTEXTUALIZAÇÃO E GENERALIZAÇÃO

No ambiente escolar a contextualização ajuda o aluno a ser um sujeito crítico, ativo e participativo. Para se ter um ensino contextualizado devemos ter

estratégias didáticas que nos ajudem a desenvolver conteúdos e metodologias a partir de situações de aprendizagem bem definidos. Uma das maneiras seria através de uma situação-problema construída com a mediação do professor ajudando assim na construção da aprendizagem. Segundo Vigotski, a prática social mediada pedagogicamente e intencionalmente planejada auxilia na compreensão do processo de internalização dos conceitos espontâneos ou cotidianos que são aqueles construídos na experiência pessoal, concreta e cotidiana do aluno; e, também, dos conceitos científicos que são aqueles elaborados na sala de aula, adquiridos por meio do ensino sistemático. E mais do que isso – esta prática social mediada pode promover a correlação entre as concepções prévias dos alunos e as concepções científicas.

A seguir três tipos de contextualizações usadas no Ensino de Ciências: a contextualização tomada como prática ilustrativa é inspirada na abordagem piagetiana, presente na área de Ensino de Ciências nas décadas de 1980 e 1990, a contextualização que se aproxima do senso comum, mas não contribui para a aprendizagem e a contextualização fundamentada na ideia como se dá o conhecimento, como se constitui a relação sujeito-objeto, ou seja, pela discussão (OLIVEIRA et al, 2015, p.30).

O conceito de contextualização entendido a partir da teoria histórico-cultural de Vigotski recupera o lugar daquele que aprende, compreendendo-o como sujeito histórico. Nesse sentido a teoria revela nova forma de se pensar os vínculos entre contextualização e a generalização, não mais como opostas, mas como complementares. No ambiente escolar, um conceito simples construído nas relações do dia a dia vai se tornando mais complexo (OLIVEIRA et al, 2015, p.33).

Vigotski nos auxilia na compreensão do processo de internalização dos conceitos científicos a partir de uma prática pedagógica intencionalmente planejada, mas com o recurso da mediação. A formação de conceitos científicos na escola se dá por meio de processos dialógicos estruturados a partir de sujeitos que ocupam lugares diferentes e historicamente referenciados pelos significados atribuídos aos conteúdos do currículo.

Generalizar é formar conceitos, isto é, construir o significado de uma palavra. Generalizar é classificar, é agregar comportamentos sob um mesmo rótulo, uma mesma categoria. Toda generalização, toda formação de conceitos

é um ato mais específico, mais autêntico e mais indiscutível do pensamento. Dessa maneira, generalizar é enxergar todos os possíveis significados (zonas) que um conceito pode ter, mediante o contexto em que se está inserido. A generalização só é possível com a interação social, na interlocução das relações, e as transformações do significado da palavra devem relacionar-se um contexto.

2.5 O USO DO LABORATÓRIO NO ENSINO DE FÍSICA E AS CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DE VIGOTSKI

Na abordagem de Vigotski, o uso de um laboratório de Ensino de Física proporcionaria o contato dos alunos com os experimentos. Na aula prática o professor mediador pode sugerir ao aluno observar, apreciar, tecer comentários sobre os experimentos expostos na sala. A intenção do professor é de ampliar o conhecimento do aluno por meio de trocas de informações e experiências entre o aluno e o professor e entre os próprios alunos. Os experimentos contextualizados seriam responsáveis por criar uma zona de desenvolvimento proximal, porque com os experimentos os alunos internalizariam fenômenos, conceitos, procedimentos, modo de agir e de pensar a respeito de conteúdos relacionados a um determinado experimento.

A atividade experimental de demonstração compartilhada por toda classe sob a orientação do professor, em um processo interativo que de certa forma simula a experiência vivencial do aluno fora da sala de aula, enriquece e fortalece conceitos espontâneos associados a essa atividade e pode oferecer os mesmos elementos de força e riqueza característicos desses conceitos para a aquisição dos conceitos científicos que motivaram a apresentação da atividade (GASPAR; MONTEIRO, 2005, s/p).

Esta simulação permite a internalização de conceitos porque tem os mesmos princípios da brincadeira. E no caso da criança mais velha e do adulto, a brincadeira tem a função de representar uma realidade ausente, sobretudo, porque envolve uma situação imaginária. É possível, assim, abstrair as características do objeto real e se deter no significado definido pela brincadeira. O esforço de entender o sentido do experimento, tal como da brincadeira, faz com que o aluno desenvolva características do pensamento que ainda não

tinha – o conceito prévio dele assim vai ascender diante do conceito científico que descendeu pelo experimento, pela brincadeira.

A atividade experimental é uma forma lúdica de nos aproximarmos da realidade, tal como no brinquedo, com ela criamos uma zona de desenvolvimento proximal entre o imaginário e o real, na medida em que impulsionamos conceitos e processos em desenvolvimentos, tais como: capacidade de fazer perguntas, questionar situações, encontrar respostas, descobrir novas soluções, encontrar e reestruturar novas relações. “A atividade lúdica é compreendida como alavanca para o processo de desenvolvimento infantil” (SILVEIRA; SANTOS, 2007, p.37).

Podemos dar sentido à atividade experimental no ensino de ciências, também, a partir da ideia que Vigotski apresenta acerca das relações entre imaginação criadora e atividade produtiva. Vigotski faz isso tomando por base a teoria de Marx – o homem, apesar de fazer parte da natureza, se diferencia dela, pois é capaz de transformá-la segundo suas necessidades. Porém, ao transformar a natureza, o homem também se modifica; isto é, as funções psicológicas vão se tornando cada vez mais sofisticadas. Repetimos, assim, no desenvolvimento ontogenético, o que nos produziu como homem de forma diferente dos animais– desenvolvimento sociogenético. Quando um homem criou um instrumento, tomando um elemento da natureza, para modificar a própria natureza, modificou sua forma de estar no mundo. Outros homens copiaram, aperfeiçoaram e o instrumento torna-se também signo, quando o homem passa a usá-lo para lembrar, contar, relatar, comunicar etc. Assim, com o auxílio de signos, o homem pôde controlar voluntariamente sua atividade psicológica e ampliar sua capacidade de atenção, de memória, dentre outras. E este desenvolvimento não cessou; o homem, em várias etapas da sua vida, segue aperfeiçoando as funções psicológicas superiores com o uso da técnica, que ajuda a desenvolver, entre outras funções, o pensamento abstrato, fundamental para o entendimento da formação dos conceitos científicos.

É o domínio da técnica que pode promover transformação qualitativa no desenvolvimento do sujeito.

Se quando era menor, a superação das dificuldades técnicas arrefecia e freava seus ímpetos de criadores, agora é o contrário: determinadas limitações, dificuldades técnicas, necessidade de

utilizar sua capacidade de representar em determinados limites elevam sua atividade laboral criativa [...] (VIGOTSKI, 2010, p. 118).

As considerações de Vigotski sobre a arte e a técnica se mostram ainda inspiradoras. Ele fala das condições da época e projeto o futuro. Quase cem anos depois, vivenciamos determinadas condições de vida, de conhecimento e desenvolvimento da tecnologia que viabilizam novas formas de objetivação da experiência. Criamos novas linguagens e aprendemos novos modos de dizer. Experienciamos as mais diversas possibilidades da *imagem em ação* e somos intensamente afetados por elas (SMOLKA, 2010, p. 122).

Esta ideia da importância da técnica pode ser entendida no texto sobre o desenvolvimento do desenho, publicado no livro *Imaginação e Criação na Infância* (2010, p. 115), em que o psicólogo russo explica como vamos do pensamento sincrético ao pensamento abstrato na internalização dos objetos reais. Não se trata apenas de uma analogia entre a formação do conceito científico e o desenvolvimento do desenho; o que Vigotski propõe é que o desenho, assim como a brincadeira pode mediar, contextualizar a aprendizagem.

Na fase inicial, que Vigotski denomina ‘desenho de memória’, a criança “[...] desenha de memória e não de observação [...] ela desenha o que sabe sobre a coisa; o que lhe parece mais essencial na coisa, e não aquilo que vê ou que imaginaria sobre as coisas” (VIGOTSKI, 2010, p. 107). Temos a característica do que Vigotski chama de generalização primária própria dos conceitos prévios, cotidianos. Sincreticamente uns traços dos objetos reais são lembrados e desenhados. Assim, ocorre na generalização primária, quando a criança sabe que cachorro é diferente de uma pessoa, mas desenha todo e qualquer animal pelas características de um só, daquelas características comuns à experiência do seu dia a dia. Há uma abstração, mesmo que da mais simples. E esse processo segue adiante até o estágio da abstração mais sofisticada.

O segundo estágio do desenvolvimento do desenho, ‘estágio do surgimento do sentimento da forma e da linha’, remete ao fato de que a criança enumera não apenas aspectos concretos do objeto, mas, também, as inter-relações formais das partes. A generalização vai se sofisticando.

O terceiro estágio do desenvolvimento é o da ‘interpretação verossímil’, pois uma de suas principais características é o desaparecimento do esquema;

embora ainda possa ser verificado o desenvolvimento da perspectiva e da plasticidade do objeto. Porém, o objeto retratado é próximo de sua verdadeira aparência.

O estágio final do desenvolvimento do desenho é o da representação plástica. Este domínio significa que a percepção sincrética e globalizada da criança vai se tornando cada vez mais analítica com a emergência da linguagem. A simbolização de primeira ordem está novamente presente, porém é diferente daquela que se realiza no primeiro estágio do desenvolvimento do desenho, pois o distanciamento do objeto neste último estágio é fruto da observação analítica.

Para Vigotski, o conhecimento e o domínio dos recursos e técnicas é que permitem a criação de novas formas e de novas relações neste último estágio do desenho. Isto porque, de acordo com o autor, as dificuldades técnicas elevam a atividade laboral criativa e, assim, torna o pensamento mais sofisticado, favorecendo, portanto, a internalização dos conteúdos a serem aprendidos.

[...] para adolescente já não basta uma atividade de uma imaginação criadora; ele não se satisfaz com um desenho qualquer para contemplação de sua imaginação criadora precisa adquirir habilidades e conhecimentos especiais e profissionais [...] por um lado, devemos cultivar a imaginação criadora; por outro, o processo de encarnação das imagens surgidas da criação requer determinada cultura [...] o outro lado, relacionado com o desenhar nessa idade, consiste na íntima relação que essa atividade tem com o trabalho produtivo ou a produção artística (VIGOTSKI, 2010, pp. 117-8).

Por isso, a nossa sugestão é de que nas aulas experimentais os alunos possam adquirir habilidades e conhecimentos especiais com o trabalho produtivo. Assim, não basta a contemplação dos experimentos, é preciso o manuseio das técnicas, dos materiais. A pesquisa relatada a seguir mostra um ensaio para a construção de um laboratório para o ensino de física para o ensino médio, cujas metodologias estão embasadas na abordagem histórico cultural de Vigotski.

3 A PESQUISA DE CAMPO: PLANEJANDO O LABORATÓRIO DE FÍSICA³

3.1 TIPO DE PESQUISA

Nesta dissertação, foi realizada inicialmente uma **análise documental**, na qual fontes secundárias foram utilizadas. Quando investigamos, examinamos e analisamos documentos, extraímos desses objetos de estudo informações que nos ajudem a compreender melhor elementos e alguns aspectos de nossa pesquisa. Portanto, a análise documental possibilita ampliar o entendimento sobre o nosso problema de pesquisa, nos enriquecendo de informações, observações, conhecimentos e conceitos, a partir de questões e hipóteses em comum. “Pesquisa documental é um procedimento que se utiliza de métodos e técnicas para a apreensão, compreensão e análise de documentos dos mais variados tipos” (SÁ-SILVA et al, 2009, p. 5).

Na seleção e análise de um documento devemos levar em consideração a natureza do texto, os conceitos-chave e sua contextualização. A análise é desenvolvida através de dados linguísticos.

Foi realizada ainda uma **observação clínica com intervenção**, que se trata da observação do fenômeno na forma como ele acontece e com a realização de práticas de intervenção. Assim, esta **observação clínica com intervenção** foi desenvolvida na interação entre uma professora de física (autora desta Dissertação e membro da equipe do projeto FAPERJ que deu origem a esta pesquisa) e alunos de terceiro ano do Ensino Médio (quatro alunos, que são membros da equipe do projeto FAPERJ) da escola-cenário do projeto. A finalidade foi elaborar uma metodologia para a aplicação de experimentos de física. Esta metodologia foi oriunda dos resultados dos estudos teóricos realizados nesta Dissertação, da **análise documental** e da **observação clínica com intervenção**. É esta metodologia que se configura como objetivo principal desta Dissertação e que é apresentada como produto

³ Esta pesquisa é parte de um projeto mais amplo intitulado Educação Ambiental como tema transversal no Colégio Estadual Nilo Peçanha: interfaces entre o ensino de ciências e a psicologia histórico-cultural, que é fomentado pela FAPERJ. A concepção de laboratório desenvolvida nesta Dissertação será posteriormente implementada na escola cenário do projeto Colégio Estadual Nilo Peçanha, localizado no município de São Gonçalo. No entanto, o protótipo de laboratório virtual já está desenvolvido e será aqui apresentado como produto final desta dissertação.

final, com a perspectiva de que possa servir, em outros cenários de ensino, como referência para práticas em ensino de ciências.

3.2 COLETA DOS DADOS SECUNDÁRIOS

As fontes desta pesquisa foram dois periódicos importantes da área de Ensino de Ciências. Um deles, *Investigações em Ensino de Ciências*, publica, sobretudo, discussões teóricas da área e o outro, *Experiências em Ensino de Ciências*, publica práticas de ensino desenvolvidas por professores e pesquisadores. Além deste recorte, foi feito também um recorte temporal, pois foram analisados os exemplares dos periódicos citados no período de três anos (2012 a 2014).

