

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
Pós-Graduação em Educação Matemática  
Mestrado Profissional em Educação Matemática

Anderson da Silva Moura

**MATEMÁTICA NA ESCOLA: PRÁTICA INTERDISCIPLINAR  
APOIADA PELA TEORIA DA ATIVIDADE**

Juiz de Fora (MG)  
Dezembro, 2016

**MATEMÁTICA NA ESCOLA: PRÁTICA  
INTERDISCIPLINAR APOIADA PELA  
TEORIA DA ATIVIDADE**

Anderson da Silva Moura

Juiz de Fora (MG)

Dezembro, 2016

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática  
da Biblioteca Universitária da UFJF,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Moura, Anderson da Silva.

Matemática na Escola : Prática interdisciplinar apoiada pela  
Teoria da Atividade / Anderson da Silva Moura. -- 2016.

118 f. : il.

Orientador: Marco Antônio Escher

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de  
Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós  
Graduação em Educação Matemática, 2016.

1. Educação Matemática. 2. Interdisciplinaridade. 3. Teoria da  
Atividade. 4. Funções. 5. Pesquisa-ação. I. Escher, Marco Antônio,  
orient. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
Pós-Graduação em Educação Matemática  
Mestrado Profissional em Educação Matemática

Anderson da Silva Moura

**MATEMÁTICA NA ESCOLA: PRÁTICA INTERDISCIPLINAR  
APOIADA PELA TEORIA DA ATIVIDADE**

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Escher

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Educação Matemática, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação Matemática.

Juiz de Fora (MG)

Dezembro, 2016

Anderson da Silva Moura

**INTERDISCIPLINARIDADE: MATEMÁTICA E FÍSICA APOIADA PELA  
TEORIA DA ATIVIDADE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Educação Matemática, como parte dos requisitos para o exame de defesa.

**Comissão Examinadora**

---

Prof. Dr. Marco Antônio Escher  
Orientador

---

Profa. Dra. Patricia Rosana Linardi  
Convidada externa– UNIFESP

---

Profa. Dra. Chang Kuo Rodrigues  
PPGEM – UFJF

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente às situações da minha vida que culminaram com a minha escolha de fazer o mestrado. Agradeço a minha família que sempre me apoio nos momentos de luta e dificuldade. Agradeço a minha noiva, Débora que sempre esteve pronta para uma palavra de apoio quando necessitei. Agradeço ao meu orientador, pelas horas e mais horas dispensadas para o desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço a toda a escola, direção, secretária e funcionários do Instituto Piaget de Ensino que me proporcionou abertura para a realização desta pesquisa. Agradeço aos alunos participantes da pesquisa, pois sem eles existiria pesquisa. Agradeço aos professores membros da banca examinadora, em especial ao professor Dale Willian Bean que nos deixou de maneira repentina e triste e às professoras Patricia Linardi e Chang Kuo, pela presteza na aceitação de compor a banca. Agradeço a Professora Miriam Duque, pelo companheirismo e presteza e também pela revisão ortográfica desta pesquisa.

*“Todo mundo é um gênio. Mas se você julgar um peixe por sua capacidade de subir em uma árvore, ele vai gastar a vida toda acreditando que é estúpido.”*

Albert Einstein

## RESUMO

Esta pesquisa foi construída utilizando a Interdisciplinaridade entre Matemática e Física, com enfoque na Educação Matemática. Utilizamos os preceitos da pesquisa qualitativa, mais precisamente seguindo os moldes da Pesquisa-ação (THIOLLENT,1994), juntamente com a base teórica da Teoria da Atividade (LEONTIEV, 1959). Durante a pesquisa desenvolvemos um meio de trabalhar juntos conceitos de Matemática e Física, com o foco na aprendizagem dos alunos aliado a abordagem de um problema social, que é exigido pela Pesquisa-ação e também pela Teoria da Atividade. A pesquisa foi aplicada em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio e os conceitos trabalhados com os alunos foram de Energia e Função. Durante a pesquisa foi realizada visita a uma usina de geração de energia elétrica, que opera no modelo de PCH (Pequena Central Hidrelétrica), no município de Lima Duarte. Realizamos atividades com as contas de luz dos próprios alunos, como complemento às atividades sobre os conteúdos. A pesquisa teve como objetivo trabalhar conceitos escolares associados à realidade do aluno e obtemos conclusões positivas da pesquisa, e tivemos aceitação por parte da turma. Assim observamos os alunos desenvolvendo conceitos importantes para seu desenvolvimento como cidadãos.

Palavras chave: Educação Matemática. Interdisciplinaridade. Teoria da Atividade. Pesquisa-ação.



## ABSTRACT

This research was constructed using the Interdisciplinarity between Mathematics and Physics, focusing on Mathematics Education. We use the precepts of qualitative research, more precisely following the patterns of Action Research (THIOLLENT, 1994), together with the theoretical basis of Activity Theory (LEONTIEV, 1959). During the research we developed a way of working together concepts of Mathematics and Physics, with the focus on student learning allied to the approach of a social problem, which is required by Action Research and also by Theory of Activity. The research was applied in a first year high school class and the concepts worked with the students were of Energy and Function. During the research, a visit was made to an electric power generation plant, which operates in the Small Hydroelectric Power Plant (SHP) model, in the municipality of Lima Duarte. We carry out activities with the students' own light bills, as a complement to the activities on the contents. The research had as objective to work school concepts associated to the reality of the student and we obtained positive conclusions of the research, and we had acceptance on the part of the class. Thus we observe students developing important concepts for their development as citizens. Keywords: Mathematics Education. Interdisciplinarity. Theory of Activity. Action research.

## SUMARIO

INTRODUÇÃO .....	9
1 O ENSINO INTERDISCIPLINAR ENVOLVENDO MATEMÁTICA E FÍSICA.....	15
2 O FIO DE ARIADNE DA PESQUISA .....	29
2.1 Educação Matemática ao longo da História.....	29
2.2 Interdisciplinaridade, Teoria da Atividade e Pesquisa-ação: uma associação possível.....	33
3 O PROBLEMA SOCIAL E A PESQUISA-AÇÃO .....	45
3.1 Elaboração das atividades .....	51
4 APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES NA SALA DE AULA.....	57
4.1 Encontros anteriores da visita à PCH .....	57
4.2 A visita a PCH.....	64
4.3 Atividades Pós-Visita à PCH.....	66
5 ANÁLISE DAS ATIVIDADES.....	71
Figura 5 – Representação do domínio e imagem da função do aluno A.....	72
Fonte: Imagem própria .....	72
Figura 6 – Gráfico do aluno da função do aluno C .....	73
Figura 7 – Gráfico do aluno da função do aluno H .....	74
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	76
REFERÊNCIAS .....	80
ANEXOS .....	82
Anexo B – Questionário aplicado na visita a PCH .....	91
Anexo C – Atividades Realizadas Pelos Alunos .....	92
Anexo D – Caderno de Campo .....	101

## INTRODUÇÃO

A Educação Matemática vem ao longo do tempo buscando discutir muitos dos problemas que surgem durante o processo de Ensino e Aprendizagem da Matemática e se desenvolvendo muito ao longo dos últimos anos. A necessidade de uma abordagem para esses problemas instiga o desenvolvimento de pesquisas e atividades para intervir de uma maneira qualitativamente melhor na sala de aula, seja em caráter direto, com as pesquisas realizadas em sala de aula para a sala de aula, ou em pesquisas realizadas para aprimorar a formação dos professores que trabalharão a Matemática em sala de aula.

A área de pesquisa em Educação Matemática no Brasil é dividida em diversas tendências de pesquisa, e essas tendências são voltadas para as especificidades observadas por alguns teóricos da área. Uma dessas tendências pesquisa assuntos envolvendo a Interdisciplinaridade, que em linhas gerais visa à associação de duas ou mais disciplinas para constituir uma metodologia de ensino mais eficaz com a realidade dos estudantes.

Adotaremos o conceito de Interdisciplinaridade de D'Ambrosio (1997), que percebe a Interdisciplinaridade como duas disciplinas trabalhando em caráter de cooperação para a solução de algum problema ou desenvolvimento de algum parâmetro para os alunos; tudo isso sem que as disciplinas percam suas individualidades. Observando que estaremos tratando da Interdisciplinaridade apenas voltada para o ambiente escolar.

Esta pesquisa situa-se na Interdisciplinaridade relacionando às disciplinas de Matemática e Física. Em uma observação geral, duas disciplinas que são conhecidas popularmente como barreiras ou disciplinas que vão demandar uma quantidade de esforço maior do aluno para serem vencidas durante a fase escolar, como se pudessemos comparar áreas de conhecimentos diferentes.

Trabalhando como professor há quase seis anos e lecionando as disciplinas de Matemática e Física, de acordo com a experiência de sala de aulas, é possível notar uma associação entre elas. Com o tempo, fomos estudando, aprendendo e descobrimos que historicamente há uma conexão muito grande entre elas.

Vemos que o desenvolvimento da Física, em especial a mecânica Newtoniana, está intimamente relacionado aos conceitos de função e a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Percebemos que boa parcela dos Matemáticos que contribuíram para o desenvolvimento da Matemática como ciência, também contribuíram para o desenvolvimento da Física.

Essa conexão foi observada por nós quando cursávamos as disciplinas de História da Matemática e História da Física, e notamos que o desenvolvimento de uma sempre esteve atrelado ao desenvolvimento da outra. Outra observação é que alguns conceitos de Física do Ensino Médio só podem ser realmente compreendidos se houver uma base Matemática e, desse modo, estabelecer certa paridade entre as disciplinas.

Em nossa prática percebemos que era possível que as duas disciplinas cooperassem para se desenvolverem juntas no meio escolar. Deste modo, sem dissociar as disciplinas totalmente, tínhamos um ambiente de ensino em que podíamos ensinar a Matemática e a Física juntas.

Esta associação não se mostrou apenas com a Matemática fornecendo suporte e a Física apenas como uma base, e nem a Física como uma ilustração e aplicação da Matemática. Buscamos algo que conceituasse o que pensávamos, e assim, nos deparamos com os conceitos da Interdisciplinaridade.

Da nossa prática também, observamos que existem várias competências humanas a serem desenvolvidas, não apenas a competência na área da aprendizagem de conceitos de Matemática aplicados apenas no modelo de repetição de exercícios. Um exemplo disso é a existência de um incentivo ao trabalho interdisciplinar vindo de órgãos governamentais, que em documento oficial para a educação os PCN (Parâmetros Nacionais Curriculares) e os PCNEM (Parâmetros Nacionais Curriculares do Ensino Médio) trazem o assunto para o foco. Em suas versões mais recentes (BRASIL, 2000), uniram-se disciplinas em áreas de conhecimento, como a área referente às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; que envolvem as diretrizes disciplinares de Matemática, Física, Química e Biologia.

A união das disciplinas como áreas de conhecimento pode ser enxergada como um incentivo para as disciplinas trabalharem em caráter de cooperação, uma

tentativa de desenvolver o ensino e a aprendizagem de todas. Observamos também a abordagem sobre a formação do cidadão mais ativo e participativo da sociedade, no caso das Ciências da Natureza, uma preparação do indivíduo para compreender as tecnologias que estão em seu entorno, o que não é possível sem uma associação das disciplinas, mas sem que elas deixem de ter sua autonomia e conceituações próprias.

Para atender à ideia da pesquisa que desenvolvemos, definimos uma metodologia a ser seguida e também uma teoria que vai nortear e embasar a mesma. Portanto, tomamos ciência das metodologias de pesquisa durante as aulas do programa do Mestrado e por meio de leituras individuais. Nas aulas do programa do Mestrado, conhecemos a pesquisa qualitativa, e este tipo de pesquisa foi o tipo que mais se adaptou a nossas ideias sobre educação, por conseguinte, a escolhemos para o desenvolvimento da pesquisa.