Mais um recorte feito refere-se à forma de busca dos artigos nos números dos períodos publicados de acordo com os dois outros recortes que fizemos: a seleção dos artigos foi feita por uma busca inicial pelas palavras *experimentação/experimentos/laboratório* no título dos artigos.

Nos artigos encontrados, fez-se uma análise a partir das seguintes categorias: - interdisciplinaridade; - contextualização; - aprendizagem, de acordo com a discussão teórica desenvolvida nesta Dissertação.

3.3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS SECUNDÁRIOS

No ano de 2012, no volume 17, n. 3, da Revista *Investigações em Ensino de Ciências* (periódico Qualis A2) foi encontrado um artigo, cujo título é “Ensino experimental reflexivo das ciências: uma visão crítica da perspectiva piagetiana sobre o desenvolvimento do conceito de ser vivo”. No seu resumo os autores expõem:

O artigo apresenta um processo de elaboração de um guia de ensino-aprendizagem sobre o estudo dos seres vivos, a sua implementação em sala de aula, a análise do processo de construção do significado de “ser vivo” pelos alunos e a avaliação das suas aprendizagens. Este artigo resulta de um projeto de investigação *Ensino Experimental: aprender a pensar*, cujo objetivo foi conceber e testar na sala de aula instrumentos de apoio ao professor e ao processo de formação, para promover o ensino das ciências experimentais. Esses instrumentos, que assumem o caráter de guias

de ensino-aprendizagem para o professor, veiculam uma prática de Ensino Experimental Reflexivo das Ciências – EERC (VARELA; SÁ, 2012, p. 547).

O tipo de projeto descrito na citação desenvolve a interdisciplinaridade interagindo com as demais ciências, já que sua proposta é fazer o aluno aprender a pensar, promovendo a aprendizagem através da contextualização. A aprendizagem assume um caráter dinâmico de (re)construção de significados, que toma como ponto de partida as ideias que os alunos constroem nas suas vivências pessoais e socioculturais. Este artigo foi para nós interessante, sobretudo, pelo descompasso que apresenta entre a sua fundamentação teórica e a prática. Dizemos isso porque para Piaget a contextualização deve ser abandonada para que possamos, de fato, desenvolver a generalização, a aprendizagem científica.

Pensando a forma como a Contextualização é possibilitada por uma abordagem como a piagetiana, identificamos que ela é igualada a uma mera ilustração, pois qualquer tipo de intervenção neste modelo tem função de facilitação, pois a Teoria da Epistemologia Genética supõe o desenvolvimento cognitivo de forma espontaneísta, independente das práticas de ensino, que então só têm como função tornar o ambiente adequado para o desenvolvimento. A teoria piagetiana também trata, por caminhos diversos, do sujeito universal, não levando em consideração a questão histórico-cultural na construção da aprendizagem [...] Se pensarmos a partir do referencial piagetiano, aprender ciência é ser capaz de fazer abstrações, generalizações e, para este autor, generalizar é descontextualizar, é elaborar descrições ou explicações que são independentes de um contexto específico: é a ascendência do desenvolvimento dos conceitos científicos em contraposição ao percurso das concepções prévias, que nesse modelo seria descendente (OLIVEIRA et al, 2015, p.32).

Sendo assim, o artigo analisado nos trouxe a possibilidade de pensar a delimitação do conceito de contextualização na atividade realizada na escola de acordo com o aporte teórico da psicologia histórico cultural. Criamos, assim, uma prática na qual a contextualização não foi mera ilustração.

No ano de 2013, no volume 18, número 2 do mesmo periódico, foi encontrado um artigo sobre o tema analisado, cujo título é “Uma investigação da influência da reconceitualização das atividades experimentais demonstrativas no ensino da óptica no ensino médio”. No resumo, os autores expõem:

Neste trabalho é analisada a influência que o uso de experimentos demonstrativos pode trazer para a aprendizagem de Óptica. Assume-se que a presença de atividades experimentais, quando reconceitualizadas segundo a proposta de Hodson, tende a contribuir para a geração de conflitos cognitivos, se comparada à experiência didática tradicional. São dadas justificativas para uma análise dessa mudança sob um viés piagetiano, compatibilizado com a proposta de Hodson. A metodologia utilizada para a estrutura de apresentação dos temas foi 'quase-experimental', contrastando um grupo experimental a um grupo de controle. A mensuração da eficácia do método de trabalho foi feita a partir de uma análise que combinou fatores quantitativos e qualitativos, identificando que alguns dos tópicos apresentaram melhores resultados na aprendizagem, por estarem mais vinculados às experiências realizadas (RIBEIRO; VERDEAUX, 2013, p. 239).

O artigo analisa as contribuições para a geração de conflitos cognitivos no aluno através do uso de experimentos demonstrativos em sala de aula. Mas não basta somente apresentar a experiência aos alunos, pois se pode correr o risco de transformá-la em um evento lúdico, sem real significância no aprendizado dos alunos. O artigo busca a contextualização, a fim de que os esquemas mentais saiam realmente fortalecidos após a apresentação e discussão do experimento. Visa, assim, a reconceitualização do trabalho experimental, a partir da reflexão sobre essa prática. O trabalho aponta para a necessidade de uma reconceitualização do trabalho experimental, apresentando-o como parte de um todo (o conhecimento científico), e não apenas como uma observação de um fenômeno interessante. Ou seja, para que a experimentação seja eficiente no processo de ensino-aprendizagem, deve-se buscar **mais** prática e **mais** reflexão. A análise deste artigo nos permitiu fazer a réplica à ideia de que não basta apresentar os experimentos, mas que é preciso possibilitar aos alunos a manipulação da técnica, com a perspectiva de que “é o domínio da técnica, enquanto apropriação e desenvolvimento de uma *expertise* construída social e historicamente, que pode propiciar um salto qualitativo na abertura de novas possibilidades de ação, de criação” (SMOLKA, 2010, p. 118).

O outro periódico é *Experiências em Ensino de Ciências*, que foi originado a partir do primeiro periódico analisado, com a finalidade de só divulgar práticas docentes. O periódico tem classificação Qualis B1. Entre 2012 e 2014, foi encontrado apenas um artigo no volume 9, n.2 de 2014, cujo título é “Uma atividade experimental de Física por meio de investigação multimodal representacional”. No resumo, os autores expõem:

A nossa proposta de uma atividade de investigação multimodal (AIM) procurou unir a autonomia da metodologia de investigação com o aprofundamento na aprendizagem defendido pelas pesquisas em multimodos e múltiplas representações. Foi aplicada no curso de licenciatura em química, na disciplina introdutória de física, em dois semestres consecutivos, e acompanhada por avaliação qualitativa e quantitativa. A maioria dos alunos considerou a AIM melhor do que o ensino tradicional, especialmente na motivação e na compreensão dos conteúdos. Os alunos responderam, no início e no final do semestre, o questionário *Force Concept Inventory* – FCI e o questionário em escala Likert em duas variáveis: ‘orientação à meta de realização aprender’ e ‘estratégia pessoal de estudo’. O FCI indicou que o ganho alcançado pela AIM foi maior do que o ganho atribuído ao ensino tradicional apresentado na literatura. O questionário em escala Likert mostrou que os alunos apresentaram, no final do semestre, um grau maior de motivação para aprender física (GOYA; LABURÚ, 2014, p. 32).

A proposta do artigo analisado é de uma atividade de investigação multimodal (AIM), que procurava a autonomia da metodologia de investigação com o aprofundamento na aprendizagem defendido pelas pesquisas em multimodos e múltiplas representações. Para tanto, os autores falam em seis etapas do encaminhamento sugerido por Laburú (2003) e acrescentam uma nova etapa denominada Comunicação dos Resultados através de Multimodos e Múltiplas Representações. Ela fica orientada por momentos ou etapas flexíveis, na seguinte apresentação: I) Fenômeno; II) Problema; III) Hipóteses; IV) Plano de Trabalho; V) Análise; VI) Conclusão; VII) Comunicação dos Resultados através de Multimodos e Múltiplas Representações. Entendem Comunicação dos Resultados como uma etapa posterior à conclusão, uma vez que o grupo de alunos, após resolver o problema e concluir, deverá comunicar os seus resultados aos outros grupos, orientando-os na resolução do mesmo problema.

A análise deste artigo nos permitiu outra réplica, haja vista que o modelo proposto, de forma geral, propõe a recuperação dos passos do método

científico no desenvolvimento da aprendizagem científica quando da realização de experimentos em laboratório. Entendemos que este modelo tanto pode nos aproximar da perspectiva piagetiana, que evidencia que na nossa aprendizagem ontogênica⁴ reproduzimos passos do desenvolvimento da espécie humana, o que tornaria interessante a reprodução do caminho percorrido pela própria ciência. No entanto, o problema dos vínculos ente contextualização e generalização não são levados em consideração neste modelo e o conceito científico surgiria tal como previa a teoria piagetiana: de acordo com o nível de desenvolvimento mental do aluno e de acordo com uma boa facilitação, isto é, uma boa metodologia. A perspectiva da intervenção, mediação do professor não aparece. Isto nega o aporte teórico com o qual estamos trabalhando, a psicologia histórico-cultural, que indica a mediação como fundamental na aprendizagem.

Porém, apesar de todas as réplicas que fizemos às práticas apresentadas nos artigos comentados, identificamos uma categoria fundamental para desenvolver um laboratório no qual a relação entre contextualização e generalização possa acontecer no processo da aprendizagem do conceito científico, a prática da interdisciplinaridade. Ou seja, esta categoria foi citada nos artigos analisados, embora com perspectivas diferentes, e isso nos fez pensar como a interdisciplinaridade pode contribuir com o aporte teórico com o qual trabalhamos.

[...] a interdisciplinaridade é uma exigência epistemológica imposta pela complexidade dos problemas e objetos da ciência moderna. Uma análise meramente linear e disciplinar dos grandes problemas da ciência não é suficiente para dar conta da realidade multifacetada que nos afronta. Portanto, tais dificuldades não invalidam a importância do tema, pelo contrário, exigem uma maior reflexão, tanto sob o aspecto epistemológico quanto ontológico, do papel do conhecimento na sociedade moderna e da transposição desse conhecimento segundo os objetivos educacionais frutos de uma cultura própria e contemporânea de um povo (ZIMMERMANN; CARLOS, 2005, p.4).

Então, na solução de um problema complexo, exposto por determinado tema de Ensino, somente poderá ser explicada com auxílio de cada disciplina, que através de ligações entre si, compõe e constitui a totalidade do próprio

⁴ Aprendizagem ontogênica significa a aprendizagem que se dá ao longo do desenvolvimento individual da infância a vida adulta.

conhecimento que se integram. E sobre essas ligações, Bonatto et al (2012, p.3) explicam a importância atribuída pela comunicação entre as disciplinas, para existência da prática interdisciplinar, que é compreendida no âmbito dos processos históricos e culturais adota-se a plena capacidade de atualização sempre que o processo de ensino-aprendizagem assim o exigem.

A interdisciplinaridade propõe um ensino mais crítico, pois proporciona um conhecimento integrado da Física a outras ciências. Ela possibilita a inclusão de aspectos sociais e torna o ensino mais rico e global. “A interdisciplinaridade é um processo que precisa ser vivido e exercido e se expressa como sendo uma relação de reciprocidade ou, melhor dizendo, um regime de co-propriedade, de interação, que irá possibilitar o diálogo entre os interessados” (ZIMMERMANN; CARLOS, 2005, p.2). Na perspectiva teórica desta dissertação, a interdisciplinaridade é fundamental, pois favorece o exercício do que Vigotski chama de contextualização, pois muitas vezes quando o aluno tem acesso a um conceito novo de uma determinada disciplina a interface feita com um conteúdo de outra disciplina, por ele já internalizado, promove o pensamento mais sofisticado também diante do conceito novo, o que favorece a internalização do mesmo, favorece a ascendência da concepção prévia.

Além da interdisciplinaridade, o uso do tema gerador é fundamental, pois a perspectiva da interdisciplinaridade requer um tema que alinhe a relação entre as diversas disciplinas. Tal como a interdisciplinaridade, um tema para alinhar a aprendizagem apareceu nos artigos analisados, embora com abordagens teóricas diferentes. Resolvemos, então, pensá-lo para ser aplicado na prática que desenvolvemos de acordo com o aporte teórico deste trabalho; o que nos permitiu nomeá-lo de tema gerador. Esta, então, é outra característica do laboratório a ser desenvolvido.

O tema gerador é a escolha de um tema central na construção de um processo de conhecimento, associado ao contexto dos educandos, com a finalidade de que o ensino não seja mera transmissão de conhecimento e que o sujeito aprendiz seja co-participe do processo. Os temas geradores são extraídos do contexto dos alunos, baseados na pesquisa do universo dos educandos. (TOZONI-REIS, 2006, p. 103). Há claramente nessa abordagem uma opção política, pois como diz Freire,

se [...] a minha opção é libertadora, se a realidade se dá a mim não como algo parado, imobilizado, posto, aí, mas na relação dinâmica entre objetividade e subjetividade, não posso reduzir os grupos populares a meros objetos da minha pesquisa. [...] Quanto mais, em uma tal forma de conceber e praticar a pesquisa, os grupos populares vão aprofundando, como sujeitos, o ato de conhecimento de si em suas relações com a realidade, tanto mais vão podendo superar ou vão superando o conhecimento anterior em seus aspectos mais ingênuos (FREIRE, 1986, p. 35).

Mas, há também a preocupação em que o processo de ensino seja contextualizado, no caso do ensino de física, que um tema central possa fazer a mediação entre a concepção prévia do aluno e a concepção científica. Este processo, assim, permite que os conhecimentos sejam apropriados, construídos, de forma participativa. Trata-se, portanto, de uma estratégia política e metodológica.

3.4 A METODOLOGIA PARA A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

3.4.1 A fundamentação

Elaboramos uma proposta de metodologia com o objetivo de atender aos resultados dos estudos realizados. Isso se justifica porque ainda hoje temos práticas em laboratórios desvinculados de uma abordagem teórico-epistemológica que fundamenta a formação do conceito científico. Afirmamos que as práticas de ensino desenvolvidas nos laboratórios não devem ser meras ilustrações, mas devem ser fundamentadas para promover metodologias que possibilitem a relação entre as concepções prévias que o aluno traz e as concepções científicas.

A proposta foi desenvolvida tomando por base a fundamentação teórica e as críticas a algumas pesquisas realizadas na área sobre o tema e publicadas em dois periódicos importantes, tal como visto acima. Esta proposta está, também, fundamentada na Psicologia Histórico-cultural de Vigotski, a partir da relação estabelecida pelo autor entre contextualização e generalização.

Portanto, o produto desenvolvido, laboratório de ensino de física, tem três pressupostos que o nortearão: interdisciplinaridade, tema gerador e vínculo entre contextualização e generalização.

Ao se trabalhar com um tema gerador promovemos a interdisciplinaridade, pois os conteúdos podem ser tratados por diversas áreas do conhecimento que os envolvem, possibilitando com isso um ensino contextualizado através das discussões, reflexões e interpretações da realidade na qual o indivíduo está inserido. A aprendizagem, nesta perspectiva, é um movimento dialógico, em que professor e aluno passam a ser construtores do conhecimento e onde se desenvolvem autonomia e senso crítico. O tema gerador parte da contextualização de um assunto presente no dia a dia, usamos a problematização para explicitá-lo, localizá-lo e dimensioná-lo, por meio de situações significativas. O tema gerador contribui para uma leitura crítica da realidade e para ao exercício da mediação pelo professor que, assim, pode aproximar o conceito abstrato da ciência da concepção prévia do aluno, estabelecendo o vínculo entre generalização e contextualização, tão caro à Vigotski.

3.4.2 Ambiente como tema gerador

Devido ao estilo de vida que o homem vem, desde o início da Modernidade, produzindo, conflitos estão sendo evidenciados quanto ao uso dos recursos naturais. A industrialização e a tecnologia produziram condições de melhoria da vida, mas, também, consequências indesejáveis: o esgotamento do solo, a contaminação da água e a crescente violência nos centros urbanos, com a concentração das populações. A degradação do meio onde se insere o homem causa o desequilíbrio de sistemas inteiros de vida vegetal e animal.

Estes são temas contemporâneos e vividos diariamente pelas populações; o que favorece ações de ensino cujo objetivo é a contextualização. No entanto, a Educação Ambiental (EA) tem duas vertentes – Educação Ambiental Crítica e Educação Ambiental Conservadora.

A Educação Ambiental Conservadora é aquela em que se acredita que ao transmitir o conhecimento correto, o indivíduo possa compreender a problemática ambiental e com isso consegue transformar seu comportamento e a sociedade a sua volta, mas com um conhecimento desvinculado da realidade e com perspectivas de mudança de comportamento. Entretanto, somos

sujeitos histórico-culturais e este não é o conceito de homem da EA Conservadora, pois nesta vertente, o indivíduo não está inserido no processo de transformação da realidade, é um processo individual. Neste sentido, esse modelo de educação não ajuda na transformação da realidade, ele conserva os interesses dos dominantes. É um modelo que não está relacionado ao aporte teórico deste trabalho, pois não reconhece o homem histórico-cultural.

Dessa maneira, princípios e práticas em Educação Ambiental podem favorecer a discussão e a solução dos problemas que afetam o ambiente. A população das metrópoles tem demonstrado crescente necessidade de aproximação com a natureza, sendo frequente a visitação de áreas verdes. A utilização dos espaços verdes das cidades em conjunto com seu patrimônio histórico pode auxiliar seu despertar para a importância e complexidade da natureza, funcionando como uma extensão da escola [...] (ALMEIDA; et I, 2004, p. 122).

A Educação Ambiental Crítica promove ambientes educativos em que o indivíduo vivencia com o coletivo o exercício da cidadania, participando de movimentos de transformação da realidade socioambiental e se envolvendo afetivamente com a causa ambiental. Nesse processo de contextualização as palavras generalizadas vão ganhando significado mais específico, pelo fenômeno do desenvolvimento do pensamento, formando os conceitos.

A Educação Ambiental Crítica se insere no processo educativo, contribuindo na transformação dos indivíduos e promovendo a formação da cidadania. Lembramos o que dissemos no capítulo teórico, promover a generalização de conceitos em sala de aula é possibilitar o acesso aos possíveis significados que um conceito pode ter, mediante o contexto em que se está inserido. A generalização acontece na interação social, para que ela aconteça, as transformações do significado da palavra devem relacionar-se um contexto. Portanto, não basta apresentar um fenômeno que revele um conceito científico generalizado, mas é preciso construir uma forma de intervenção na qual as várias contextualizações necessárias para se chegar ao conceito científico possam ser vivenciadas pelos alunos. Isto é, como diz Vigotski (OLIVEIRA et al, 2015, p.33), um conceito só se submete à consciência, ao pensamento deliberado, ou seja, só é internalizado quando começa a fazer parte de um sistema. Um conceito científico implica uma série de conceitos

subordinados, e pressupõe uma hierarquia de conceitos de diferentes níveis de generalidade. Por exemplo, a criança conhece as palavras flor e rosa, antes de entrar na escola, mas, somente quando, a partir das ações de sistematização desenvolvidas na prática escolar, a criança entende a hierarquia entre um conceito mais geral como flor e outro subordinado como rosa é que um sistema vai se organizando e permitindo a generalização exigida pela ciência. Assim, os rudimentos de sistematização primeiro se formam no pensamento, de acordo com a intervenção da prática escolar, e são depois transferidos para os conceitos cotidianos, conceitos prévios.

O tema ambiente favorece, portanto, a perspectiva da abordagem histórico-cultural, favorece a interdisciplinaridade e, portanto, favorece a aprendizagem científica.

3.4.3 O desenvolvimento

Fizemos a opção por desenvolver os experimentos do laboratório e aplicá-los ao mesmo tempo. Isto foi feito em um cenário específico, o Colégio Estadual Nilo Peçanha⁵. O período de desenvolvimento do projeto deu-se entre agosto de 2015 a março de 2016.

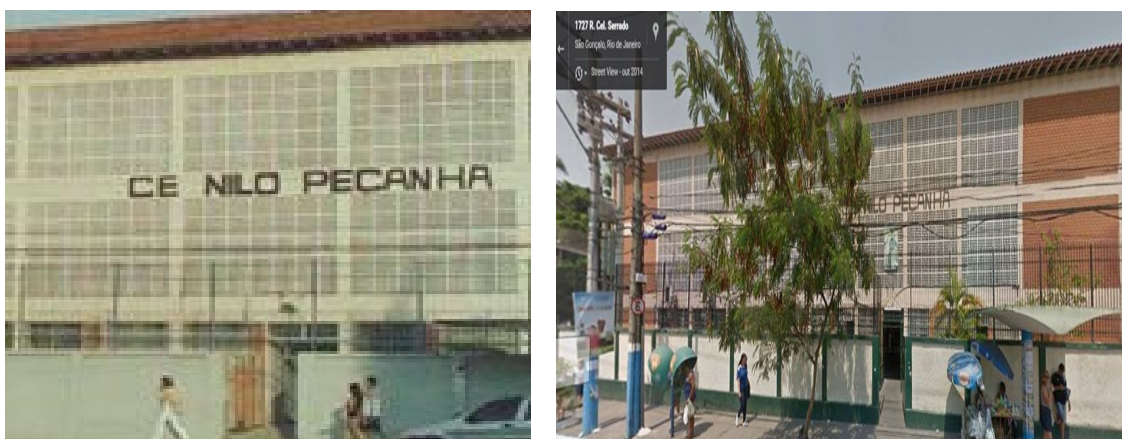


FIGURA 1: Colégio Estadual Nilo Peçanha⁶ - São Gonçalo/RJ

⁵ Lembramos que este laboratório é parte integrante de um projeto mais amplo intitulado Educação Ambiental como tema transversal no Colégio Estadual Nilo Peçanha: interfaces entre o ensino de ciências e a psicologia histórico-cultural, que é fomentado pela FAPERJ

⁶ Disponível em: < https://www.facebook.com/C-E-Nilo-Pe%C3%A7anha-263376670345557/photos?ref=page_internal>. Acesso em: 20 de fev. 2016.

3.4.3.1 Construindo a metodologia

ENCONTRO 1 A proposta

Neste encontro, a equipe da UFF elaboradora do projeto (professores, alunos de Iniciação Científica do curso de Psicologia e uma aluna⁷ do Programa *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências da Natureza) faz a proposta a um grupo específico de alunos e professores da escola: professor (professora de física) e alunos (estudantes do segundo ano do ensino médio), ambos membros da equipe do projeto FAPERJ citado anteriormente. A proposta foi que a prática desenvolvida pela equipe da UFF junto a estes alunos e professores do Colégio Estadual Nilo Peçanha fosse a realização de um projeto piloto para o desenvolvimento da proposta da metodologia para o ensino de física por meio da aplicação de experimentos segundo a ênfase discutida nesta dissertação. Além disso, a equipe da UFF propôs iniciar a atividade pelo resgate da memória acerca do entorno da escola, a fim de que o projeto pudesse ser iniciado não a partir de experimentos e suas generalizações prontas, mas, a partir da forma como o aluno vê, interpreta a realidade.

Para muitos de nós, a realidade concreta de uma certa área se reduz a um conjunto de dados materiais ou de fatos cuja existência ou não, de nosso ponto de vista, importa constatar. Para mim, a realidade concreta é algo mais que fatos ou dados tomados mais ou menos em si mesmos. Ela é todos esses fatos e todos esses dados e mais a percepção que deles esteja tendo a população neles envolvida (FREIRE, 1986, p. 35).

ENCONTRO 2 A memória

Neste momento, a fim de entender como os alunos envolvidos no projeto percebem a realidade na qual estão inseridos, trabalhamos com

⁷ Esta aluna do Mestrado em Ensino de Ciências da Natureza da UFF é também a professora de física da escola cenário envolvida no projeto e, também, a autora desta dissertação.

fotografias⁸ do início do século XX que retratam o entorno da escola. Estas fotografias foram coletadas pelos próprios alunos da escola participantes do projeto. As fotografias serviram como instrumentos de mediação entre as concepções prévias dos alunos e as concepções científicas a serem desenvolvidas nos experimentos apresentados nos encontros 6 e 7. Instrumento de mediação são as produções técnicas (instrumento ou signo), que, segundo Vigotski (2010, p. 115), ao permitirem a manipulação, a participação do sujeito ajuda a desenvolver o pensamento. Mais adiante, veremos na análise da prática realizada como esse processo se dá.

ENCONTRO 3 As fotografias

As análises das fotos apresentadas nos permitiram trazer à cena uma questão com a qual resolvemos trabalhar como tema para associar ambiente e física – a produção de energia. Isto se deu devido ao fato de as narrativas (registradas nos diários de campo da equipe da pesquisa) sobre as fotografias circularem sobre a diferença no espaço arquitetônico das décadas no início do século XX e dos dias atuais: menos habitações, menos construções de outros tipos, menos habitantes, mais área verde no município de São Gonçalo. Sendo assim, a fala dos alunos fez com que o tema gerador ambiente fosse ainda mais delimitado e ganhasse de fato sentido de tema gerador, tal como proposto por Freire – tema que surge da participação de todos os envolvidos em um processo de construção de conhecimento.

Após o fim da Guerra Fria, com a fragmentação da URSS em 1991, o mundo passou a ter outras preocupações. As discussões a respeito de disputa entre ideias antagônicas passaram a dar lugar a problemas como meio ambiente, erradicação da pobreza e terrorismo internacional. Em 1992, na Conferência das Nações Unidas para Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Rio 92, teve início uma busca por ações ambientais e políticas públicas mais próximas da sustentabilidade social e ambiental. Uma dessas

⁸ As fotos que serviram de instrumento mediador estão no anexo desta Dissertação.

ações para a solução das mudanças climáticas requer uma modificação no sistema energético que é baseado em energias não renováveis e contaminantes como petróleo, carvão e gás natural, utilizadas de maneira excessiva e com desperdício. Um sistema baseado em energias renováveis de menor impacto ambiental seria o caminho a ser seguido, essas modificações levariam a transformações na sociedade, na economia e na forma de viver das pessoas (SILVA, s/d).

Além disso, o tema produção de energia foi escolhido por ser estudado nas três séries do Ensino Médio no Ensino de Física e por ser um tema interdisciplinar que interage com outras ciências e outros campos do saber produzindo conhecimento. Além de ser um tema altamente vinculado às ações cotidianas. Vejamos o que diz o documento dos Parâmetros Curriculares Nacionais:

A energia é um exemplo importante de um conceito comum às distintas ciências, instrumento essencial para descrever regularidades da natureza e para aplicações tecnológicas. Na Física, pode ser apresentada em termos do trabalho mecânico necessário para impelir ou para erguer objetos, quando se calcula a energia cinética do movimento de um projétil ou veículo, ou a energia potencial da água numa barragem. Ainda na Física, ao se estudar processos térmicos, a energia é apresentada como propriedade interna de sistemas, como a energia do vapor d'água que, em uma caldeira, recebeu calor do queimador e se expandiu para realizar trabalho. Trabalho ou calor, estado de movimento ou energia interna, tudo se pode medir nas mesmas unidades, joules ou calorias, conversíveis umas em outras. É preciso, contudo, traduzir e relacionar as diferentes energias de movimento, de radiação, de posição, até mesmo para mostrar que se convertem umas nas outras, se degradam, mas se conservam em sua soma. A falta de unificação entre os conceitos de energia pode resultar em uma "colcha de retalhos energética", a ser memorizada, das energias mecânica e térmica, luminosa, sonora, química, nuclear e tantos outros adjetivos, alguns pertinentes, outros não. Na Biologia e na Química, as energias não são menos importantes e nem menos variadas em suas designações e, no fundo, se trata da mesma energia da Física. Nas reações químicas em geral e na fotossíntese em particular, a energia tem o mesmo sentido utilizado na Física, mas raramente se dá um tratamento unificado que permita ao aluno compor para si mesmo um aprendizado coerente. Expressar essas muitas manifestações da energia nas mesmas unidades, como joule ou caloria, não basta para realmente relacionar a energia cinética da partícula, o calor liberado na combustão do álcool, ou as atividades de cloroplastos e de mitocôndrias no interior de células vivas [...] Todas as ciências, como vimos, tratam transformações e conservações, ao sistematizar regularidades naturais em seus domínios de investigação.[...] Isso ilustra, mais uma vez, por que a área de Ciências da Natureza e Matemática deve promover a compreensão das semelhanças e diferenças entre os instrumentos e conceitos desenvolvidos e utilizados nas várias especialidades,

explicitando o âmbito de validade das leis específicas e o sentido geral dos princípios universais. O conjunto das competências de investigação e compreensão é relativamente mais amplo, também constituído por: identificação de dados e informações relevantes em situações-problema para estabelecer estratégias de solução; utilização de instrumentos e procedimentos apropriados para medir, quantificar, fazer estimativas e cálculos; interpretação e utilização de modelos explicativos das diferentes ciências; identificação e relação de fenômenos e conceitos em um dado campo de conhecimento científico; articulação entre os conhecimentos das várias ciências e outros campos do saber (MEC, 2002, p. 29).