Uma pesquisa de caráter quantitativo também poderia ser adotada, mas optamos pela qualitativa, por sermos mais inclinados a observar a sala de aula como um meio de interações sociais. E, para nós, um número pode não ser suficiente para retratar corretamente o desenvolvimento ou mesmo o que acontece com o aluno. Em alguns casos, o número pode deixar de expor fatores de caráter social que interferem direta ou indiretamente na aprendizagem.

Definimos então a metodologia de pesquisa qualitativa para a pesquisa desenvolvida por nós, em especial a metodologia da Pesquisa-ação (THIOLLENT, 1994). A Pesquisa-ação, além de seu modelo qualitativo, ainda possui que seu início deve vir de um problema que afeta o meio social dos alunos.

Podemos também entender a Pesquisa-ação como um modo de alterar o meio do aluno em escala micro-social, pois depende diretamente de um problema do cotidiano. Na pesquisa que desenvolvemos abordamos um problema recorrente do cotidiano dos alunos, expomos qual a situação e desenvolvemos melhor os conceitos sobre a Pesquisa-ação, no capítulo referente à metodologia.

O próximo passo foi a definição de uma teoria que embase a pesquisa e uma metodologia de trabalho para a pesquisa. A Pesquisa-ação já nos fornece subsídios para o desenvolvimento da pesquisa, mas ainda precisávamos de uma teoria. A busca por uma teoria passou por leituras feitas por nós em fontes

bibliográficas, pelas aulas do programa do Mestrado, às quais fomos apresentados a algumas teorias, e também durante as orientações.

Definimos como teoria para estruturar as atividades, e tratar com os estudantes, a Teoria da Atividade de Leontiev (1959), que é baseada nos preceitos da diferenciação entre a Atividade Animal e a Atividade Humana. É basicamente a diferenciação por meio do pensar e conexões múltiplas, o que diferencia o ser humano dos demais seres do planeta.

A Teoria da atividade foi o embasamento de nossas atividades com os alunos e nos fornecer meios de associar as atividades desenvolvidas que antes não pareciam ter relação alguma com a Matemática. Os alunos realizaram atividades baseadas no desenvolvimento de ações, que foram consideradas Atividades por sua natureza cognitiva em relação ao objetivo.

Para você leitor que pode ter reparado na palavra atividade com letra maiúscula, nós utilizamos isto intencionalmente para remeter aos conceitos de Atividade de Leontiev (1959), portanto sempre que utilizamos Atividade vamos no remeter a este conceito, o conceito em especial será explicado detalhadamente no capítulo referente à teoria. Utilizando esses preceitos, objetivamos ao final que os alunos pudessem enxergar a Matemática fora “dos muros da escola” e como ela afeta diretamente o meio em que vivem.

Nossa pesquisa, tem por objetivo geral: Aplicar a Teoria da Atividade (LEONTIEV, 1959) associada à Pesquisa-ação (THIOLLENT, 1994) para desenvolver conceitos de Matemática e Física, em uma postura interdisciplinar, realizada através de Atividades com os alunos. Os objetivos específicos são: desenvolver o conceito de função, com situações aplicáveis na vida cotidiana; desenvolver atividades interdisciplinares envolvendo Matemática e Física para o Ensino Médio, embasadas na Teoria da Atividade; aplicar e compreender o conceito de Energia, sua produção e transmissão; e instigar o pensamento e interação social nos alunos.

E para concluir, apresentamos nossa questão de investigação que norteou a pesquisa:

*Quais resultados poderíamos obter, ao aplicarmos a Interdisciplinaridade associada à Teoria da Atividade e a Pesquisa-ação, abordando um problema do cotidiano dos alunos e seu entorno, para que aprendam conceitos de funções e energia?*

No primeiro capítulo intitulado “O ensino Interdisciplinar envolvendo Matemática e Física nas pesquisas”, falaremos sobre pesquisas que envolvem a Matemática e a Física, envolvidas em caráter interdisciplinar. Apresentaremos alguns trabalhos que, em seu desenvolvimento, muniram-se da Interdisciplinaridade, e mais especificamente entre as disciplinas de Matemática e Física.

No segundo capítulo intitulado de “O fio de Ariadne da pesquisa” abordaremos os assuntos teóricos da pesquisa, a saber, a Educação Matemática, a Interdisciplinaridade, a Teoria da Atividade e a Pesquisa-ação. E como cada uma dessas teorias interferiu e norteou o desenvolvimento da pesquisa. É neste capítulo que também faremos a explicação detalhada da utilização do conceito de Atividade.

No terceiro capítulo intitulado de “O problema social e a Pesquisa-ação” trataremos da definição de Pesquisa-ação, como ela será utilizada e o desenvolvimento de suas fases mais explicitamente. Neste capítulo também descreveremos brevemente de que modo desenvolveremos a pesquisa e de que maneira pretendemos obter os resultados e registrar os dados da pesquisa. Também abordaremos sobre o problema social, requerido pela Teoria da Atividade e Pesquisa-ação.

No capítulo quatro intitulado de “Aplicação das Atividades na sala de aula”, descreveremos como a pesquisa foi desenvolvida em todas as etapas, em que a descrição será detalhada e com pontos expostos de nossas observações. Durante essa fase, abordaremos sobre uma visita a uma usina de geração de energia elétrica e como associamos isto ao conhecimento matemático que é requerido dos estudantes. A descrição das observações, sem a apresentação das opiniões do pesquisador, será anexada mais à frente.

Nos dois últimos capítulos intitulados de “Análise das Atividades” e “Considerações finais”, mostraremos nossa análise das Atividades aplicadas com os alunos na sala de aula, e nossas observações com os pontos positivos e negativos de uma mudança no método de ensino e como acreditamos que isso afetou

diretamente a aprendizagem dos estudantes. Também anexamos os planos de aula (Anexo A), Um questionário aplicado na visita a PCH (Anexo B), As Atividades realizadas pelos alunos (Anexo C) e o nosso Caderno de Campo (Anexo D).



## 1 O ENSINO INTERDISCIPLINAR ENVOLVENDO MATEMÁTICA E FÍSICA

Neste capítulo faremos uma análise de alguns trabalhos realizados na área de Educação Matemática, que envolvem o ensino de funções, com alguns conceitos físicos envolvidos, e com um enfoque na Interdisciplinaridade. Abordaremos também alguns dos pontos convergentes e divergentes durante as leituras dos textos que versam sobre a Matemática e a Física aliadas.

Trataremos também, de como são os processos de ensino e aprendizagem de Matemática e Física atualmente. O ensino de Física de acordo com os PCN:

...tem-se realizado freqüentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. Além disso, envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo (BRASIL, p. 22, 2000).

Como percebemos na leitura dos PCN, o ensino da Física no país é apenas voltado para repetição de fórmulas, e o Ensino da Matemática nas salas de aula do país não difere do apresentado para o Ensino da Física. O ensino da Matemática é baseado em um modelo de repetição contínua de métodos e fórmulas, que devem ser reproduzidos sistematicamente, ou no máximo, a interpretação de um problema. Podemos notar isto observando a maioria dos livros didáticos, ou mesmo durante nossa trajetória como alunos, e o que atualmente repetimos como professores.

É possível observarmos também uma proximidade histórica entre as disciplinas Matemática e Física. Na história do desenvolvimento da Matemática e da Física enquanto ciências, observamos grandes mentes que contribuíram para o desenvolvimento das disciplinas, por vezes trabalhando de forma interdisciplinar, ou se munindo de uma para completar a outra em alguns aspectos.

De posse do que foi abordado anteriormente, vimos que as deficiências do ensino de Matemática e Física estão presentes e necessitam de intervenções. De acordo com Anildes Cafagne, especialista em Ensino da Física, em entrevista para Martins (2005) discorrendo sobre como observa o método de ensino atual de Matemática e Física, podemos notar que nossas ideias não estão fora de sintonia. De acordo com Martins (2005):

Atualmente, no Ensino Médio, temos apenas um método utilizado pelas duas disciplinas: enunciados, definições, regras e uma cadeia de problemas. A construção conceitual não é feita em nenhum momento. Daí a falta de interesse dos alunos, o incentivo para decorar, a proposição de exercícios pouco criativos descontextualizados do cotidiano (MARTINS. p. 69. 2005).

Observados como estão os ensinamentos de Matemática e Física, vamos agora tratar de como obtemos algumas pesquisas. Essas pesquisas auxiliaram-nos a ter uma ideia do panorama geral da Interdisciplinaridade e de como ela pode ser utilizada como metodologia de ensino para que ocorra a aprendizagem, em especial, de Matemática e Física.

Inicialmente, começamos a busca por textos sobre o tema sem um método bem definido no site de buscas *Google*, e também por algumas indicações de outros pesquisadores que também lidam com este tema. Desse modo, obtivemos alguns trabalhos que foram muito úteis como aporte teórico e orientação da direção a ser seguida.

Pesquisas como as de Martins (2005), de Lavaqui e Batista (2007) e Duarte (2002), auxiliaram-nos na compreensão da Interdisciplinaridade e em como ela pode ser um meio para aprimorar a prática docente. A leitura de outros textos ajudou-nos a formular uma direção a ser seguida, bem como um suporte de orientação sobre a Teoria da Atividade e Interdisciplinaridade.

Vale ressaltar também que em Escher (1998), tivemos um contato com a Teoria da Atividade aplicada em toda sua pesquisa e a conceituação da Pesquisa-ação, como uma postura de professor. A pesquisa foi desenvolvida com alunos da sexta série, atual sétimo ano, do ensino fundamental.

Ainda sobre Escher (1998), vimos que ele abordou um problema social escolhido pelo grupo: o acúmulo de lixo na cidade de Rio Claro/São Paulo. O

problema social em questão vai ao encontro com a vertente que liga a Teoria da Atividade à aplicação social, não dissociando a Atividade desenvolvida na escola do meio social no qual ela está situada.

A referida pesquisa foi desenvolvida visando ensinar os conceitos matemáticos escolares em conjunto com alguns elementos da Biologia; portanto, uma proposta Interdisciplinar. Essa pesquisa aliou a proposta do aprendizado da Matemática ao problema social, não desvinculando, assim, a escola e a comunidade.

Essa pesquisa ajudou-nos bastante, pois é um exemplo prático da aplicação da Teoria da Atividade em um ambiente de sala de aula. Forneceu-nos ainda, uma observação de abordagem com alunos sem o abandono da questão social, que é requisito da Pesquisa-ação e da Teoria da Atividade. Lendo a pesquisa, percebemos certo interesse por parte dos alunos pelas aulas e acreditamos que isso é devido à inserção dos alunos no processo de ensino e aprendizagem.

Uma busca sistemática realizada dia 11 de junho de 2015, no site de buscas em sua versão acadêmica, chamado *Google Acadêmico*, e utilizando as palavras-chaves, “interdisciplinaridade”, “matemática” e “física”, obtivemos 14.800 (quatorze mil e oitocentos) resultados. Utilizando um filtro para trabalhos entre os anos de 2004 até 2014, o número de trabalhos foi reduzido para 13.700 (treze mil e setecentos) resultados.

Após os filtros citados acima, utilizamos um recurso do *Google* que é o de inserir as palavras buscadas entre aspas e com os termos “interdisciplinaridade”, “matemática” e “física” nesta ordem, encontramos 8 (oito) resultados; efetuamos o *download* desses oito trabalhos encontrados para análise e para uma possível composição da revisão da literatura.

Depois, com os mesmos filtros de data, utilizamos as aspas para as palavras, “função”, “matemática” e “física”, nesta ordem, e não obtivemos nenhum resultado na busca. As palavras “Educação Matemática”, “matemática” e “física”, também nesta ordem e entre aspas, não geraram nenhum resultado na busca, assim como as palavras “ensino de funções” e “interdisciplinaridade”, também não geraram resultados.