ENCONTRO 4 As cartas

Neste encontro trabalhamos com a elaboração de textos escritos na forma de carta. Pedimos aos alunos que escrevessem uma carta, para personagens verdadeiros ou fictícios, contando como hoje está o entorno da escola. Pedimos que a carta relatasse informações acerca das transformações urbanas e das relações sociais neste século que os separam destes personagens.

O uso da carta deve-se ao fato de que a escrita, segundo Vigotski, é um tipo tão sofisticado de sistematização, que ajuda a desenvolver o pensamento abstrato, o que pode favorecer a aprendizagem científica.

O aprendizado da linguagem escrita representa um novo e considerável salto no desenvolvimento da pessoa [...] o domínio desse sistema complexo de signos fornece novo instrumento de pensamento (na medida em que aumenta a capacidade de memória, registro de informações etc), propicia diferentes formas de organizar a ação permite um outro tipo de acesso ao patrimônio da cultura humana [...] promove modos diferentes e ainda mais abstratos de pensar, de se relacionar com as pessoas e com o conhecimento (REGO, 2014, p. 68).

ENCONTRO 5 As Cartas, as memórias, o ambiente e o ensino de física

Neste encontro, lemos e analisamos as cartas em grupo, com a finalidade de pensar vínculos entre os conceitos expostos nas cartas e o ensino dos experimentos apresentados posteriormente. Vejamos as cartas:

1-1

Três Gerações, 28 de novembro 2005.

Sei a mais breve possível Manuela.

Sou do futuro; sem do futuro.

Me chamo Brenda e eu estudo no mesmo lugar que você, só que em um ano brevemente mais a frente.

Sei que estudo em um casarão, mas hoje em dia ele não existe mais, e no seu lugar há um prédio de dois andares, que é bem arrojado.

Muita coisa mudou do seu tempo para o meu, a tecnologia evoluiu, os lugares onde só havia mata hoje há várias casas e comércio, todo o meio ambiente ao redor do colégio mudou e muito.

Todo o ambiente em geral mudou e pode-se dizer que essas mudanças têm seus pontos positivos e negativos.

Muitas coisas aconteceram da sua época para a minha e sei que é muita informação para absorver, mesmo não sendo tudo dito, por isso, encerro nessa "cartinha" por aqui.

Atenciosamente

Brenda Ferreira

Seg	Ter	<input checked="" type="checkbox"/> Qui	Sex	Sáb	Dom
-----	-----	---	-----	-----	-----

18/11/15

São Gonçalo, 18 de novembro de 2015

Prezado Sr. José,

Seu estudante do 3º ano do Colégio Estadual Melo Perceira. Recentemente, através de pesquisas, descobri que o senhor trabalhava em obras, próximas ao CEUP. Infelizmente, não tenho nenhuma fonte que indique a sua participação nas obras da minha escola, porém espero que o senhor tenha participado, com muita gratidão.

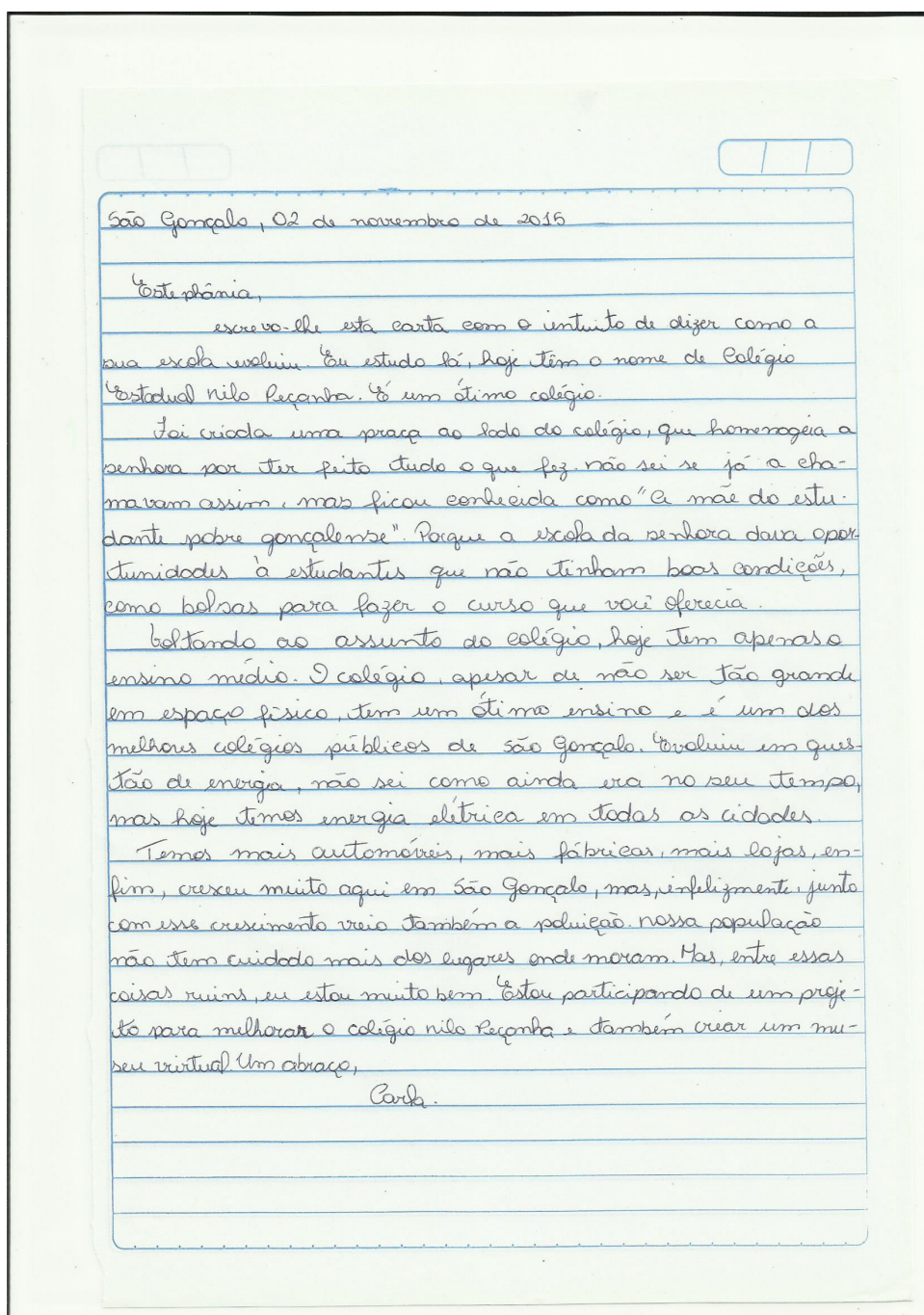
A escola muito mudou desde aquela época, e para não apresentar mais a aparência de abandono e sim de uma escola comum, embora para quem conhece a história é possível reconhecer alguns traços. Recentemente recebeu o título de uma das melhores escolas de São Gonçalo, e tivemos vários professores.

Espero que tenha gostado de saber destas parcerias.

Atenciosamente,

Thainá

Carta 2 - aluna Thainá



Carta 3 - aluna Carla

A **carta 1**, da menina Brenda, revela uma fala que evidencia que há “pontos positivos” e “os pontos negativos”, sem nomeá-los, como consequências dos avanços tecnológicos. A **carta 2**, escrita pela menina Thainá, conta que a escola-cenário da pesquisa mudou muito. Deixou de ser um casarão para ser um “prédio comum”. A menina Carla, autora da **carta 3**, fala de termos energia elétrica em todas as cidades. Ela fala do aumento do

número de carros, de fábricas e de lojas. E, tal como a autora da **carta 1**, fala em pontos negativos e nomeia um deles, a poluição.

As cartas das alunas revelam a dificuldade da escrita diante da fala oral. Segundo Vigotski, a expressão escrita de ideias é mais atrasada com a capacidade de expressão oral. Isto por que a linguagem escrita é mais abstrata e necessita de um saber para quem precisa escrever. Decidimos, após, essa análise retomar a escrita, mas depois da apresentação dos experimentos. Com isso, pretendemos verificar, nas novas cartas, se houve algum progresso no desenvolvimento do pensamento, concomitantemente ao desenvolvimento dos conceitos científicos. Nas cartas até então analisadas não percebemos a apresentação de nenhuma concepção prévia diretamente relacionada ao conceito de energia, embora tenha sido esse o tema central, acordado entre o grupo, para elaboração da carta. Porém, outro conceito nos ajudou, nos encontros seguintes, a fazer a generalização do conceito de energia e suas transformações – a ocupação do espaço arquitetônico.

ENCONTROS 6 e 7 - Os experimentos

Nos encontros 6 e 7, foram apresentados experimentos a fim de tratar de conteúdos acerca da produção de energia. Lembramos que o foco desta pesquisa não é apenas o conjunto de experimentos, mas toda a metodologia desenvolvida, que está constituída pelos 8 encontros descritos.

A produção de energia é contemplada em diversos momentos do Currículo Mínimo (CM) do Estado do Rio de Janeiro. O CM é o documento norteador dos conteúdos, de cada disciplina, que deverão ser abordados no decorrer do ano letivo, organizados bimestralmente (4 bimestres/ano) para cada ano de escolaridade, nas escolas da rede Estadual de Ensino do Rio de Janeiro. Desse modo, em se tratando de uma escola pública dessa rede de ensino, procuramos apresentar experimentos que se encontram em consonância com as competências e habilidades previstas nesse documento e que serão mais bem detalhadas adiante.

Ressaltamos que todos os experimentos podem ser reproduzidos com materiais de baixo custo e de fácil aquisição no comércio.

O CM prevê para a 1ª série do Ensino Médio a exploração do conteúdo Energia ao abordar a Relatividade Restrita e Geral, com a seguinte finalidade:

Compreender o conhecimento científico como resultado de uma construção humana, inserido em um processo histórico e social. - Compreender que a Teoria da Relatividade constitui um novo modelo explicativo para o Universo e uma nova visão de mundo. - Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos. - Reconhecer os modelos atuais do Universo (evolução estelar, buracos negros, espaço curvo e big bang). - Compreender que o tempo e o espaço são relativos devido à invariância da velocidade da luz. - Reconhecer tecido espaço-tempo sendo o tempo a quarta dimensão. - Construir o conceito de energia. 2 - Identificar a relação entre massa e energia na relação $E = m.c^2$ (SEEDUC-RJ, 2012).

Assim, na nossa proposta de Modelo de Laboratório de Física para o Ensino Médio, sugerimos o seguinte experimento:

EXPERIMENTO 1: A LATA MÁGICA: COMPREENDENDO A PRODUÇÃO CIENTÍFICA E O CONCEITO DE ENERGIA.

OBJETIVO:

O experimento da lata mágica tem como objetivo mostrar a transformação de energia cinética em energia potencial elástica e vice-versa, mas também contribui para a construção do conceito de energia. O conteúdo Energia é proposto nas competências e habilidades do Currículo Mínimo⁹ do Estado do Rio de Janeiro para o terceiro bimestre do ano letivo, na 1ª série do Ensino Médio.

No experimento proposto trabalhamos especificamente o conceito de Energia na Física como a capacidade de qualquer corpo produzir trabalho, ação ou movimento.

MATERIAL:

- ✓ Uma lata de alumínio vazia e com a tampa
- ✓ Uma chave de fenda ou objeto pontiagudo semelhante

⁹ O Currículo Mínimo está disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=759820>>. Acesso em: 12 de março 2016.

- ✓ Uma pilha usada grande ou quatro pilhas usadas pequenas
- ✓ Um elástico
- ✓ 2 clips ou palito de dente ou prego
- ✓ Fita adesiva

FOTOS DO EXPERIMENTO



FIGURA 2: Ilustrações do experimento 1.

COMO FAZER:

Fure os centros do fundo da lata e da tampa. Com a fita adesiva cole a bateria no centro do elástico, passe as extremidades do elástico pelos furos, prendendo-as com os clips. Dentro da lata, a bateria deve ficar pendurada pela

tensão do elástico. Se tudo estiver pronto, coloque a lata horizontalmente sobre uma superfície plana e empurre para frente¹⁰.

O QUE ACONTECE?