Usando o mesmo filtro de data, agora com as palavras “educação”, “matemática” e “física”, obtivemos 13 (treze) resultados; efetuamos o *download* para fazermos a análise e a inclusão de algum que atendessem à nossa demanda sobre o estado atual dos textos sobre a Interdisciplinaridade e que queríamos mostrar na revisão da literatura.

Decidimos, então, pela inserção na revisão de literatura de 8 (oito) trabalhos obtidos por meio de fontes como indicações de colegas pesquisadores e buscas em acervos diversos. Dentre estes oito, já estamos contabilizando as pesquisas de Escher (1998) e Martins (2005). Estes trabalhos compuseram a revisão da literatura, em conjunto com os trabalhos que selecionamos dos 21 (vinte e um) trabalhos encontrados no *Google Acadêmico*.

Assim, totalizamos oito textos oriundos de indicações, oito selecionados com determinado filtro (“interdisciplinaridade”, “matemática” e “física”) e treze com outro filtro (“educação”, “matemática” e “física”). Após a leitura dos resumos de todos os trabalhos selecionados do *Google Acadêmico*, decidimos pela utilização de 6 (seis), textos entre artigos, dissertações de mestrado, teses e uma monografia.

No total, lemos 12 (doze) textos que abordavam diretamente a Física e a Matemática. Vale ressaltar que encontramos no texto de Ferreira (2010), que foi desenvolvido visando conceitos de Matemática e Química, mais especificamente sobre os conceitos de equação e funções. O estudo procurou observar a aplicabilidade deles em uma disciplina chamada Físico-Química do curso de Química da UFPel/RS.

Observamos textos que abordavam a Interdisciplinaridade entre a Matemática e a Física, mas também pudemos observar texto que associavam a Matemática e a Biologia (ESCHER, 1998), e entre a Matemática e a Química (FERREIRA, 2010). Percebemos uma relação em textos acadêmicos de Matemática com as demais disciplinas mais próximas a ela, durante este período de busca por textos sobre nosso tema. E, em razão disso, percebemos na prática a relação que os PCNEM estabelecem para as áreas do conhecimento, em especial na área das Ciências da Natureza. Observamos uma confirmação da necessidade da aplicação do tema “Interdisciplinaridade” na teoria e na prática.

A visão de ensino e aprendizagem destas disciplinas (Matemática, Física, Biologia e Química), vêm sendo discutida e aprimorada ao longo dos anos, de modo que o documento oficial de orientações sobre o ensino e aprendizagem nacional as transformou em “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias” (BRASIL, 2000). A integração destas disciplinas como um grupo nos PCNEM busca uma forma de orientar o ensino para o viés da Interdisciplinaridade e transitoriedade entre as disciplinas, mas, sobretudo, sem a dissolução do pensar disciplinar, respeitando a constituição própria de cada disciplina. Para consolidar o que expomos aqui, de acordo com Brasil (2000):

No nível médio, esses objetivos envolvem, de um lado, o aprofundamento dos saberes disciplinares em Biologia, Física, Química e Matemática, com procedimentos científicos pertinentes aos seus objetos de estudo, com metas formativas particulares, até mesmo com tratamentos didáticos específicos. De outro lado, envolvem a articulação interdisciplinar desses saberes, propiciada por várias circunstâncias, dentre as quais se destacam os conteúdos tecnológicos e práticos, já presentes junto a cada disciplina, mas particularmente apropriados para serem tratados desde uma perspectiva integradora (BRASIL, p. 6, 2000).

É neste sentido que encontramos pesquisas interdisciplinares entre Matemática e Biologia; Matemática e Física; Matemática e Química e várias outras permutações entre estas disciplinas, ou até mesmo de 3 (três) ou mais disciplinas, embora essa condição não foi o que almejamos na pesquisa. Acompanhando este raciocínio, nossa pesquisa é focada na Interdisciplinaridade entre a Matemática e Físicae, portanto, a revisão da literatura focará em textos com esta associação.

Pelo método de obtenção de pesquisas definido por nós e que foi citado acima, selecionamos pesquisas que possuem afinidade com o tema que abordamos na pesquisa. Foram selecionados para leitura e análise, um total de 12 (doze) textos acadêmicos que variam entre artigos, dissertações, e outras.

Separamos os 12 (doze) textos obtidos em dois grupos. Um grupo referente às pesquisas para a sala de aula ou em sala de aula; e outro grupo com pesquisas direcionadas para a formação e/ou capacitação dos professores. Este último direcionado para que estejam mais preparados para desenvolver atividades interdisciplinares em sala de aula. Exporemos as pesquisas por nós encontradas, em uma tabela, para a melhor visualização do panorama geral.

Tabela 1 – Pesquisas da Revisão de Literatura.

Tipo	Autor	Título	Ano
Sala de Aula	Fireman e Santos	O Ensino de Matemática e de Física Integrado Pela Modelagem Computacional	2007
	Junior	Física e Matemática – Uma Abordagem Construcionista	2008
	Santos	Modelagem Matemática e Resolução de Problemas no Ensino Interdisciplinar de Matemática e Física	2014
	Souza, Edvaldo	Objetos de Aprendizagem no Ensino de Matemática e Física: Uma Proposta Interdisciplinar	2010
	Silva	Grandezas Funções e Escalas: Uma Relação Entre a Física e a Matemática	2013
	Messias	O Uso de Funções em Física e no Cotidiano	2006
	Souza, Lima e Cordeiro	Interdisciplinaridade por Meio da Modelagem Matemática: Uma Atividade Envolvendo Matemática e Física	2009
Formação de Professores	Martins	Tratamento Interdisciplinar e Inter-relações Entre Matemática e Física: Potencialidades e Limites da Implementação Dessa Perspectiva	2005
	Teles	Licenciaturas Duplas em Ciências: Desafios da Formação Docente em uma Universidade Amazônica	2012
	Souza, Maria	Projeto Observatório da Educação: Contribuições Para a Formação de Professores que Ensinam Matemática	2010
	Souza, Catarino e Freitas	Interdisciplinaridade Matemática e Física O Papel do Professor Dessas Disciplinas na Rede de Ensino Estadual	2013
	Souza, Esther	Interdisciplinaridade	2003

Fonte: Próprio Autor

Exporemos agora algumas características de cada pesquisa que decidimos abordar aqui, e depois descreveremos algumas observações pessoais sobre elas e comentaremos como acrescentaram em nosso desenvolvimento como pesquisador e professor.

Fireman e Santos (2007), em seu artigo, utilizando o software Modellus<sup>1</sup>, desenvolveram atividades de caráter interdisciplinar envolvendo os conceitos de funções afins e quadráticas (Matemática) e o conceito de velocidade e aceleração (Física). A análise dos dados feita por eles foi direcionada para a utilização da tecnologia em sala de aula como ferramenta. Pois a tecnologia está presente no cotidiano dos alunos dentro e fora da escola, mas é pouco utilizada na própria escola. Os autores defendem a utilização de atividades envolvendo a tecnologia em sala de aula, pois desse modo acreditam que os alunos conseguirão assimilar os conteúdos de maneira mais proveitosa, pois utilizarão algo que já estão habituados (tecnologias).

<sup>1</sup> O software Modellus, é de distribuição gratuita, possui uma web site próprio, <http://modellus.co/index.php/en/>, e é de livre utilização. Ele possui variados usos com criações interativas e aplicações em geometria e em cinemática.

Junior (2008) estudou o impacto da tecnologia em sala de aula, também para abordar o ensino dos conceitos de função e cinemática. O computador, para ele, é um agente facilitador do processo de ensino e aprendizagem. Ele escolheu o software Interactive Physics (IP), “Nele, teoria e prática podem ser estudadas conjuntamente, pois este software foi desenvolvido para ser uma espécie de laboratório de Física no computador”(JUNIOR, 2008). A defesa para a utilização deste programa é a dificuldade de obtenção dos materiais necessários para uma experiência de Física. Ele baseia suas atividades no Paradigma Construcionista.

Estes textos vieram ao nosso auxílio por apresentarem uma alternativa aos objetos encontrados em um laboratório de Física. A falta de recursos encontrada durante o desenvolvimento dos trabalhos foi contornada pela utilização da tecnologia, que está atualmente presente direta ou indiretamente na vida das pessoas, incluindo alunos e professores. Apesar do enfoque da pesquisa ser na interação com a tecnologia e não propriamente na Interdisciplinaridade, observamos que a Interdisciplinaridade teve um papel importante para o desenvolvimento e a fixação de conceitos matemáticos pelos alunos.

Seguindo o caminho de atividades desenvolvidas com alunos, vamos falar agora de Santos (2014), que realizou atividades envolvendo os conceitos de funções, velocidade e aceleração. Contudo, ele as utilizou com uma abordagem distinta, ao elaborar suas atividades baseadas em experiências reais desenvolvidas com os alunos. Ele utilizou alguns brinquedos que realizam movimentos uniforme e uniformemente variados. Vale ressaltar que os materiais utilizados para a pesquisa são necessários para o bom funcionamento das atividades e as metodologias utilizadas por ele foram a Modelagem Matemática e a Resolução de Problemas.

Esta pesquisa mostrou-nos que é possível elaborar aulas e atividades diferentes das aulas usuais do dia a dia das escolas utilizando a Interdisciplinaridade e com pouco investimento financeiro. Chamamos de aulas usuais os modelos de organização da sala de aula onde geralmente observamos os alunos sentados em fila e direcionados para a figura central do professor, em que eles apenas são espectadores da aula. Utilizando brinquedos do dia a dia dos alunos e/ou da infância deles, perceberemos que as ciências, como a Física e a Matemática, estão mais presentes em nosso cotidiano do que imaginamos. Vemos que podemos encontrar em situações simples, as aplicações das teorias.

Outro texto abordando atividades com alunos foi o de Souza (2010a), que desenvolveu suas atividades trabalhando conceitos de função, associados a movimentos com o adicional do conceito físico de referencial. Na sua pesquisa, ele buscou a construção de Objetos de Aprendizagem (OA), que proporcionassem o desenvolvimento de tais conceitos. A metodologia utilizada por ele foi a Engenharia Didática, uma metodologia de origem francesa, e alguns outros suportes que ele chamou de “princípios norteadores”: o Contrato Didático, a Teoria das Situações Didáticas, a Teoria dos Registros de Representações, e também a Interdisciplinaridade.

Continuando a abordar a pesquisa de Souza (2010a), observamos um direcionamento para o desenvolvimento das atividades de modo geral e, portanto, a Interdisciplinaridade foi mais uma complementação, pelo que percebemos durante a leitura. A conceituação e associação do conceito físico de referencial às funções, que a princípio não parecem associados, chamou-nos atenção por ser algo que ainda não havíamos visto.

Ainda sobre a pesquisa de Souza (2010a), ela foi também nosso primeiro contato com uma pesquisa desenvolvida nos moldes da engenharia didática. A metodologia da Engenharia Didática atentou-nos, pois aborda sobre a estrutura da sala de aula, ou seja, de como ela é constituída e suas hierarquias aplicando também a construção da sala de aula como estrutura de interação social. Graças a isto, podemos ter uma visão um pouco melhorada sobre a sala de aula.

Encontramos também a pesquisa de Silva (2013), que desenvolveu lições para o ensino de funções e outros assuntos matemáticos, como grandezas, medidas, proporções, entre outros; assuntos necessários também para alunos de cursos técnicos, pois utilizarão a Matemática no mercado de trabalho. De acordo com o autor do texto, os alunos dos cursos técnicos geralmente aprendem a matemática desvinculada da prática que vão desenvolver no mercado de trabalho, dissociando assim, novamente, a Matemática do mundo fora dos muros da escola. Sua pesquisa aponta várias atividades que podem ser usadas para o ensino de tais conteúdos, com o planejamento das mesmas na dinâmica dos “Três Momentos Pedagógicos” de Delizoicov, em Silva (2013), a saber: Contextualização Inicial, Construção do Conhecimento e Síntese e Aplicação do Conhecimento.



Este trabalho deu-nos uma visão de elaborações de atividades vinculadas à prática, que são desenvolvidas baseadas em situações de aplicação da matemática na realidade dos alunos, no caso do curso técnico. Notaremos que o que se ensina de matemática e como é ensinado depende muito do nosso público-alvo. Não é recomendado que se desenvolva e elabore aulas iguais de um mesmo conteúdo, como por exemplo, as funções, para alunos que tem perspectivas de desenvolvimentos diferentes.

Com a mesma linha de criação de atividades para alunos, encontramos um trabalho apresentado no projeto “Teia do Saber” de Messias (2006), que desenvolveu atividades com alunos do primeiro e do terceiro anos do Ensino Médio, procurando uma contextualização do tema das funções e, para isso, desenvolveu atividades nas dimensões da Química e da Física. Na que diz respeito ao ensino da Física, ele, como os demais autores que analisamos, fez a associação com a cinemática e os Movimentos Uniforme e Uniformemente Variado, e também abordou os conceitos de som modelados com funções logarítmicas e o cálculo do PH (percentual de hidrogênio), da Química, entre outros assuntos.

Apesar de mais voltado para o Ensino da Matemática do que para a Química e para a Física, não focando realmente na Interdisciplinaridade, já que aplicou as disciplinas apenas como meio para ensinar a Matemática, fugindo assim da proposta interdisciplinar que acreditamos; a pesquisa acima foi interessante, pois não envolveu os conteúdos que sempre observamos associados, como as funções e a cinemática. Utilizando, também, a Matemática presente em outros conceitos físicos e também químicos.

A nosso ver, envolver a Interdisciplinaridade com três disciplinas foi um pouco exagerada, pois nos pareceu que os alunos em determinados momentos poderiam ficar perdidos, sem a noção de qual conteúdo eles estavam abordando separadamente. Podemos conjecturar que isto pode gerar certa dificuldade em lidar com a Interdisciplinaridade, pois os alunos podem deixar de perceber os conteúdos separados e, assim, não os assimilar corretamente.

Souza, Lima e Cordeiro (2009) apresentam atividades envolvendo a reforma de um telhado; com isso, abordaram conceitos de funções e força peso, utilizando a Modelagem Matemática. Eles desenvolveram suas atividades em conjunto, durante

uma disciplina do curso de Especialização em Educação Matemática, coordenada pelo Núcleo de Desenvolvimento e Pesquisa da Educação Matemática Científica (NPADC-UFPA). Dois são professores de Matemática e o outro professor é de Física, fato esse que favoreceu uma boa aproximação dos dois conteúdos nas atividades desenvolvidas.

Esta pesquisa envolveu mais de um autor, em uma maneira diferente de abordar a Interdisciplinaridade, pois acreditamos que o professor que trabalha interdisciplinarmente, não deve isolar-se em uma ilha, e sim, compartilhar o conhecimento. Em nossa opinião a partilha do saber gera uma melhor compreensão da situação, o que pode contribuir eficazmente para o desenvolvimento das atividades e também com a melhoria do ensino. O que vemos de nossa prática nas escolas, atualmente, é que na maioria dos casos, os professores raramente se reúnem para discutir temas possíveis de trabalhar em conjunto, vezes pela carga de trabalho excessiva, vezes por falta de incentivos para isto.

A pesquisa apresentada, além desenvolver os conceitos de Física e Matemática com os alunos por meio de um problema real, que era a reforma do telhado, fez algo além, que pode ser ressaltado pela união dos professores para desenvolverem o trabalho em conjunto.

Finalizamos as pesquisas desenvolvidas que procuravam apresentar situações e formulações de atividades voltadas para a aplicação na sala de aula, totalizando 7 (sete). Porém, vale destacar que em algumas delas, como na última citada por nós, o trabalho em equipe dos professores e a sua formação continuada contribuíram para o andamento da pesquisa e a execução da melhor maneira possível.

Decidimos finalizar a pesquisa com aquele trabalho para unir os dois grupos separados por nós, pois o próximo grupo referente à formação do professor alude justamente aos professores em sua formação receberem subsídios para desenvolverem atividades em sala de aula como esta, em conjunto com seus colegas. Portanto, outra vertente do trabalho interdisciplinar que não devemos deixar de abordar é a formação de professores.

Como já citamos anteriormente, analisaremos doze trabalhos de pesquisa, de acordo com nossa metodologia de seleção para análise. Deste modo, vamos

descrever brevemente cinco pesquisas ou artigos teóricos, que foram desenvolvidos com o intuito de aprimorar a formação do professor e/ou sua formação continuada e discorreremos um pouco como estas pesquisas nos foram úteis para desenvolvermos também nossa própria pesquisa.

Iniciando nossa descrição dos trabalhos sobre a formação de professores em Martins (2005), vemos uma análise de currículo que busca um desenvolvimento de um currículo escolar que contemple a Interdisciplinaridade entre a Matemática e Física. Para compor sua pesquisa, ele realizou entrevistas com especialistas de Educação Matemática e Ensino da Física, e as respostas dos entrevistados o direcionaram na conclusão de que a formação do professor (inicial e continuada) é a chave para o sucesso do trabalho interdisciplinar, associado ao trabalho em equipe.

Esta pesquisa foi, para nós, um norte, pois as entrevistas realizadas foram muito enriquecedoras, mostrando olhares de pessoas que há anos dedicam seus estudos ao Ensino da Física e à Educação Matemática. Foi nesta pesquisa, também, que tivemos o primeiro contato com alguns termos aplicados de forma mais formal como a Interdisciplinaridade. Mesmo sem modificar currículos, as ideias discutidas nesta pesquisa mostraram-nos como são observados o ensino das disciplinas Matemática e Física por especialistas na área.

Seguindo a linha da formação, trataremos da pesquisa de Teles (2012), que fez a análise de um curso oferecido em uma Universidade amazônica, que tem como objetivo formar profissionais licenciados em Matemática e Física e em Química e Biologia, o que a autora chamou de Licenciaturas Duplas. O enfoque destas licenciaturas é o de suprir a escassez de profissionais nas áreas acima, habilitando os futuros professores a lecionarem ambas as disciplinas. A autora, por meio de entrevistas com professores das licenciaturas, alunos das licenciaturas e professores da rede de Ensino Médio, buscou consolidar competências necessárias aos professores que trabalharão as disciplinas citadas.

Encontramos aqui mais um ponto enriquecedor de como se deve portar o professor que trabalhará com interdisciplinaridade. A opinião de quem está trabalhando na formação, de quem está em formação e de quem está trabalhando diretamente nas escolas de ensino básico parecem divergir em certos pontos, e essa busca de unir as três vertentes é, em linhas gerais, uma maneira de aproximar

a prática da sala de aula às teorias da Academia, buscando assim, diminuir um pouco a distância entre a teoria e a prática nas escolas.

Em Souza (2010b), seu trabalho foi desenvolvido nos moldes da Pesquisa-ação de Thiollent (1947), abordando a formação de professores com o desenvolvimento de produtos educacionais em conjunto para aplicação em salas de aula. Mas a pesquisa trata não da produção destes Produtos Educacionais, e sim, do desenvolvimento de habilidades em professores para a elaboração dos mesmos, e seu desenvolvimento profissional, tornando-os, assim, profissionais críticos e aptos a desenvolverem suas próprias ações em sala de aula, e desenvolverem atividades de caráter Interdisciplinar (ou não), para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem.

Souza (2010b), apesar de não abordar diretamente sobre o tema da Interdisciplinaridade, trata sobre a Pesquisa-ação. A Pesquisa-ação será utilizada por nós durante o desenvolvimento da pesquisa; logo, chamou nossa atenção para o desenvolvimento de habilidades em professores, o que pode ser observado como uma nova maneira de se entender o que é ser professor. Ele buscou desenvolver habilidades e competências nos professores a fim de torná-los profissionais mais autônomos e apresentar a Pesquisa-ação como meio para incentivar os alunos, ou até mesmo os próprios professores.

Souza, Catarino e Freitas (2013), com o mesmo argumento da carência do número de professores para lecionar Física e Matemática, porém agora no Estado do Rio de Janeiro, apontaram que o Estado desenvolveu uma política de capacitação de professores de uma disciplina para lecionar outra.

Assim sendo, o argumento é que os professores que estão nessa situação, e também os demais, necessitam de um suporte para construir a ligação entre as mesmas por meio da Interdisciplinaridade, e que para isso, é necessário investir em sua formação continuada. Eles apontam a formação continuada do professor para desenvolver atividades contextualizadas, como estratégia para melhorar o ensino e, conseqüentemente, a aprendizagem. Apontam também, que a Interdisciplinaridade é pouco utilizada em razão da falta de capacitação dos docentes.

Por fim, Souza (2003) procura refletir a questão da Interdisciplinaridade na Escola, apontando a falta de bases teóricas dos professores como empecilho no

desenvolvimento de um trabalho interdisciplinar das escolas. Ela aponta também a dissociação da realidade com a escola, o que dificulta a consolidação dos conhecimentos disciplinares. De acordo com Souza (2003):

O desenvolvimento do caráter interdisciplinar compete a todos e alguns aspectos devem ser evidenciados como a elaboração de planejamento estratégico; desenvolvimento da habilidade para atuação em grupo; criação de espaços comunicantes para alargar as bases de comunicação (SOUZA, p. 140, 2003).

Estes dois últimos trabalhos foram classificados por nós na categoria referente à formação do professor, pois indicam algumas competências necessárias aos docentes que trabalharão com a interdisciplinaridade; deste modo, abordam temas necessários à sua formação continuada, e possibilitam a exposição e aportes teóricos necessários para o desenvolvimento da Interdisciplinaridade no ambiente de sala de aula.

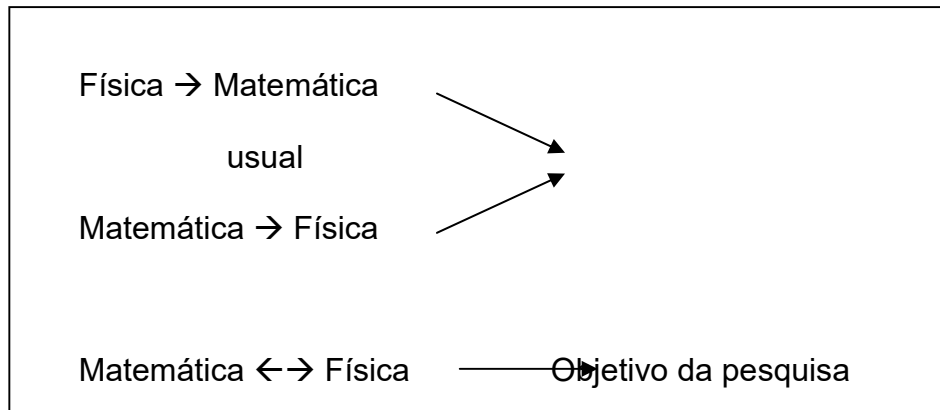
Os trabalhos referentes à formação de professores, para nós, auxiliaram a desenvolver habilidades necessárias para a preparação das atividades que desenvolveremos e atentaram para um novo olhar sobre nossa prática pedagógica. Foi um meio interessante de observarmos e aprendermos competências necessárias para trabalharmos com a Interdisciplinaridade.