O experimento da lata mágica é um dos melhores exemplos de transferência de energia. Quando a lata é empurrada, ela começa a rolar, o ramo de baixo do elástico enrola no ramo de cima, fazendo a pilha pendurada subir. Podemos dizer que o trabalho realizado pela mão ao empurrar a lata transforma-se em energia cinética (de movimento); essa energia, por sua vez, vai sendo transferida ao elástico na forma de energia potencial elástica, que na pilha se transforma em energia potencial gravitacional. Quando a lata para de rolar essas energias potenciais armazenadas no elástico enrolado e na pilha elevada são devolvidas à lata: a pilha desce e o elástico desenrola, fazendo a lata rolar no sentido contrário. Como a energia se conserva e as perdas nesse caso são muito pequenas, a lata tende a voltar praticamente à sua posição inicial.

COMO FOI O DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO

Estimulamos os alunos a observar o experimento e tentarem descrever o que estava acontecendo. Eles se mostraram muito curiosos, porque nenhum deles conhecia tal experimento, o que foi favorável para nossas observações. Eles disseram que a lata se movimentava devido à força, mas não sabiam dizer por que ela voltava e assim continuavam as indagações. Até que em determinado momento comentaram que ela perdia energia, nesse momento começamos a perguntar como eles definiriam energia e assim começamos a explorar o conceito de energia com as definições fornecidas por eles. Depois de chegarmos a um consenso sobre a definição de energia perguntamos sobre a transformação de energia e que transformações estavam envolvidas nesse experimento, assim discutimos o conceito a partir do experimento.

¹⁰ O experimento está disponível em: <<http://noticias.universia.com.br/ciencia-tecnologia/noticia/2012/08/31/963079/3-experiencias-cientificas-fazer-em-casa.html>>. Acesso em: 17 de set. 2015.

Na 2ª série do Ensino Médio, o estudo do conteúdo energia é previsto para o 3º bimestre do ano letivo, no tema Energia térmica e mecânica – Conservação e transformação de energia, com a seguinte finalidade:

- Compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas. - Compreender o funcionamento de usinas termelétricas e hidrelétricas, destacando suas capacidades de geração de energia, os processos de produção e seus impactos locais, tanto sociais como ambientais. - Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou de matérias-primas, considerando os processos físicos envolvidos neles. - Compreender as diferentes manifestações da energia mecânica na natureza. - Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário. Identificar também formas de dissipação de energia e as limitações quanto aos tipos de transformações possíveis, impostas pela existência, na natureza, de processos irreversíveis. - Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência, tecnologia e sociedade. - Avaliar as vantagens e desvantagens dos usos das energias hidroelétricas e termelétricas, dimensionando a eficiência dos processos e custos de operação envolvidos. - Compreender que a construção de uma usina envolve conhecimentos sobre recursos naturais, opções de geração e transformação de energia, além dos impactos sociais causados pela sua instalação em uma região (SEEDUC-RJ, 2012).

EXPERIMENTO 2: COMPREENDENDO O FUNCIONAMENTO DE UMA USINA TÉRMICA

OBJETIVO:

Demonstrar o funcionamento de uma Usina Térmica convencional, vantagens e desvantagens agregadas na sua implantação. Identificar as etapas ocorridas durante o funcionamento de uma usina termoelétrica. Analisar as transformações de energia ocorrida em cada etapa do processo.

No experimento proposto trabalharemos especificamente as transformações de energia.

MATERIAL:

- ✓ Duas latas de refrigerante
- ✓ Uma lata de sardinha
- ✓ Uma pastilha de álcool sólido
- ✓ Fósforo
- ✓ Uma base retangular de madeira
- ✓ Pregos
- ✓ Uma seringa descartável sem agulha
- ✓ Um alicate de bico fino

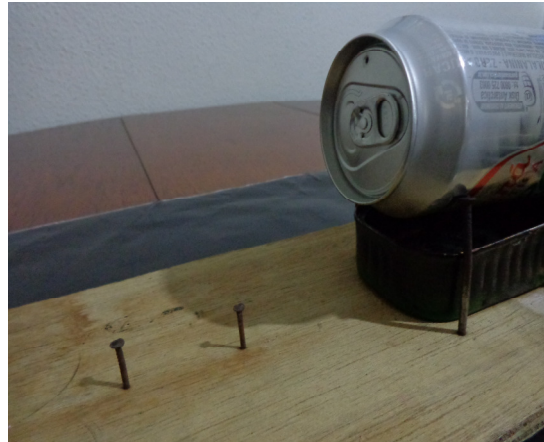
FOTOS DO EXPERIMENTO



FIGURA 3: Ilustrações do experimento 2.

COMO FAZER:

Fure a parte superior de uma das latas de refrigerante e retire todo o líquido (use um prego pequeno e um martelo). Encha 1/3 da lata com água através do furo com auxílio de uma seringa, para servir de caldeira. Esvazie a outra lata para fazer o cata-vento com o auxílio de uma tesoura. Com os pregos produza um suporte para a lata caldeira e um eixo para o cata-vento na base de madeira. Coloque a pastilha de álcool sólido na lata de sardinha para servir de fornalha e acenda com fósforo. Posicione a caldeira no suporte com a fornalha embaixo. Acenda o fogo com cuidado. Após alguns minutos a água na caldeira ferverá e o jato de vapor que sai pelo furinho fará o cata-vento girar. De tempos em tempos troque a caldeira porque ela vai se deteriorando com o tempo. Use o alicate para tirar caldeira quando a água estiver acabando. Para extinguir o fogo use uma placa de madeira sobre a lata de sardinha¹¹.

O QUE ACONTECE?

Nesse experimento observamos as transformações de energia, primeiro a energia química de combustão do álcool sólido se transforma em energia térmica, aquecendo a água até sua transformação em vapor que sai pelo furinho da lata de refrigerante, fazendo o cata-vento girar, através da transformação da energia térmica em energia mecânica. O conjunto: câmara

¹¹ **Fonte:** VALADARES, Eduardo de Campos. Física mais que divertida. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

de combustão (lata de sardinha) e fornalha (álcool sólido), caldeira (lata de refrigerante) e turbina (cata-vento) constituem uma máquina térmica.

COMO FOI O DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO

Perguntamos aos alunos quais as transformações de energia observadas neste experimento desde o calor fornecido a partir da combustão do álcool até o girar do cata-vento. Foi possível identificar as etapas ocorridas durante o funcionamento de uma usina termoelétrica, com a análise das transformações de energia ocorridas em cada etapa do processo. Discutimos que tipo de combustível normalmente é usado em uma usina termoelétrica. Concluímos que são geralmente combustíveis fósseis: derivados do petróleo, carvão mineral ou gás natural. Discutimos, ainda, a matriz energética brasileira atual, matrizes anteriores e as transformações na matriz energética em nosso país nas próximas décadas.

No CM, o conteúdo relativo à Energia também é previsto para estudo no primeiro bimestre do ano letivo da terceira série do Ensino Médio na abordagem dos temas: motor e gerador elétrico – tensão, corrente e resistência elétrica – associação de resistores – potência e consumo de energia elétrica. O CM apresenta como finalidade:

- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos. - Compreender o funcionamento de diferentes geradores e motores elétricos para explicar a produção de energia elétrica. E utilizar esses elementos na discussão dos problemas associados desde a transmissão de energia até sua utilização residencial. - Compreender eletricidade como uma forma de energia. - Identificar fenômenos e grandezas elétricas, estabelecer relações, identificar regularidades, invariantes e transformações. - Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano. - Compreender os conceitos de corrente, resistência e diferença de potencial elétrico. - Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes ao eletromagnetismo. - Consultar, analisar e interpretar textos e símbolos referentes a representações técnicas. - Relacionar informações para compreender manuais de instalação elétrica ou utilização de aparelhos ou sistemas tecnológicos de uso comum. - Dimensionar o consumo de energia elétrica/residência, sobretudo seus aspectos sociais, econômicos, culturais e ambientais (SEEDUC-RJ, 2012).

EXPERIMENTO 3: CALCULADORA SOLAR: FUNCIONANDO A PARTIR DE UM CIRCUITO ELÉTRICO DE LED¹²

OBJETIVO:

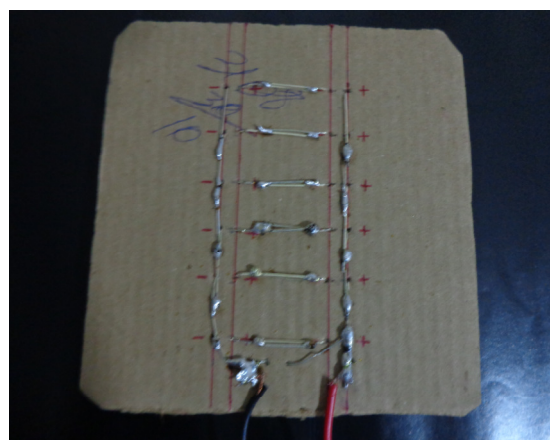
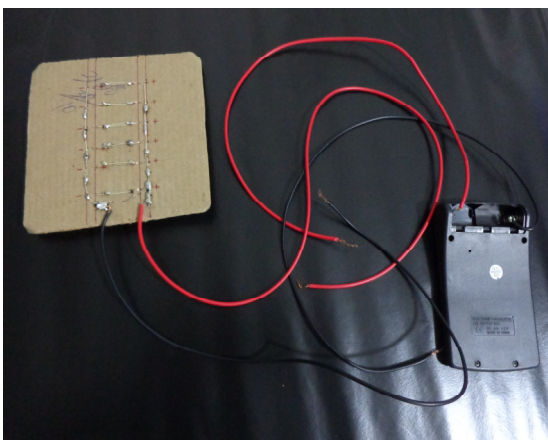
Construir circuito em série e em paralelo com Leds. Compreender eletricidade como forma de energia.

No experimento proposto trabalharemos funcionamento de uma calculadora através da energia solar.

MATERIAL:

- ✓ Um pedaço de papelão de formato quadrado medindo 12cm x 12cm
- ✓ 12 Leds vermelho alto brilho 5mm (transparente)
- ✓ Fio preto e fio vermelho
- ✓ Um capacitor de 220 μ F
- ✓ Fio de solda e ferro de solda
- ✓ Um prego pequeno
- ✓ Régua e caneta
- ✓ Uma calculadora

FOTOS DO EXPERIMENTO



¹² Fonte: <https://youtu.be/b7Ple0wfJds>. Painel solar caseiro - passo a passo. Robson Sato.

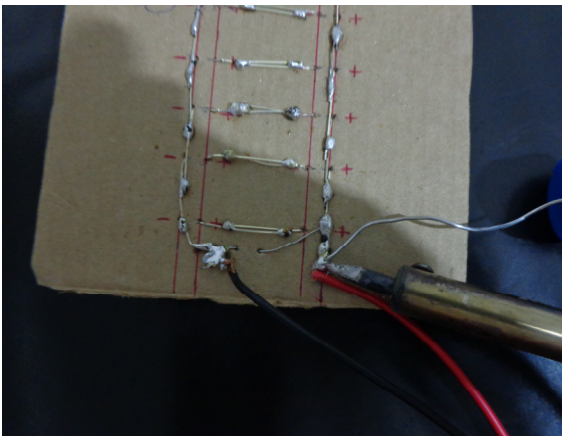
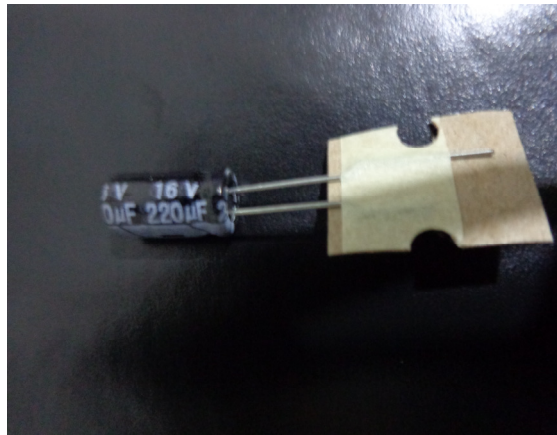
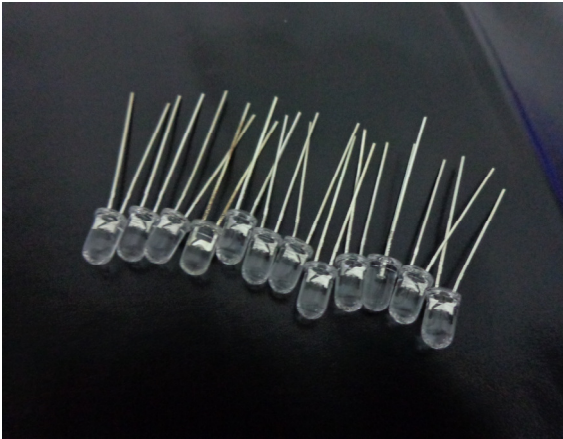


FIGURA 4: Ilustrações do experimento 3.