Agora que falamos dos dois grupos encontrados por nós, voltaremos a abordar em linhas gerais as pesquisas envolvendo a Interdisciplinaridade. Percebemos, observando os trabalhos citados, a existência de duas grandes vertentes de pesquisas envolvendo a Interdisciplinaridade entre a Matemática e a Física: a de elaboração de atividades voltadas para a sala de aula, a de formação de professores voltada para o desenvolvimento de competências e habilidades para que os professores possam levar para a sala de aula a Interdisciplinaridade.

A pesquisa que desenvolvemos situa-se na elaboração de atividades para a sala de aula, mas o que observamos é que, usualmente, as pesquisas visam ensinar uma disciplina partindo da outra, isto é, já se considera que os alunos dominem certos conceitos de uma disciplina para o ensino e a aprendizagem da outra. Mas, além disso, encontramos pesquisas onde há também a construção do conhecimento de ambas, simultaneamente.

A ideia central da nossa pesquisa foi construir uma via de mão dupla que contemple uma situação de aprendizagem e reconstrua conceitos físicos e matemáticos simultaneamente. O diagrama abaixo ilustra a ideia.

Figura 1 – Organograma das direções da pesquisa



Fonte: Próprio Autor

O desenvolvimento da nossa pesquisa foi elaborado com atividades orientadas pela Teoria da Atividade, envolvendo os conceitos físicos de geração de energia, com a Matemática e as funções modelando as situações cotidianas encontradas, advindas de um “problema” social que aconteceu no estado de Minas Gerais e no Brasil: o aumento significativo nas contas de luz, com a adição do sistema de bandeiras, que tem sua justificativa nos processos de geração e transmissão da energia.

Questionamos ao longo da pesquisa se este sistema é mesmo o responsável pelo aumento das contas de luz, ou se há algo a mais na situação. Descreveremos de maneira mais profunda as atividades e o desenvolvimento das mesmas no capítulo referente à metodologia de pesquisa e como ela se desenvolverá.

## 20 FIO DE ARIADNE DA PESQUISA

Neste capítulo, abordaremos os temas teóricos centrais abordados na pesquisa. Discorreremos brevemente sobre o início do desenvolvimento da Educação Matemática e nos situaremos neste meio. Exporemos a conceituação da Educação Matemática e sua solidificação como campo de investigação científica, até os dias atuais. Como estamos pesquisando e trabalhando com a Interdisciplinaridade, se faz necessária a conceituação da Interdisciplinaridade e também sobre o aporte teórico da pesquisa eletiva, que é a Teoria da Atividade, baseados na metodologia da Pesquisa-ação.

Antes de prosseguir com os temas teóricos, é preciso expor também o porquê da escolha deste título para o capítulo. O mito de Ariadne conta uma história de um herói grego preso em um labirinto e desorientado, até que ele recorda que a princesa Ariadne deu a ele um fio mágico. Este fio tem o poder de orientar o herói para fora do labirinto.

Para nós durante a construção da pesquisa, estávamos perdidos em um labirinto de teorias e dúvidas, e quando encontramos as teorias que aqui apresentamos, foi como se obtivéssemos este item especial para nos tirar do labirinto. Para nós, o fio de Ariadne foi a descoberta das teorias e sua associação para concluir a pesquisa.

### 2.1 Educação Matemática ao longo da História

A definição de Educação Matemática é até hoje tratada e discutida por diversos pesquisadores; porém, até o momento, não há um consenso para formular e publicar uma definição englobando todos os pontos de ação dessa área interdisciplinar. Essa área tem origens nas deficiências no Ensino da Matemática, ou seja, nas dificuldades de se ensinar a Matemática e mais ainda, que este ensino resultasse em aprendizagem. Durante o Movimento da Matemática Moderna, a Educação Matemática ganhou força e vem se desenvolvendo até os dias atuais, em proporções mundiais.

A Educação Matemática tem sua base na pesquisa, no ensino, na aprendizagem da Matemática e na constante procura de como educar matematicamente o futuro cidadão, para que ele contribua e participe da sociedade da qual ele faz parte. O cidadão também é influenciado pela própria sociedade, mas com a consciência de que ele também é um agente desse meio. Para apoiar o que foi dito, concordamos com D'Ambrosio (2004).

A crise e os conflitos de opinião sobre as reformas na educação estimulam pesquisadores matemáticos de importância, alguns provavelmente preocupados com a educação dos filhos, a se interessarem pelo ensino da matemática (D'AMBROSIO, p. 72, 2004).

Percebemos que tudo que possuímos de avanços tecnológicos e modernidade está intimamente relacionado com a Matemática. Dependemos da Matemática a todo instante, sabendo diretamente disso ou não. A Matemática pode ser considerada a “pedra-chave” da tecnologia mantém o estilo de vida automatizado que levamos. Portanto, acreditamos que a Matemática apresentada ao aluno necessita ser capaz de capacitá-lo para os desafios de natureza matemática, desafios que surgem a todo o momento em seu cotidiano, de acordo com o estilo de vida que cada um leva.

Um tema muito citado e convergente (que conseguimos perceber por meio de nossas leituras sobre o tema e durante as aulas do programa do Mestrado) entre os pensadores, era a distinção entre o Ensino da Matemática e o da Educação Matemática. Onde o Ensino apenas se preocupava com as questões técnicas da Matemática e com o surgimento de questionamentos do tipo “por que ensinar Matemática?”, “o que ensinar?” e “como ensinar?”.

Notamos também que foi considerado o Ensino como pura transmissão de conteúdos, ao passo que Educação demanda de competências e ponderações mais profundas. Isto faz com que a Educação Matemática busque subsídios teóricos para se consolidar e complementar em outras áreas, buscando apoio em áreas como a psicologia, pedagogia, filosofia, sociologia e outras, consolidando-se como uma área subsidiada em várias outras, com o foco direcionado para a renovação do processo de ensino-aprendizagem (OLIVEIRA, LEME & VALENTE, 2011).

O Ensino de Matemática já pode ser observado desde os tempos antigos, séculos antes da conceituação formal da matemática feita pelos gregos. O ensino



era feito apenas de modo tecnicista, sem a necessidade de conceitos mais abstratos. Neste período, o ensino era apenas para os representantes da elite, que seriam os futuros governantes das cidades. O Ensino era direcionado para as questões práticas do dia-a-dia e com aplicabilidades, que envolviam a subsistência do povo em si, como por exemplo, a agricultura e agrimensura.

Pouco houve de mudanças nos métodos de ensino da Matemática, até que, nos séculos XIX e XX, o descompasso entre a Matemática ensinada em diferentes níveis de ensino, culmina com o surgimento da moderna Matemática. Solicitando alterações no que é ensinado em cada nível de escolarização, fazendo assim, uma atualização da matemática que é ensinada, de modo a existir interação entre o que é ensinado (MIORIM, 1998).

Em 1930, o Matemático Felix Klein<sup>2</sup> preside uma reunião de abrangência internacional, que trata de questões sobre o Ensino da Matemática durante aquele ponto da história. A reunião também tratava sobre o que poderia/deveria ser feito para o desenvolvimento de como era feito o Ensino. A Matemática Moderna (referente ao Movimento da Matemática Moderna) buscou unir todas as ramificações da matemática em uma única ciência: unir a Geometria, a Aritmética e a Álgebra em uma ciência apenas a ser ensinada, a Matemática;fazendo o uso das funções para isto(MIORIM, 1998).

No Brasil não foi diferente do resto do mundo; o Ensino da Matemática era regido inicialmente pelo Colégio Pedro II que,em razão de possuir o título de uma escola de referência, ditava as regras de como o Ensino seria conceituado no Brasil. Nesta época, o ensino era focado na Matemática pela Matemática.A Matemática apenas era apresentada abstratamente, sem a necessidade de expor suas aplicabilidades. Vale ressaltar que o ensino era apenas para as elites que possuíam condições para pagar pelo ensino, e a seguir, custear uma faculdade no exterior (MIORIM, 1998).

Com o surgimento das primeiras faculdades no Brasil, a necessidade cada vez maior de uma revolução no ensino fez com que o governo assumisse papéis no

---

<sup>2</sup> Felix Klein foi citado como Matemático, porém pode ser considerado, à luz de classificações atuais, como um Educador Matemático pois suas ideias condizem com o que é exposto atualmente pela Educação Matemática.

Ensino, tomando para si algumas responsabilidades e, assim, descentralizando o Colégio Pedro II do domínio do Ensino no País.

A Matemática, ensinada desde os primórdios da Humanidade (antes mesmos dos gregos a desenvolverem formalmente), passou por mudanças em sua constituição e, obviamente, nos seus meios e métodos de ensino. É de se admirar que, dos métodos de ensino como reprodução de algoritmos, seguidos de castigos físicos para os que não aprendiam, desenvolveram a inserção de conceitos abstratos para estudantes que vivenciaram o modelo de ensino da Matemática pela Matemática (MIORIM, 1998).

O Ensino da Matemática passou por altos e baixos ao longo da História, sofrendo períodos de quase total abandono, até, novamente, ser colocado em evidência. As novas ciências e a necessidade de formar pessoas para a adaptação ao mundo moderno que começava a emergir aos poucos, acompanhando a evolução tecnológica, fizeram assim, mais do que nunca, necessário um bom conhecimento da Matemática.

Em razão dessa necessidade de haver pessoas com maior domínio em Matemática, emergiu questões como a preparação do profissional que educaria matematicamente os indivíduos da nova sociedade. A Educação Matemática para atender a todas essas demandas, vai aos poucos, se tornando uma área multidisciplinar.

De fato, para atender a todas as questões complexas do processo de ensino-aprendizagem, uma única ciência não seria suficiente, devido à complexidade das situações envolvidas no processo. Estas complexidades podem ser observadas em vários casos, como turmas heterogêneas, alunos desmotivados, alunos oriundos de famílias desestruturadas, problemas sociais, entre outros aspectos que interferem diretamente na aprendizagem do aluno. Então nós notamos que estes problemas estão diretamente ligados ao meio no qual o aluno está inserido.

O consenso geral era (e ainda é) da necessidade da mudança e da defesa de que as pesquisas em educação deveriam possuir um caráter mais qualitativo e menos quantitativo, de tal forma que se faziam necessárias descrições mais elaboradas em cada apresentação. Para a renovação, foi necessária uma mudança em como encarar as pesquisas, e a inserção de observações mais profundas que

considerassem os problemas que interferissem na aprendizagem. E como já dito, estes problemas são oriundos do meio em que os alunos estão inseridos.

Pela variante dos problemas em educação, assim como em qualquer meio social, é possível a interação e a mudança. Além do que já abordamos acima, outros meios de atacar o problema (ou problemas) foram apresentados como propostas para o desenvolvimento de pesquisas em Educação Matemática, em Educação e também em pesquisas com grupos sociais.

Nossa pesquisa baseia-se na Interdisciplinaridade, e como se trata de uma pesquisa em Educação, ou seja, é uma pesquisa realizada em sala de aula e com foco em obter resultados para a sala de aula, lidaremos com os conceitos de Matemática e podemos nos considerar inseridos na área de Educação Matemática. Como lidaremos com a Interdisciplinaridade, vamos a seguir tratar sobre este tema juntamente com as teorias que embasam a pesquisa que desenvolvemos no ambiente escolar; a saber, a Teoria da Atividade e a Pesquisa-ação.

## 2.2 Interdisciplinaridade, Teoria da Atividade e Pesquisa-ação: uma associação possível

Tratando de metodologias de pesquisa e aporte teórico, apontaremos e conceituaremos alguns termos centrais para o desenvolvimento da pesquisa. Começaremos pelo termo e conceito de Interdisciplinaridade; depois abordaremos sobre a Teoria da Atividade e, por fim, sobre a metodologia de pesquisa eleita por nós: a Pesquisa-ação.