COMO FAZER:

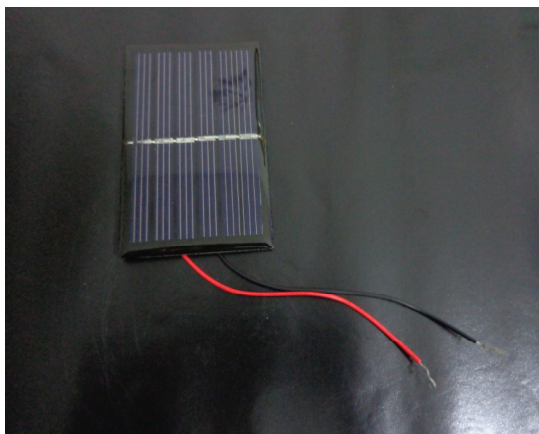
Marque o papelão com uma caneta fazendo duas linhas próximas separadas por 0,5cm uma da outra, em seguida dê um espaço de 3cm e faça novamente duas linhas separadas por 0,5cm uma da outra, tente centralizar no papelão este conjunto de linha. Comece a marcar os furos (fazendo pontinhos com a caneta) sobre as linhas de cima para baixo, dando uma distância de 2cm do início do papelão, num total de 6 furos sobre cada linha separados por 1,5cm. Com a ponta de um prego pequeno fure o papelão no local dos pontinhos marcados, com uma caneta marque os pontos positivos e negativos fazendo uma coluna positiva e outra negativa, alternado com as outras colunas. Coloque os leds nos furos marcados com positivo e negativo no papelão um embaixo do outro nas duas colunas que marcou com a caneta, lembrando que a perninha menor do led é o negativo. Solde as perninhas do meio ligando o positivo com o negativo na horizontal numa ligação em série, depois ligue na vertical as perninhas de mesmo sinal que estão nas extremidades do circuito numa ligação em paralelo, deixando uma perninha do positivo e outra do negativo para ser soldada ao fio vermelho (+) e ao fio preto (-) e depois conectado a calculadora. Conecte um capacitor ao circuito, o risco preto no capacitor indica onde fica a perninha negativa dele, solde negativo com negativo e positivo com positivo, para que possa armazenar um pouco de carga, já que este tipo de circuito descarrega com muita facilidade. A calculadora que tem um fio preto soldado a entrada negativa e um fio vermelho soldado a entrada positiva deverá ter seus fios conectados ao circuito e esse conjunto deverá ser levado para que receba os raios do sol. Unindo os fios do circuito ao da calculadora, sendo vermelho com vermelho e preto com preto, e ligue a calculadora.

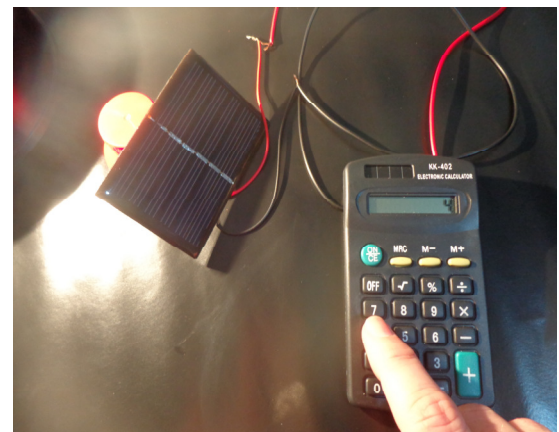
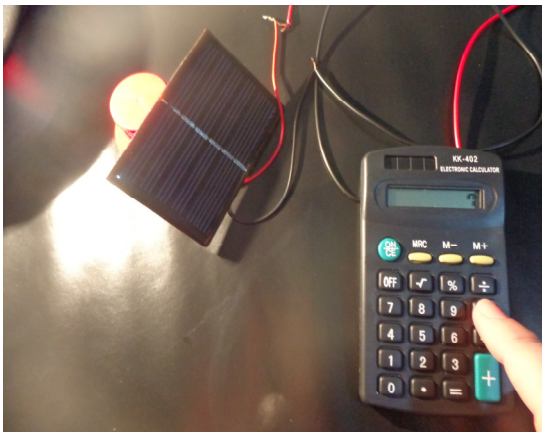
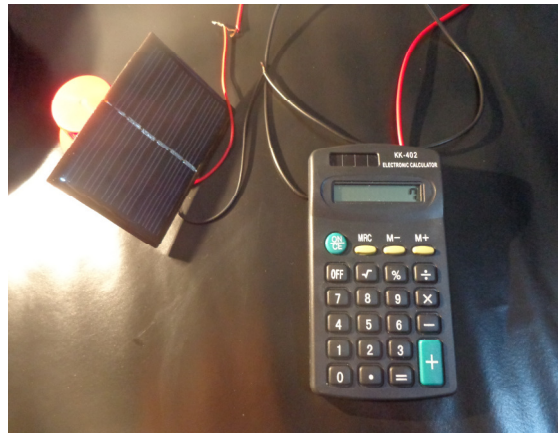
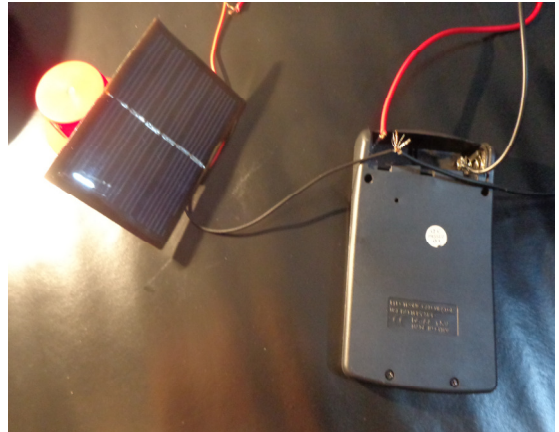
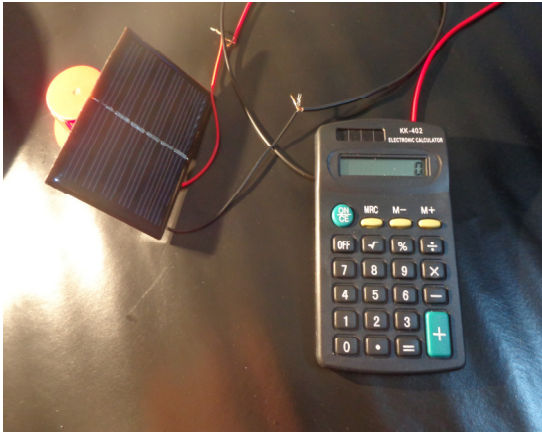
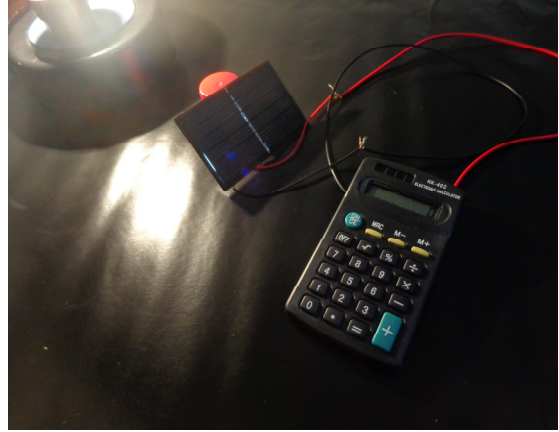
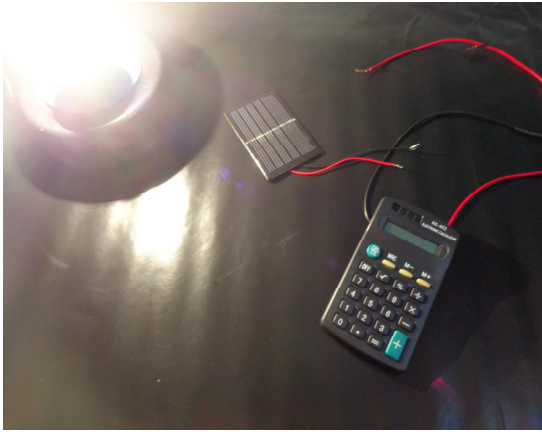
O QUE ACONTECE?

Os Leds são células fotovoltaica de baixo custo, elas são feitas com materiais semicondutores. Estas células são os dispositivos responsáveis pela transformação da energia solar em elétrica. Ao receber os raios do sol, o

circuito transforma energia solar em elétrica através dos leds, essa energia por sua vez é transferida pelos fios conectados a calculadora, acionando assim suas funções.

Agora utilizando um painel solar pequeno e a mesma calculadora produzimos o mesmo efeito com o auxílio de uma lâmpada de 60W fazendo o papel do Sol , já que nem sempre teremos a possibilidade de usar o Sol, principalmente em ambientes fechados ou em dias nublados, e além disso o nosso painel de leds só funciona com o auxílio dele. Nestes casos em que não tivermos o Sol a nosso favor, podemos trabalhar com o painel solar, conforme ilustrado nas fotos a seguir.





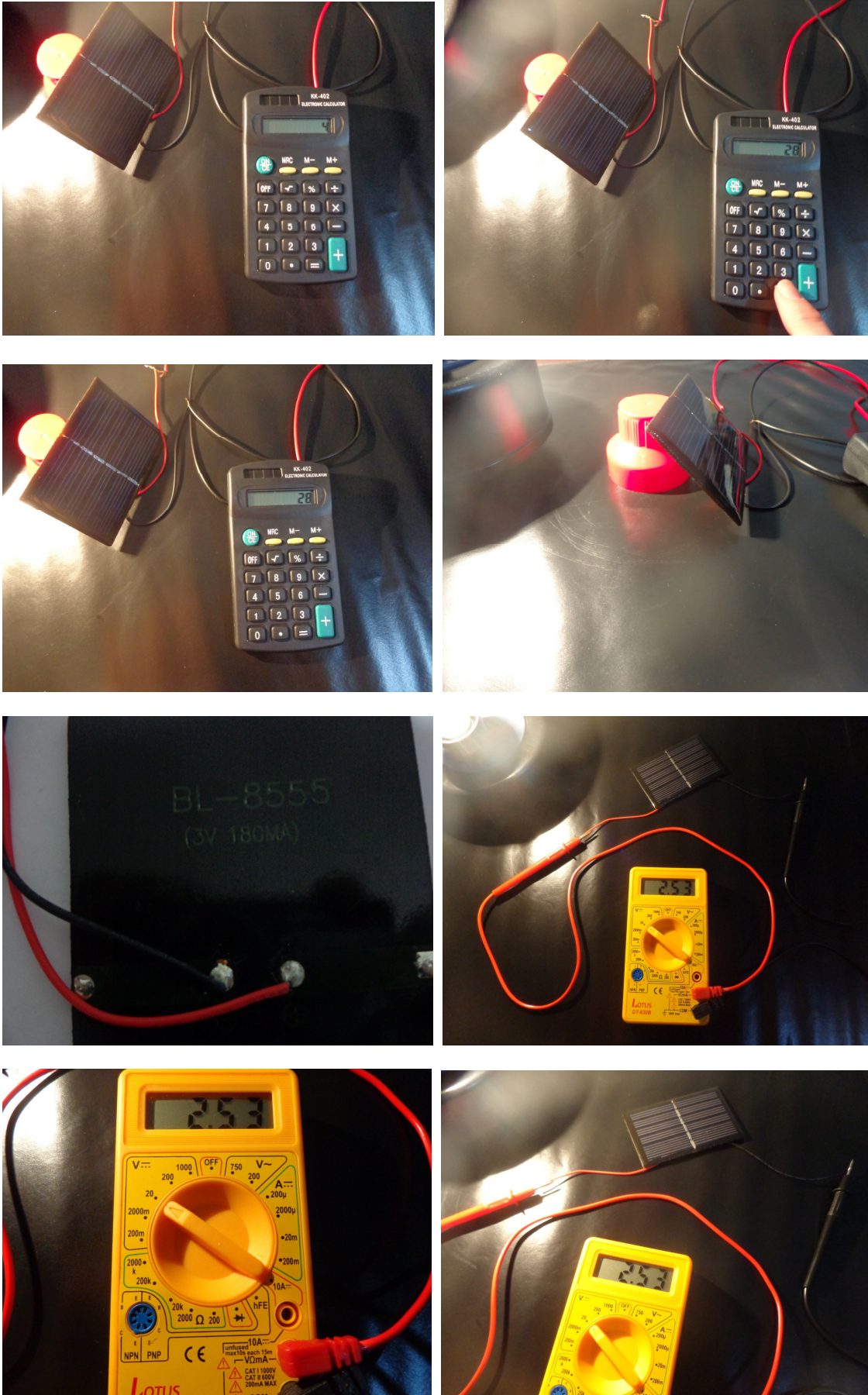


FIGURA 5: Ilustrações do experimento 3 com a placa solar.

Fotos do experimento com as alunas do projeto

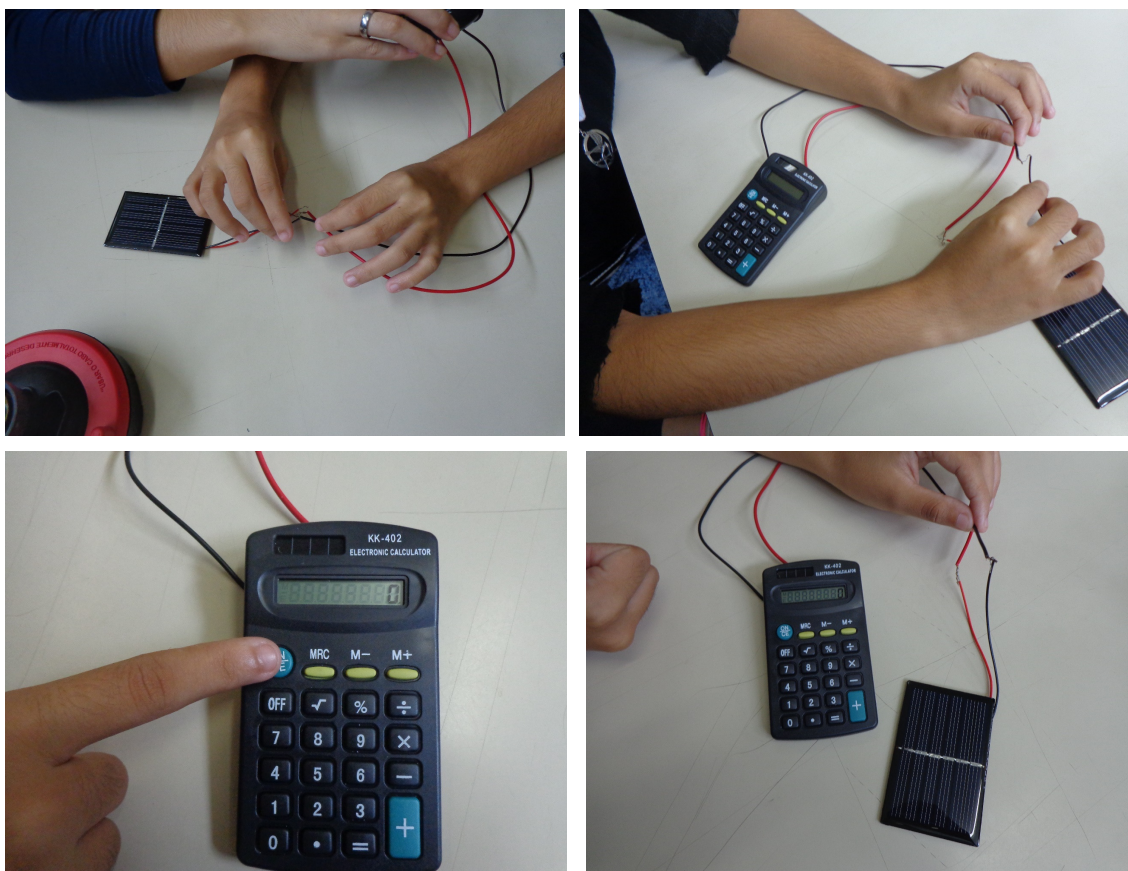


FIGURA 6: Ilustrações do experimento 3 com as alunas.

COMO FOI O DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO

Neste experimento, discutimos o funcionamento de diferentes geradores e motores elétricos para explicar a produção de energia elétrica. As alunas trouxeram a discussão acerca do consumo de energia associado aos custos. Trouxeram, ainda, exemplos de energias renováveis.

EXPERIMENTO 4: A MÁGICA DOS CDS

OBJETIVO:

Compreender o funcionamento de um ímã e sua importância nas novas tecnologias. O conteúdo Energia é proposto nas competências e habilidades do Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro para o segundo bimestre do ano letivo, na 3ª série do Ensino Médio, no tema Magnetismo – Ímã – Magnetismo terrestre – Fluxo – Indução, com a seguinte finalidade:

- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos.
- Compreender fenômenos magnéticos para explicar, por exemplo, o magnetismo terrestre, o campo magnético de um ímã e a inseparabilidade dos polos magnéticos.
- Utilizar leis físicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto do eletromagnetismo.
- Compreender o conhecimento científico como resultado de uma construção humana, inserido em um processo histórico e social.
- Dimensionar o impacto da lei da indução eletromagnética como sustentação de uma nova revolução industrial.
- Compreender a relação entre o avanço do eletromagnetismo e o dos aparelhos eletrônicos (SEEDUC-RJ, 2012).

No experimento proposto trabalharemos levitação magnética, para fazermos analogia com os trens que flutuam.

MATERIAL:

- ✓ Três CDs usados
- ✓ Base de suporte de CDs
- ✓ 54 ímãs de ferrite pequenos de formato circular
- ✓ Adesivo líquido instantâneo universal

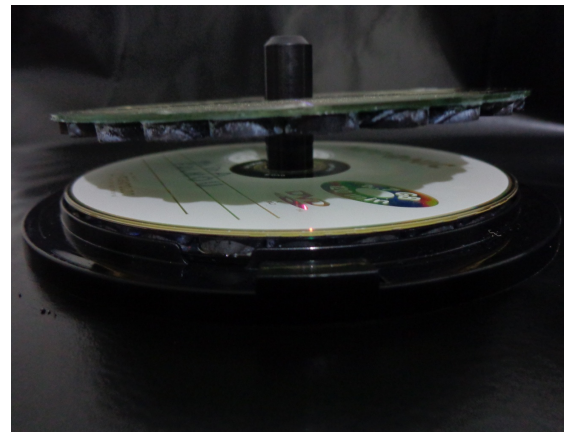
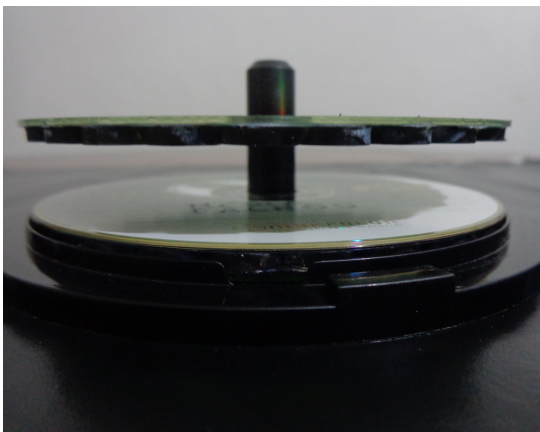
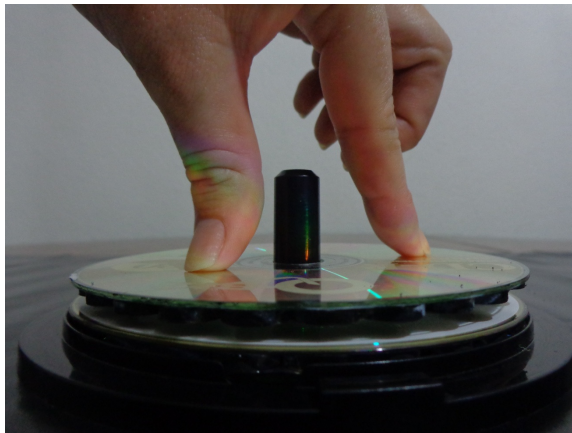
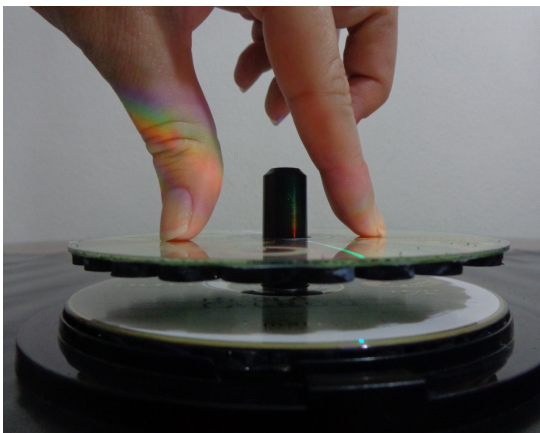
FOTOS DO EXPERIMENTO



FIGURA 7: Ilustrações do experimento 4.

COMO FAZER:

Use dois CDs, em cada um cole 27 ímãs no verso, um ao lado do outro em toda borda do CD. Os ímãs devem ser colados com seus pólos contrários virados para cima, de modo que fiquem se repelindo. Coloque um dos CDs em que foram colados os ímãs na base do suporte dos CDs virado com os ímãs voltados para cima, a seguir coloque sobre os ímãs o CD que ainda não havia sido usado que está sem ímã, para que ele tape os ímãs. Coloque o outro CD em que foram colados os ímãs na base dos CDs com a parte dos ímãs voltada para baixo, assim eles vão ficar se repelindo.

O QUE ACONTECE?

Por causa da força magnética entre eles, ímãs são capazes de atrair e repelir uns aos outros sem precisar se tocar. Ímãs são materiais que provocam um campo magnético, que atrai certos metais e, por isso, possuem muitas

utilidades no mundo moderno, da indústria a sistemas de som. Com uma organização bastante simples, pode-se fazer com que um ímã faça outro levitar (flutuar em pleno ar) e até mesmo carregar um determinado peso. Isso acontece por que todo ímã possui dois polos magnéticos e os polos iguais se repelem. A levitação magnética é uma excelente demonstração dos poderes relativos de duas forças fundamentais: o magnetismo e a gravidade. Embora toda a Terra atraia gravitacionalmente o ímã flutuante e sua carga, um simples e pequeno ímã consegue superar essa atração para baixo com o magnetismo e fazer com que ele flutue.

COMO FOI O DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO

Neste experimento, fizemos analogia da levitação dos CD's com os trens movidos a levitação. Discutimos o funcionamento dos novos trens que utilizam materiais magnéticos para levitarem a um centímetro dos trilhos, proporcionando força motora e fornecendo energia interna ao trem, conversamos também sobre a estabilidade dos trens. As alunas comentaram sobre sua velocidade e os benefícios que esses trens proporcionarão consumindo menos energia e gastando menos tempo para ir de um lugar a outro.

Como funcionam os trens que flutuam sobre os trilhos?

Eles conseguem fazer isso graças a poderosos eletroímãs - peças que geram um campo magnético a partir de uma corrente elétrica - instalados tanto no veículo quanto nos trilhos. Os maglevs¹³ (abreviação de "levitação magnética"), como são chamados, nada têm a ver com os famosos trens-bala que circulam no Japão e na Europa com motores elétricos e rodas comuns e atingem até 300 km/h. Já os maglevs, que ainda não entraram em operação em nenhum lugar do mundo, poderão superar os 500 km/h, pois não sofrerão nenhum atrito com o solo. As vantagens não param por aí. Eles consumirão menos energia, serão mais silenciosos e não precisarão de tanta manutenção.

¹³ **Fonte:** <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-funcionam-os-trens-que-flutuam-sobre-os-trilhos>

A expectativa é de que esses trens flutuantes possam competir até com vôos regionais, revolucionando o transporte entre cidades.

Um maglev venceria a distância entre Rio e São Paulo em 50 minutos, praticamente o mesmo tempo da ponte aérea, mas a um custo bem inferior. Por que, então, eles ainda não estão em funcionamento? O problema é o enorme investimento necessário para instalar linhas totalmente novas - enquanto os trens-bala comuns podem aproveitar as ferrovias já existentes.



FIGURA 8: Comboio de trens Maglev¹⁴

¹⁴ Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/levitacao-magnetica-efeito-meissner.htm>>. Acesso em: 26 de nov. 2015.

ENCONTRO 8: Novamente as cartas....

Realizamos, ainda, um último encontro para, a partir da elaboração de novas cartas, analisar se houve alguma sistematização de conceitos da física, tais como energia e sua transferência de um corpo para outro, isto é, a transformação de uma forma de energia em outra, esta manifestação da energia sobre várias formas segundo o agente que a produz: energia mecânica, energia térmica, energia elétrica, energia cinética ou de movimento, energia potencial ou de posição e energia potencial elástica.

Este último encontro não estava previsto, mas ao fazermos a análise da aplicação dos experimentos, sentimos necessidade de entender se houve uma sistematização dos conceitos. E pelo que já discutimos acerca da linguagem escrita, achamos que um instrumento, como a carta, nos ajudaria a perceber se houve sistematização. Além disso, o conhecimento e o domínio dos recursos e técnicas é o que permite a criação de novas formas e de novas relações no processo de construção de aprendizagem. Isto porque, como elaboramos na discussão teórica, as dificuldades técnicas tornam o pensamento mais sofisticado, favorecendo, portanto, a internalização dos conteúdos a serem aprendidos. Neste último encontro, observamos isso, pois as alunas participantes da pesquisa solicitaram apresentar também alguns experimentos elaborados por elas.

Aprendemos que Vigotski valoriza a atividade de demonstração em sala de aula na medida em que ela é um instrumento que serve prioritariamente ao professor, agente do processo e parceiro mais capaz a ser imitado. Cabe a ele fazer, demonstrar, destacar o que deve ser observado e, sobretudo, explicar, ou seja, apresentar aos alunos o modelo teórico que possibilita a compreensão do que é observado, estabelecido cultural e cientificamente (GASPAR; MONTEIRO, 2005, p.234).

O experimento pode ser considerado como um meio de desenvolver o pensamento abstrato, uma vez que evolui de formas simples e elementares para outras mais complexas. O experimento transforma uma ação em outra, produzindo novos sentidos, numa espécie de generalização. O significado do experimento vai se modificando e se transformando em uma significação

construída através da interação com o outro, neste caso com o professor e seus colegas de classe.

As aulas experimentais ajudam a compreender melhor um conceito estudado em sala, deixando o aprendizado mais contextualizado.

Brenda Ferreira da Costa Morira
 Thairná Logundes Silveiras
 Carla Nunes do Nascimento
 Poliana da Cruz Silva

03/02/2016

1º Bola mágica = Tudo se origina no movimento; neste experimento podemos observar que a energia cinética se transforma em energia elástica e novamente em energia cinética quando a bola retorna, assim também podemos observar a conservação de energia.

Exemplo: O estilingue; transferimos nossa energia pelo músculo para estilingue, transformando em energia elástica que transforma em energia mecânica (cinética + potencial).

2º Mini Usina Térmica elétrica: o foco deste experimento é a transformação de energia; primeiro transformamos energia química em térmica e depois em energia mecânica.

Exemplo: usina Térmica elétrica e parques Eólicos.

3º Calculadora movida a energia solar: com auxílio de uma pequena placa solar conectamos o circuito dela com o da calculadora, transformando a energia que a placa absorveu do sol em energia elétrica.

Exemplos: Placas solares em casas, hospitais, estacionamentos, etc.

4º Excitação magnética: ocorre a repulsão dos polos magnéticos gerando movimento. Esse tipo de energia é que faz com que os trens flutuem através de um sistema de campos magnéticos que puxam e empurram os trens pelos trilhos.

Exemplo: Trem maglev

É possível perceber que as alunas participantes da pesquisa estão em vias de construir aprendizagem acerca do conceito de energia e de suas transformações. Isso pode ser percebido pelo uso que já fazem de alguns termos com certa propriedade. Elas, porém, precisam de mais práticas de mediação. Isso nos dá o sentido de que a metodologia fundamentada na psicologia histórico-cultural de Vigotski, não pode ser definida em etapas fixas a serem seguidas na quais ao fim do processo a aprendizagem se daria. Esta metodologia para ser usada na dinâmica da sala de aula precisa ser adaptada à prática específica de cada professor. O que há de mais significativo nela é que serve de exemplo de como podemos estabelecer o vínculo entre contextualização e generalização nas aulas de ciências. Esta é a ênfase dada no laboratório virtual que é produto final desta Dissertação.

3.5 O PRODUTO FINAL: LABORATÓRIO VIRTUAL

O produto final desta dissertação é um laboratório virtual intitulado LAMAC/NILO (Laboratório de Memória Ambiental e Ciências do Nilo), que apresenta os experimentos e as atividades descritas nesta dissertação. O endereço para acesso é <http://www.encontrocomciencia.wix.com/site>.