Como a pesquisa desenvolve-se em um caráter de envolvimento de mais de uma disciplina, faz-se necessária a constituição e definição do termo Interdisciplinaridade, assim como a Interdisciplinaridade no ambiente da sala de aula. Primeiramente, ressaltaremos a existência de alguns tipos (graus) de interdisciplinaridades científicas que buscam servir cada qual a sua necessidade específica; e a Interdisciplinaridade escolar, que de acordo com LAVAQUI & BATISTA (2007),

Uma forma de diferenciação entre práticas interdisciplinares presentes na pesquisa científica e na Educação Escolar, que corrobora nossa forma de entender essa questão, pode se encontrada em Lenoir (1998) que, com base em pesquisas que se dedicaram à análise de disciplinas escolares e científicas, indicou alguns aspectos característicos diferenciadores, quais sejam: as *finalidades* a que se destinam; os *objetos de estudo*; as *modalidades de aplicação*; o *sistema de referência* e as *consequências* que produzem, ressaltando distinções importantes (LAVAQUI & BATISTA, 2007, p. 406).

Observamos em Lavaqui e Batista (2007) que a Interdisciplinaridade Escolar é então diferenciada da Interdisciplinaridade Científica (ou apenas Interdisciplinaridade) por seus objetivos. Na sua versão escolar, ela possui enfoque e teorias distintas, buscando o aprendizado dos alunos; ao passo que a científica tem por objetivo evoluir a ciência.

Outra diferença primordial é o ambiente de aplicação, pois enquanto a Interdisciplinaridade Escolar é voltada para o ambiente escolar, na busca de resolver e atender questões daquele ambiente específico, a científica é utilizada em laboratórios altamente sofisticados. Tratando a Interdisciplinaridade como a busca da união de duas ou mais “ciências”, para atender a um problema mais profundo do mundo acadêmico, como por exemplo, levar o ser humano à Lua ou, atualmente, a Marte.

Um problema dessa dimensão e proporção é completamente à parte do contexto escolar e desnecessário para uma sala de aula, pois não é este o objetivo da Escola, que deve manter seu foco no desenvolvimento do indivíduo como cidadão e prepará-lo para o enfrentamento dos problemas na sociedade atual como um todo. Esses problemas exigem que o aluno demonstre habilidades específicas da Matemática, associada a outras disciplinas.

A Interdisciplinaridade científica que proporcionou à humanidade alcançar um desenvolvimento tecnológico que nem se imaginava possível a meio século atrás, como essas tecnologias capazes de levar um satélite ou mesmo uma pessoa para fora do planeta. Tal façanha não seria possível se apenas a Matemática, a Química, a Física ou qualquer outra ciência fosse aplicada sozinha. A Interdisciplinaridade é, a todo o momento, utilizada e requisitada pela sociedade para a evolução do ser humano tecnologicamente e na melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Portanto, em um mundo que se desenvolveu pela colaboração de campos científicos, é válida a tentativa de utilizar essa associação para a educação dos jovens. Porque não utilizar algo que funciona muito bem para situações práticas nos momentos de ensino? Por esta razão, defendemos que é possível utilizar a Interdisciplinaridade(escolar) para ensinar e, assim, proporcionar melhores condições para o aprendizado.

Voltando nosso foco para a sala de aula,não esperamos que nossos alunos irão a Lua ou a Marte partindo da sala de aula, mas que possam conceituar a interdependência das disciplinas no mundo moderno atual. Entendendo seus conceitos e conseguindo lidar com eles, para não ser apenas mais um número em estatísticas, mas sim, um membro capaz de mudar seu meio, contribuindo assim para uma sociedade mais desenvolvida e sustentável.

O ambiente de atuação da interdisciplinaridade Escolar (o ambiente escolar) difere muito do ambiente de pesquisa da Interdisciplinaridade no geral. A interdisciplinaridade científica mantém sua atenção voltada para ambientes controlados e altamente estruturados; ao passo que o ambiente escolar é composto de interações humanas que são imprevisíveis e passíveis de mudança a cada instante, já que a sala de aula é um ambiente social.

Como desenvolvemos uma pesquisa feita na sala de aula e voltada para esta, atemo-nosa esta versão de Interdisciplinaridade, e nos focamos nela como uma maneira de ensinar e abordar os conteúdos de forma conexa. E quando utilizarmos o termo Interdisciplinaridade, faremos referência à Interdisciplinaridade Escolar. Pois nosso objetivo não é transformar os alunos em pesquisadores ou cientistas interdisciplinares, mas sim, trabalhar a Interdisciplinaridade para desenvolvermosconceitos de Matemática e Física.

Deste modo,aprofundaremos em Interdisciplinaridade apenas na esfera escolar.Além da Interdisciplinaridade, encontramos também outros termos, como a multidisciplinaridade e a transdisciplinaridade, que de acordo com uma metáfora bem estruturada de D'Ambrosio em entrevista para Martins (2005) diz:

Eu utilizo a metáfora da gaiola: um pesquisador vive na gaiola "Matemática", onde tem alpiste; um outro vive na gaiola "Física", onde tem tomate; e um outro vive na gaiola "Sociologia", onde tem banana. Cada um só come o que tem na sua gaiola. São gaiolas disciplinares, os espaços (objetos) estão dentro da gaiola, os métodos são: alpiste, tomate e banana! Um dia, você

junta as gaiolas, constrói um viveiro e junta lá dentro os pesquisadores. O espaço (objeto) deles é maior e mais variado e, como os três gostam de alpiste, tomate e banana, põem tudo num liquidificador e tomam um belo suco interdisciplinar. O pesquisador transdisciplinar não tem gaiola, é livre e come tudo o que quiser (MARTINS, 2005, p. 57).

Esta metáfora usada por D'Ambrosio fornece-nos meios de entender ambientes multidisciplinares, interdisciplinares e transdisciplinares. Segundo ele, multidisciplinar é o que temos hoje no atual modelo de ensino, várias disciplinas ("gaiolas") distribuídas pela escola, que são limitadoras nos sentidos de compartilhar o que cada uma possui, já que apenas aqueles que vivem nela podem comungar o conhecimento existente nela.

A interdisciplinaridade é o espaço onde as barreiras das disciplinas são transpostas. Situaresmos a pesquisa neste "viveiro", unindo as "gaiolas" da Matemática e da Física. Assim, poderemos oferecer aos estudantes, "um suco interdisciplinar" mais geral e com uma possibilidade um pouco maior de explicação sobre a realidade.

Esperamos o desenvolvimento deles em relação à capacidade de não mais receber fragmentos soltos vindo de disciplinas, mas sim, em uma previsão completamente otimista, em que associem as disciplinas para seu desenvolvimento próprio. Portanto, incentivá-los na obtenção de meios para interpretação da realidade onde vivem, e para serem agentes participantes na mesma. Há também a conceituação de Interdisciplinaridade desenvolvida por Piaget, que Giordani (2000) descreve como:

Para PIAGET (1973a), o interdisciplinar depende do estabelecimento de problemas gerais e mecanismos comuns, considerando os sistemas abertos ou vivos. As trocas implicam em relações que consideram as estruturas, funções e sinais, bem como implicam em comportamentos relacionados à abstração reflexiva que explicitam e explicam as interações entre o sujeito e o objeto. PIAGET (1973a) busca explicar o conjunto da atividade científica a partir do entendimento da inteligência que decorre das trocas (assimilação-acomodação) entre as áreas, através de seus elementos constitutivos e em relação ao que possuem, o que necessitam, o quantum do custo de produção do que necessitam (valor) em relação à troca (GIORDANI. 2000).

Segundo Giordani (2000), o pensar Interdisciplinar para Piaget é focado para a abstração e desenvolvimento do sujeito relacionado a um problema geral. Isto vai além de nossa proposta de trabalho, que busca o desenvolvimento de um conceito matemático que, isolado, e em uma primeira análise, não representa nada para o

estudante em seu meio atual, ou para seu cotidiano. A Matemática e estes conceitos são vistos por ele apenas como um problema a ser enfrentado para concluir seus estudos, contudo, associado a outras disciplinas, é de grande importância e aplicabilidade.

Mesmo que, segundo Giordani (2000), Piaget diga que a interdisciplinaridade é adentrar nos domínios de outras disciplinas e retornar sem perder a identidade da própria disciplina em questão e tendo um discurso motivador. Acreditamos que para a realidade enfrentada na sala de aula, a conceituação de Interdisciplinaridade que mais nos deixa confortável para desenvolver a pesquisa é o “suco interdisciplinar” de D’Ambrosio.

Por lecionarmos as duas disciplinas (Matemática e Física), sentimos-nos mais confortáveis de associar os conceitos de ambas para atacar as deficiências no ensino de ambas, sem fazer estes caminhos de “ida” e “volta” entre as disciplinas explicitamente, como aponta Piaget. Iremos, por fim, retornar à metáfora de D’Ambrosio para descrevermos brevemente o que entendemos como transdisciplinaridade.

A transdisciplinaridade, como o próprio nome sugere, busca transcender, não apenas as disciplinas, mas nos transcender como seres, transcender-nos intelectual e fisicamente. Uma proposta muito interessante e necessária, porém ainda muito distante da nossa realidade plausível, pois envolve mudanças culturais, étnicas, e vários outros conceitos já estagnados em nosso mundo globalizado atual.

A contribuição oferecida nesta pesquisa é Interdisciplinar. Porém, como seres humanos e cidadãos iremos desenvolver, além das fronteiras da escola ou de uma pesquisa, e manter uma constante busca individual e pessoal por evolução. Acreditamos que é importante, em cada momento vivido, buscarmos a transcendência. Mesmo que esta busca pela transcendência seja algo que demande várias gerações e, portanto, não é algo que abordaremos em uma pesquisa de mestrado, ou muito possivelmente, também de doutorado. Para completar o que foi dito nas palavras de D’Ambrosio (1997):

O pensar disciplinar, resultado do método proposto por Descartes, progrediu até atingir uma incrível capacidade de penetrar profundamente em seus estreitos campos de reflexão. Mas à medida que se manifesta esse progresso, vai se perdendo a capacidade de uma visão ampla e global. Vai

se deixando de reconhecer as interações entre os vários fatores que agem num fenômeno (D'AMBROSIO, p. 77, 1997).

Martins (2005) aponta a formação dos professores baseando-se nas entrevistas que lhe foram concedidas, como um empecilho no trabalho de uma perspectiva Interdisciplinar. Mas, partindo do pressuposto de que sanadas essas deficiências, de formação inicial do professor e da formação continuada, e também da superação da própria cultura das disciplinas de Física e Matemática, tidas como barreiras quase intransponíveis. Também temos de ressaltar a relutância que toda mudança gera quando é inicialmente aplicada, pois estamos buscando sair da zona de conforto de um modelo que já é aplicado e replicado há gerações. Como o modelo já é utilizado há gerações, encontramos várias vezes resistência a inovações na prática escolar, pois essas mudanças nem sempre são bem vistas pela comunidade escolar, em especial pelos mais conservadores.

Essas dificuldades impostas pela comunidade escolar às mudanças são do tipo que deixam o professor cada vez mais atrelado a um sistema com conteúdos pré-determinados, com um sistema de ensino muitas vezes rígido e sem abertura para mudanças. E, em diversos casos, há necessidade de um embate para a aplicação de uma mudança nos meios de ensino.

As propostas de pesquisas de inovação do método de ensino geralmente buscam romper com estas barreiras e proporcionar aos professores um meio alternativo de trabalhar o conteúdo que lhes é demandado. A necessidade de mudança é o que motiva o tema da pesquisa. No mundo atual, globalizado e dinâmico, é requerido a todo o momento um cidadão autônomo e crítico. É de responsabilidade da escola a preparação deste jovem na esfera da instrução acadêmica, para que ele tenha suporte e venha a ser mais participativo e ativo na sociedade, e não apenas mais um na "massa". A fusão da teoria e da prática é essencial para a formação do indivíduo, que de acordo com D'Ambrosio (1997):

A mescla de uma postura teórica e de uma postura prática é a raiz primeira da motivação, a primeira sensibilização, o substrato sobre o qual se dão a geração, a organização intelectual e social e a difusão do conhecimento. Amplia-se a realidade sensível, que alguns chamam o "universo de símbolos" (D'AMBROSIO, p. 65, 1997).



Para o desenvolvimento da pesquisa Interdisciplinar focado na constituição de um cidadão mais autônomo e pensante, inserido no meio social, necessitamos de uma metodologia que favoreça suporte e envolva o social na pesquisa. Após algumas leituras e observações de algumas metodologias e discussões, decidimos que as ideias dos estudiosos russos Vigotsky, Luria e Leontiev (2006) são as mais afins à nossa pesquisa, pois contemplam a formação dos indivíduos sem abandonar a vertente das interações sociais. Como Vigotsky (1984) afirma:

Nosso conceito de desenvolvimento implica a rejeição do ponto de vista comumente aceito de que o desenvolvimento cognitivo é resultado de uma acumulação gradual de mudanças isoladas. Acreditamos que o desenvolvimento da criança é um processo dialético complexo, caracterizado pela periodicidade, desigualdade no desenvolvimento de diferentes funções, metamorfose ou transformação qualitativa de uma forma em outra, embricamento de fatores internos e externos, e processos adaptativos que superam os impedimentos que a criança encontra (VIGOSTKY, 1984, 83-84).

Entendendo o processo de aprendizagem como uma estimulação externa e interna, com fatores que o educador busca aplicar para desenvolver seu trabalho em sala de aula, busca-se a teoria em questão: a Teoria da Atividade, desenvolvida por Leontiev.

A Teoria da Atividade em Leontiev (1959) tem seus pressupostos na análise do desenvolvimento do pensamento humano e em como ele difere da linha de comandos mentais utilizados por animais, que se resume na diferenciação entre a Atividade humana e uma Ação animal, e a Atividade humana da Ação humana. A partir de agora abordaremos atividades de duas formas: a Atividade será referente a ações humanas com base em um sistema de compreensão da situação que é oriundo da razão e da atividade que pode ser o conjunto de exercícios, trabalhos ou quaisquer propostas direcionadas aos alunos para desenvolvimento de conteúdo.

Definiremos, então, Ação e Atividade baseado nos pressupostos de Leontiev (1959), em que a Ação é basicamente o ato de realizar uma tarefa, como por exemplo, o ato de ir até um determinado ponto, caminhando, é considerado uma Ação. Já o ato de caminhar até um determinado ponto seria uma Atividade, se para isso houvesse algum objetivo em que a caminhada fosse parte importante para a contemplação do objetivo. Note que a Ação referente a ações tomadas remetendo a teoria também será apresentada com letra maiúscula.

Podemos, então, entender Atividades como: conjunto de ações que são executadas visando um objetivo definido inicialmente. A diferenciação do ato executado em si é o que transforma as Ações que são praticadas por qualquer ser, em uma Atividade que tem um fundamento mais complexo e completo definido, mas, várias vezes, o objetivo é oculto. Deste modo, podemos utilizar deste raciocínio para desenvolver Ações que vão se tornar Atividades para, no fim, conseguirmos atingir o objetivo que é a aprendizagem dos conceitos definidos, mesmo que em um primeiro momento as ações não estejam ligadas, aparentemente, com o objetivo final.

A Teoria da Atividade em pesquisas possui um enfoque também social, que envolve as interações sociais entre envolvidos; e esta interação, também, é uma das características que definem a Atividade Humana. Essa premissa concorda com os PCNEMem BRASIL (2000), que instigam a visão social das disciplinas, por eles abordadas, por meio de alguns pontos que são elencados para a orientação de como a disciplina Matemática (por exemplo), deve ser vista pela sociedade e como ela auxilia o indivíduo na mesma.

Devemos ressaltar as aplicações sociais de interação entre indivíduos, em que o desenvolvimento de Atividades proporciona, pois é uma característica intimamente relacionada com a Teoria da Atividade. Portanto, não podemos desconsiderar as interações sociais que vivemos em sala de aula e a influência que elas tem em nós como pessoas e também em nossos alunos.

Para Leontiev (1959) é importante a distinção da atividade humana da ação animal, pois a atividade humana é o que difere os seres humanos dos animais, já que o ser humano tem a consciência de que a atividade desenvolvida por ele pode não parecer ter relação nenhuma com o objetivo final dele, mas que, implicitamente, por relações de cognição mental, ele sabe que cumprindo o objetivo da primeira atividade, estará mais próximo do objetivo final, que foi estabelecido.

Um dos exemplos utilizados para ilustrar o que foi dito é a metáfora de um grupo de caçadores em busca da sua presa. Onde um membro do grupo tem a função de assustar a presa para que ela vá até onde o resto do grupo está à espreita para o abate da mesma; neste caso, o caçador que vai assustar a presa realiza só a ação de assustá-la, o que vai contra o objetivo final, que é o abate da presa.

Isso faz com que ele desenvolva a Ação de assustar a presa, o que faz essa Ação ser considerada uma Atividade é o fato de o caçador possuir a consciência da sua Ação, pois apesar de “distanciar” seu objetivo, isso é um método que vai garantir o sucesso da caça. Essa consciência de realizar uma Ação que a princípio parece ir contra o objetivo principal, é o que torna a Ação uma Atividade humana.

Uma pesquisa na área da Educação Matemática utilizando a Teoria da Atividade foi desenvolvida por Escher (1998), onde ele apresentou para seus alunos um programa de Atividades de estudo que seria desenvolvida durante o ano, que também envolvia temas de educação ambiental, e até mesmo inserção social, em um problema do meio dos alunos.

As Atividades desenvolvidas na pesquisa dele mostraram Ações de ensino não convencionais das ações tradicionais durante uma aula de Matemática. E, de acordo com a Teoria da Atividade (Leontiev, 1959), o que a princípio, parecia estar totalmente desconexo com o ensino da Matemática tornou-se, ao decorrer das Atividades, pontos essenciais para o a aprendizagem da Matemática. Dessa forma, chegou-se assim, a contemplar o objetivo principal da Ação, que era o de ensinar a Matemática, tornando assim a Ação em Atividade.

A diferença entre Ação e Atividade é novamente colocada em evidência, para elucidarmos que de fato é a consciência que nos difere dos demais habitantes de nosso planeta. Portanto, mais uma vez apoiando-se em Leontiev (1959), vimos que a Ação é a prática efetiva de algo. Utilizaremos exemplo do caçador para ilustrar os conceitos de Ação e Atividade humana, novamente. A Ação do caçador é afugentar e assustar a presa, mas esta Ação é transformada em Atividade, pelo fato de a ação *a priori* não ter relação nenhuma com o objetivo, e ele a realiza conscientemente, pois sabe que assim é mais provável que ele atinja seu objetivo principal. Nas palavras de Leontiev (1959):

Há uma relação particular entre atividade e ação. O motivo da atividade, sendo substituída, pode passar para o objeto (alvo) da ação, com o resultado de que a ação é transformada em uma atividade. Este é um ponto excepcionalmente importante. Esta é a maneira pela qual surgem todas as atividades e novas relações com a realidade. Esse processo é precisamente a base psicológica concreta sobre a qual ocorrem mudanças na atividade principal e, conseqüentemente, as transições de um estágio do desenvolvimento para o outro (LEONTIEV, p. 69, 1959).

As pesquisas em educação com a Teoria da Atividade são analisadas por alguns autores, entre eles Duarte (2002), que faz uma análise sobre elas e aponta algumas críticas sobre a utilização da mesma. Para ele, utilizar a Teoria da Atividade sem se atentar para a sociedade em questão, que é capitalista, deixa a pesquisa “incompleta”, baseando-se na Teoria. Para Duarte (2002), a não utilização da vertente social, descaracterizaria a pesquisa como sendo uma pesquisa com Teoria da Atividade:

Quando, nesse tipo de pesquisa, ignora-se a questão da alienação da atividade de trabalho na sociedade capitalista, a teoria da atividade perde todo seu potencial crítico e se reduz a uma variante da assim chamada “pesquisa etnográfica”. Os dois citados livros de Leontyev apontam, entretanto, numa direção distinta, ou seja, na direção da articulação da atividade essencialmente social do seres humanos aos processos de formação da consciência, tanto no sentido da formação humanizadora da consciência, como no sentido da formação alienante da mesma (DUARTE, p. 284, 2002).

O objetivo da pesquisa, usando como base a Teoria da Atividade, é desenvolver atividades para serem aplicadas com os alunos, de modo que, além de desenvolver os conceitos de Matemática e de Física, instigar a discussão de como a Matemática está relacionada com a sociedade e presente em seu cerne. Desenvolveremos as etapas da pesquisa baseadas no princípio da realização de Atividades, com o objetivo final de que os alunos aprendam conceitos de Matemática e Física.

De posse da conceituação dos termos definidos acima, só nos faltava definir uma metodologia de pesquisa que contemple a formação dos indivíduos e possibilite as interações interdisciplinares. Também, após leituras e discussões, optamos pela metodologia da Pesquisa-ação, que tem em sua forma o ponto de partida, que é a fase da descoberta e análise da pesquisa, e a fase final da análise e contemplação dos resultados bem definidas, os elementos entre estes pontos podem ser adaptados para atender às necessidades do pesquisador e da pesquisa.

Na Pesquisa-ação, temos o ponto de partida e o ponto de chegada bem definidos, já que estes são apenas os únicos pontos fixados e as fases intermediárias da pesquisa acabam ocorrendo simultaneamente em boa parte do estudo, ou seja, uma fase que possivelmente determinamos encerrada previamente, pode vir a ser retomada futuramente para o bom funcionamento da pesquisa e de

sua execução. A definição, estritamente falando da Pesquisa-ação que adotaremos, será a definição apresentada por Thiollent (1947), que diz:

... a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, p. 14, 1994).

De acordo com esta definição, a Pesquisa-ação deve ter um problema comum a ser abordado, algo que possa percorrer a atenção da maioria dos alunos, ou até mesmo sua totalidade. Em nosso caso, o problema em questão foi o aumento excessivo das contas de luz no país, especialmente no Estado de Minas Gerais. Para isto, estudamos o sistema de bandeiras nas contas; os processos de geração de energia; o custo de cada processo; os impostos governamentais e como a Matemática e a Física auxiliam o entendimento destes problemas e possibilitam a tomada de decisões na hora de economizar a energia.

A Pesquisa-ação instiga que a ação realizada pelo grupo de pesquisa possua impacto significativo no meio social do grupo, em escala de micro-sociedade. Para que nossas ações (professor mais turma) afetem o meio, queríamos concluir um roteiro para o entendimento dos processos de produção de energia com seus respectivos custos, bem como a possível redação de um artigo para ser publicado, em jornal da cidade, com os envolvidos na pesquisa.

Definidos nosso tema, teoria norteadora e metodologia de pesquisa: Interdisciplinaridade Matemática e Física, Teoria da Atividade e Pesquisa-ação, respectivamente. Então nossa pesquisa vai abordar: atividades envolvendo geração de energia (seus custos e processos), transmissão da energia e, associado a isto, como a Matemática interfere diretamente nestes processos, e como ela será meio de percepção e compreensão do que ocorre em nossa volta.