A escolha por um produto no formato da linguagem virtual se deu por questões relativas às contingências do desenvolvimento do projeto, uma delas o fato de não termos inicialmente sala disponível para a construção de um laboratório real na escola cenário da pesquisa. No entanto, estudos que fizemos acerca da importância da linguagem no desenvolvimento do pensamento, segundo Vigotski (2003, p. 41), nos faz questionar como a linguagem da informática pode fazer parte desse processo. Esta é a questão aberta pelas conclusões desta Dissertação, com a qual pretendemos dialogar em outra etapa da nossa formação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos nesta dissertação uma proposta de ensino, voltada para a necessidade de formar cidadãos conscientes e que possam discernir sobre temas da atualidade; é o que nos pede as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (MEC, 2002), mas para isso é necessária uma aprendizagem mais efetiva em conceitos e a elaboração de experimentos para além dos modelos que contrapõem as concepções espontâneas/prévias às concepções científicas.

Esta pesquisa é parte de um projeto mais amplo intitulado Educação Ambiental como tema transversal no Colégio Estadual Nilo Peçanha: interfaces entre o ensino de ciências e a psicologia histórico-cultural, que é fomentado pela FAPERJ. A concepção de laboratório desenvolvida nesta Dissertação será posteriormente implementada na escola cenário do projeto Colégio Estadual Nilo Peçanha, localizado no município de São Gonçalo. No entanto, a metodologia de laboratório virtual já está desenvolvida e divulgada como produto final desta dissertação

Para que os experimentos não se tornassem meras ilustrações, desenvolvemos uma metodologia que possibilitou a relação entre as concepções prévias do aluno e as concepções científicas, adquiridas nos bancos estudantis. Entendemos que as alunas sujeitos desta pesquisa não internalizaram o conceito de energia, mas construíram outros conceitos que, segundo Vigotski, estão na supra-ordenarção do conceito pretendido. Este fato revela que a metodologia fundamentada na psicologia histórico-cultural de Vigotski, não pode ser enquadrada nos limites de tempo sem significado para o grupo no qual está envolvido. Sabemos que este se torna um empecilho importante na aplicação deste aporte teórico nas práticas escolares atuais. Mas, entendemos que este é o desafio, adaptar esta teoria à realidade da prática concreta. Isso pode mudar as relações concretas e pode, também, ajudar a tornar a psicologia de Vigotski atual.

O produto final, laboratório virtual, trouxe-nos novo questionamento, que pretendemos desenvolver em outra etapa da nossa formação: qual a relação entre a linguagem da informática e o desenvolvimento do pensamento

no ensino de ciências? Isso por que o uso da carta nos fez investigar a função da escrita, que, segundo Vigotski, é um tipo tão sofisticado de sistematização, que leva ao desenvolvimento do pensamento abstrato, o que pode favorecer a aprendizagem científica. E a linguagem da informática, teria a mesma função?

Esperamos que os experimentos (materiais de apoio) desenvolvidos nesse trabalho, possam servir de ferramentas norteadoras para que o ensino de Física se torne mais experimental, contextualizado e mais significativo (GARCIA, 2012; RICARDO, 2010), para os alunos do Colégio Estadual Nilo Peçanha. Que alunos e professores usem esse recurso com o objetivo de uma aprendizagem mais significativa em Física.

5 OBRAS CITADAS

AÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Por um novo currículo de ciências para as necessidades de nosso tempo. **Presença Pedagógica**, Belo Horizonte, v. 9, n. 51, p. 43-55, 2003. Disponível em: www.udemo.org.br/RevistaPP_02_12PorUmNovo.htm. Acesso em: 20 de jul. 2014.

AGUIAR JÚNIOR, O. Professores, reformas curriculares e livros didáticos de ciências: parâmetros para produção e avaliação do livro didático. In: **Anais do ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, EPEF**, 9., 2004, São Paulo. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004.

ALMEIDA, L.F.R et al. Educação Ambiental em Praça Pública: relato de experiência com oficinas pedagógicas. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 1, p. 121-132, 2004.

BONATTO, Andréia et al. Interdisciplinaridade no ambiente escolar. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL ,9.2012, Caxias do Sul. Anais... Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2012. Disponível em: http://www.portalanpedsul.com.br/2012/home.php?link=grupos&acao=buscar_trabalhos Acesso em: 13 de Mar de 2016.

FREIRE, P. 'Criando Métodos de Pesquisa Alternativa: aprendendo a fazê-la melhor através da ação'. BRANDÃO, Carlos (ORG.). **Pesquisa Participante**. 6ª edição. São Paulo: Editora Brasiliense, 1986.

GARCIA, N. M. D. Livro didático de Física e de Ciências: contribuições das pesquisas para a transformação do ensino. **Educar em Revista** nº44 Curitiba Abril/junho 2012. Disponível em: www.scielo.br/pdf/er/n44/n44a10.pdf. Acesso em: 11 de jul. 2014.

GASPAR, A. Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor. **Atas do XV Encontro de Físicos do norte e Nordeste**. Disponível em: http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/351678/mod_resource/content/4/texto_5.pdf. Acesso em: 11 de jul. 2014.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, 2005. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n2/v10_n2_a5.htm. Acesso em: 12 nov. 2014.

- GEHLEN, S. T. et al. Freire e Vigotski no contexto da Educação em Ciências: aproximações e distanciamentos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, (2008).
- GOMES, L.C. e BELLINI, L. M. Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 31, n. 2, p. 2301.1-2301.10, abr./jun., 2009.
- GOYA, A.; LABURÚ, C.E. Uma atividade experimental de Física por meio de investigação multimodal representacional. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 9, n. 2 de 2014.
- LAKATOS, E.M e MARCONI, M.A **Metodologia Científica**. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 1995.
- MEC/SEMTEC. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio*. MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 30 de abril 2014.
- MEC. *PCN + Ensino Médio - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, matemática e suas Tecnologias*. MEC/SEB, 2002.
- MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n.1, março de 2000.
- OLIVEIRA, L et al. A contextualização no ensino de química: uma análise à luz da filosofia da linguagem de Bakhtin. **Ciências & Ideias**. v. 6, n. 2 - julho/dezembro 2015 (p. 29-45).
- OLIVEIRA, L. A área de Ensino de Ciências e a Interface com a área da Saúde. **Revista Praxis**. Ano II, n. 3, janeiro, 2010.
- OLIVEIRA, M. K. de. **VYGOTSKY: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**, São Paulo, Scipione, 1997.
- REGO, T. C. **VYGOTSKY: Uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 25. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.
- RIBEIRO, J.; VERDEAUX, M. Uma investigação da influência da reconceitualização das Atividades experimentais demonstrativas no ensino da

óptica no Ensino médio, **Investigações em Ensino de Ciências** – V18(2), pp. 239-262, 201.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. de et al. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. Disponível em http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/275897/mod_resource/content/2/capitulo_Elio.pdf. Data e hora de acesso: 15/03/2016 15h 59 min.

ROSA, C.T.W. e ROSA, A.B. A Teoria Histórico-Cultural e o Ensino de Física. **Revista Iberoamericana de Educación**, 33/6, 10/08/04. Disponível em: <http://rieoei.org/deloslectores/654Werner108.PDF>>. Acesso em: 4 de set. 2015.

SÁ-SILVA et al. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**. Ano I - Número I - Julho de 2009.

SCHROEDER, E; FERRARI, N. e MAESTRELLI, S.R.P. A construção dos conceitos científicos em aulas de ciências: contribuições da teoria histórico-cultural do desenvolvimento. **Atas do VII ENPEC**. Florianópolis, novembro/2009.

SCHROEDER, E. Conceitos espontâneos e conceitos científicos: o processo da construção conceitual em Vygotsky. **ATOS DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO – PPGE/ME FURB**, v. 2, nº 2, p. 293-318, maio/ago. 2007.

SEEDUC-RJ. CURRÍCULO MÍNIMO. SEEDUC-RJ, 2012. Disponível em <www.conexaoprofessor.rj.gov.br>. Acesso em: 15 de set. 2015.

SILVA, J. C. L. Da. "Questão Ambiental na Nova Ordem Mundial"; **Brasil Escola**, s/d. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/questao-ambientalnova-ordem-mundial.htm>>. Acesso em: 26 de nov. 2015.

SILVEIRA, A. F.; SANTOS, K. Abordagens Lúdicas no Ensino de Física. **Física na Escola**, v. 8, n. 2, 2007.

SMOLKA, A.L. Comentários. IN: VIGOTSKI, L. **Imaginação e Criação na Infância**. São Paulo: Ática, 2010.

SPOSITO, S.E. **Apontamentos sobre a Apropriação da Teoria Vigotskiana no Ensino de Ciências**: problemas conceituais e epistemológicos decorrentes do pluralismo metodológico. Dissertação de Mestrado (2007). Bauru: Universidade Estadual Paulista.

VARELA, P.; SÁ, J. Ensino experimental reflexivo das ciências: uma visão crítica da Perspectiva piagetiana sobre o desenvolvimento do conceito de Ser vivo. **Investigações em Ensino de Ciências** – V17(3), pp. 547-569, 2012.

TOZONI-REIS, M. F. de C. **Temas ambientais como “temas geradores”:** contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. *Educar*, Curitiba, n. 27, p. 93-110, 2006. Editora UFPR.

VIGOTSKI, L. S. **Imaginação e Criação na Infância.** São Paulo: Ática, 2010.

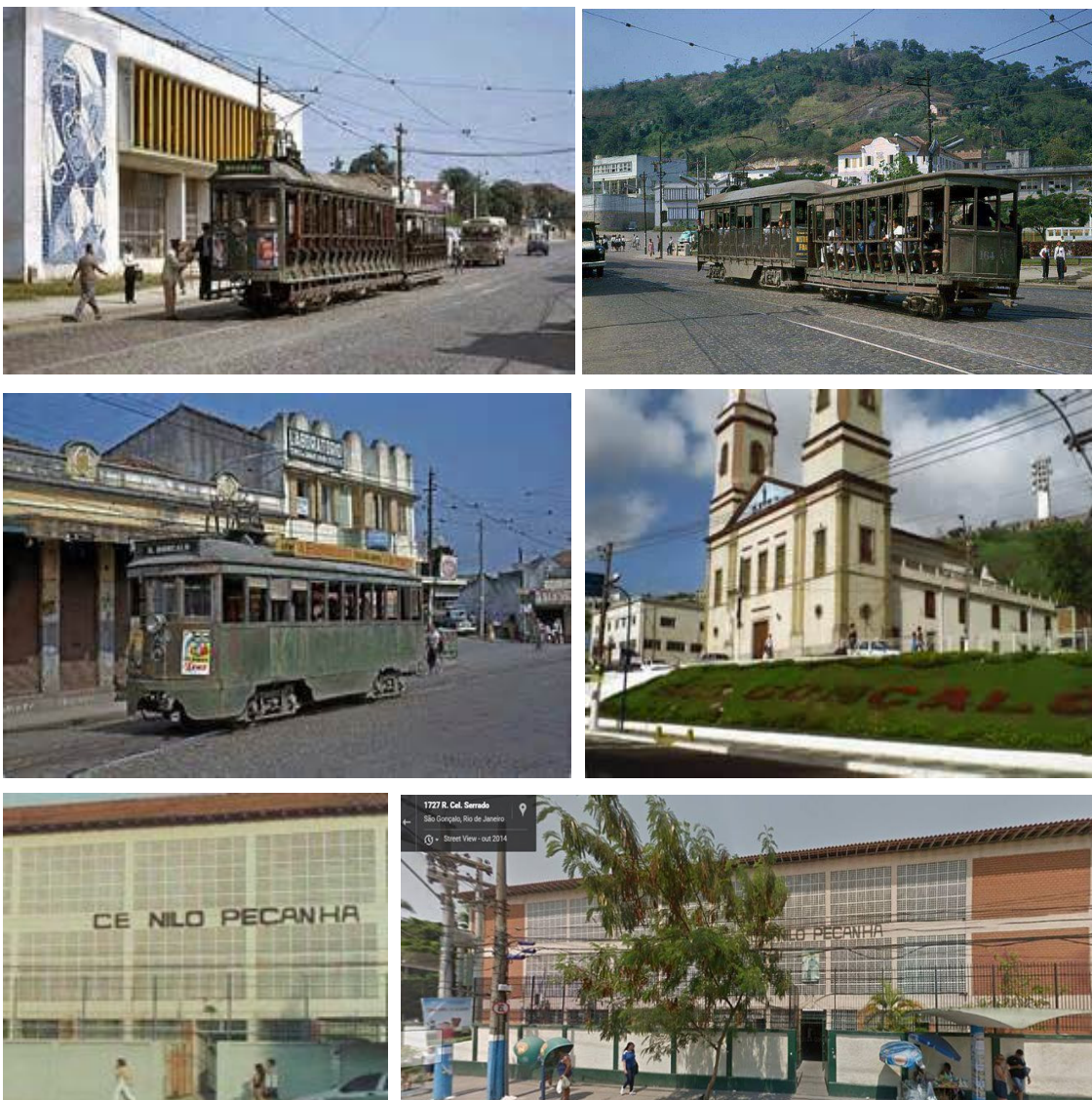
_____ **Pensamento e linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2003.

ZIMMERMANN, E; CARLOS, J. G. Interdisciplinaridade e ensino de física: quais as possibilidades? **XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**, RJ, 2005.

6 ANEXO

Fotos do Entorno da Escola





Disponível em:

<<http://www.bing.com/search?q=fotos+de+s%C3%A3o+gon%C3%A7alo+antigo&form=PRBRPT&refig=1a8d4771524b40aea5330583d316cb00&pq=fotos+de+sao+go&sc=8-15&sp=4&qs=OS&sk=OS3>>.

Acesso em: 20 de fev. 2016.

Disponível em: < https://www.facebook.com/C-E-Nilo-Pe%C3%A7anha-263376670345557/photos?ref=page_internal>. Acesso em: 20 de fev. 2016.