Nossa pesquisa tem como foco proporcionar por meio da teoria e aplicação das atividades um meio diferente de abordar os conteúdos escolares, particularmente os conteúdos de Matemática e Física. Preocupamo-nos, também, com o desenvolvimento de um Produto Educacional, que é oriundo da pesquisa e pode ser entendido como um roteiro para a reprodução dos resultados da pesquisa, levando-os, diretamente, para a sala de aula.

Como retomaremos a Pesquisa-ação na metodologia, próximo capítulo, não desenvolveremos muito sobre a mesma neste primeiro momento, deixando o desenvolvimento e construção das ideias para o próximo capítulo. No capítulo seguinte, traremos os embasamentos de nossa pesquisa, os aportes teóricos, que utilizaremos para desenvolver a pesquisa, e que nos auxiliarão na tentativa de responder à nossa questão de investigação.

### 30 PROBLEMA SOCIAL E A PESQUISA-AÇÃO

Neste capítulo falaremos sobre a pesquisa científica e os vários métodos de desenvolvimento de uma pesquisa. Trataremos também sobre a metodologia de pesquisa que aplicaremos também sobre a Pesquisa-ação, expondo suas fases e como ela foi aplicada por nós durante a pesquisa.

A pesquisa científica em geral é realizada baseando-se em uma hipótese que virá a ser comprovada ou não. A comprovação da hipótese está diretamente relacionada ao desenvolvimento da pesquisa e, em alguns casos, são pesquisas de caráter quantitativo e demandam análises de dados. Como por exemplo, pesquisas na área de saúde, mais em particular sobre o desenvolvimento e aplicação de uma vacina. A vacina é liberada para a produção em massa, e aplicação na população, se certa quantidade de sujeitos pesquisados forem efetivamente inoculados contra o vírus, ou bactéria da doença.

Essas pesquisas de caráter quantitativo, apesar de dizerem muito sobre o ambiente da pesquisa, não são capazes de, sozinhas, expressarem toda a compreensão de um ambiente social investigado, pois é possível que os números não representem de fato a realidade do ambiente social.

Como exemplo, em determinada escola pode ter ocorrido que mais da metade dos alunos de determinada turma tenha sido reprovada ao final do período letivo. Mas apenas a análise deste dado (reprovação em massa), poderá induzir ao pensamento de que os alunos não se esforçaram o bastante, ou até mesmo podem imprimir a responsabilidade apenas ao professor.

Mas uma análise mais detalhada de dados, que vai além da nota, gerará uma resposta mais convergente com a situação vivida pela turma. A turma, por exemplo, pode ter sofrido vários problemas com a escola, ou problemas de caráter social, ou problemas mesmo na comunidade a qual a escola está inserida. Estas situações podem ter forçado a escola a encerrar o período letivo sem compensar devidamente o prejuízo sofrido por toda comunidade escolar. Mas vale recordar que são apenas suposições do que pode ter afetado o aprendizado dos alunos.

De toda forma, essas são especulações sobre a verdadeira causa da reprovação em massa, que pode ter não um, mas vários fatores que determinaram a reprovação. Até mesmo porque, cada aluno traz consigo suas experiências de vida que formam quem ele é, desde seu primeiro contato com outras pessoas; ele também traz consigo deficiências, problemas sociais, conceitos de mundo já estruturados e outras concepções que o aluno veio desenvolvendo ao longo de sua vida.

De posse destes fatos, adotaremos a metodologia de pesquisa qualitativa, que nos remete a fatos altamente descritivos e que nos fornecerá dados voltados para a observação de fatores que vão além dos que geralmente são apresentados por um número. Acreditamos que a pesquisa quantitativa pode sim ser utilizada, mas pela visão que possuímos de sala de aula, ela não atende nossos anseios. Apresentaremos a seguir uma definição mais precisa e formal de pesquisa qualitativa, para Ludke e André (1986):

A pesquisa qualitativa ou naturalística, segundo Bogdan e Biklen (1982), envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes (LUDKE & ANDRE, 1986, p. 13).

Ou seja, uma pesquisa qualitativa envolve não apenas a obtenção dos dados, como também a fiel descrição dos dados obtidos, bem como expressa opinião do pesquisador que, inserido no ambiente, é também parte da pesquisa (há diversas formas/graus de inserção), que expõe suas opiniões baseadas em teorias bem constituídas e em sua vivência e interações que formam um método de análise de dados mais descritivo e mais propício a descrever fielmente os dados da realidade em questão, que foi pesquisada.

Também para Ludke e André (1986), “a natureza dos problemas é que determina o método, isto é, a escolha do método se faz em função do tipo de problema estudado.” Com essa citação, concluímos em nossa defesa o porquê de utilizar a pesquisa qualitativa em nossa dissertação, que tem um caráter voltado para atender as demandas sociais na sala de aula.

Outra questão que também é passível de ponderações é a razão pela qual se utilizou tal metodologia científica e, apoiando-nos novamente em Thiollent (1994):



Além de ser uma disciplina que estuda os métodos, a metodologia é também considerada um modo de conduzir a pesquisa. Neste sentido a metodologia pode ser considerada como conhecimento geral e habilidades que são necessários ao pesquisador para se orientar no processo de investigação, tomar decisões oportunas, selecionar conceitos, hipóteses, técnicas e dados adequados (THIOLLENT, p. 25, 1994).

Definido que nossa pesquisa será de caráter qualitativo, e o porquê da necessidade de definirmos uma metodologia de pesquisa para nos orientar, vamos agora expor mais precisamente a metodologia que adotamos para a pesquisa, que é a Pesquisa-ação e suas fases mais precisamente.

Entendemos a metodologia assim como Thiollent (1994), que é um meio de conduzir a pesquisa. E precisamos ter uma metodologia para conduzir a pesquisa que orientará as ações a serem tomadas e desenvolvidas, antes, durante e após a aplicação das atividades como um todo. Elegemos a Pesquisa-ação para nos orientar, pois pode ser considerada uma maneira de agir socialmente, já que ela nos mostra que podemos abordar um tema científico da sala de aula, sem esquecermos que a escola faz parte de uma comunidade e é afetada diretamente por ela.

A Pesquisa-ação é altamente criticada por vários autores por não ter uma teoria chave ou algo similar, como podemos observar em (SOUZA, LINARDI & BALDINO, 2002), “Na atualidade acadêmica brasileira a Pesquisa-ação, para dizer o mínimo, é olhada com desconfiança, senão com franca hostilidade, principalmente pelos pareceristas das agências oficiais de fomento à pesquisa.”

Sobre essa crítica, nossa opinião é de que mesmo sem uma teoria-chave, a Pesquisa-ação se encaixa bem em pesquisas que envolvam interações entre pessoas. Pois ela prevê e dá liberdade de retorno em seus pontos anteriores, podendo ser moldada de acordo com a necessidade do pesquisador. Assim, podemos ter maior mobilidade durante a pesquisa para atender as possíveis necessidades que podem acontecer, pois lidamos em um ambiente mutável e não previsível.

A Pesquisa-ação é uma metodologia de pesquisa que busca propor uma alternativa de desenvolver estudos envolvendo grupos sociais. Apesar de seu caráter integrador, a pesquisa-ação se mantém em escala micro-social com pequenos grupos de pessoas apenas; ou talvez, em alguns casos, de alcance de proporções médias. Esta metodologia de pesquisa se divide em fases, porém as

fases que têm posições firmadas são a fase exploratória (fase inicial) e a fase final da pesquisa.

Definidos os marcos: “de onde venho e para onde vou”, no decorrer da pesquisa, as variações, a transição entre as mesmas ou até mesmo a mesclagem das fases é viável e, geralmente, ocorre no decorrer da pesquisa.

De acordo com a definição adotada para a Pesquisa-ação, que citamos no anteriormente, Thiollent (1994) diz:

Entre as diversas definições possíveis, daremos a seguinte: a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, p. 14, 1994).

As fases definidas para nossa pesquisa serão a fase exploratória; a fase da definição do tema da pesquisa; a fase da colocação do problema para os participantes da pesquisa; a fase da execução dos trabalhos práticos; a fase da coleta dos dados; a fase da análise dos dados e a fase da ação.

Na fase exploratória, exploramos o problema da pesquisa até chegar uma delimitação do tema, que é o de “conceitos de funções abordados de maneira interdisciplinar, com o suporte da Teoria da Atividade”, e o levantamento das pesquisas realizadas na área, bem como o estudo de metodologias e de teorias que poderiam auxiliar o desenvolvimento da pesquisa. Como já citado, a Teoria da Atividade e a Pesquisa-ação foram as teoria e metodologia escolhidas respectivamente.

Outro ponto da fase exploratória é a delimitação do ambiente da pesquisa e a consciência da dimensão da mesma. Ao conhecer o ambiente da pesquisa, devemos entendê-lo como um meio micro-social, no qual a pesquisa será desenvolvida. Vale lembrar que a pesquisa-ação busca solucionar problemas em escala micro-social e, em alguns casos, de proporções médias.

O cenário da pesquisa definido para nosso caso foi o ambiente de uma sala de aula composta pelos estudantes e pelo professor da turma definida, que neste caso assumiu consequentemente, o papel de pesquisador (neste caso atuando como professor e pesquisador). A sala onde a pesquisa foi desenvolvida foi uma turma de primeiro ano de uma escola particular do município de Lima Duarte, interior do

estado de Minas Gerais. O conhecimento prévio dos alunos, bem como a relação de confiança já estabelecida, pois já havia lecionado para a turma, no dia a dia da escola, favoreceu o desenvolvimento da pesquisa.

Vale ressaltar que a escola é de proporções pequenas e as turmas possuem poucos alunos. O que não descaracteriza a pesquisa, pois podemos aplicar a pesquisa em turmas maiores, sem comprometer o caráter científico da mesma. A escolha por uma turma de proporções menores deve-se à situação de ser naquele momento o professor de Física da turma, e ter a possibilidade de aplicar a pesquisa sem a necessidade de fazer todo um processo introdutório do pesquisador para com a turma, a direção da escola, e toda a comunidade escolar envolvida; o que deveria acontecer caso optasse por outro estabelecimento de ensino.

Por se tratar também de uma pesquisa em educação, é possível que com uma quantidade um pouco menor de alunos, forneceremos uma riqueza maior da análise dos dados quanto à sua análise e apresentação. O desenvolvimento da pesquisa, que *a priori* seria o de consolidar o conceito de funções baseado nas relações de Interdisciplinaridade entre Matemática e Física, através de atividades desenvolvidas apoiadas na Teoria da Atividade de Leontiev (1959) e outros, com a pesquisa orientada pela metodologia da pesquisa-ação, passou a englobar também o conceito físico de energia.

A fase da definição do tema é onde delimitamos o tema da pesquisa propriamente dito, que foram os conceitos de função e energia, apoiado na interdisciplinaridade da matemática e física, e abordamos o aumento significativo nas contas de luz, considerando este como o problema social que vem afligindo os cidadãos, atualmente.

A fase da apresentação do problema da pesquisa foi a fase em que introduzimos a pesquisa para a turma e, conseqüentemente, o problema da mesma; bem como a espera da aceitação de todos para tentar entender o problema e buscar uma maneira de economizar nos gastos com energia. Nesta fase, também elaboramos boa parte das atividades, bem como simulamos a aplicação das mesmas.

A fase da aplicação dos trabalhos práticos foi onde os participantes (alunos) realizaram as atividades propostas, que incluiu uma visita a uma PCH (Pequena

Central Hidrelétrica) do município de Lima Duarte, e foi lá que os alunos entrevistaram o operador da usina sobre os processos de geração de energia e seus custos, bem como desenvolver a própria pesquisa sobre tais processos e custos.

Após esta etapa, percebemos que os alunos já possuíam a condição de realizar as atividades envolvendo a Matemática, como o conceito de função para entender como são os processos de geração de energia, a transmissão e os impostos. E perceber como esses processos interferem no valor pago na conta de luz. Os alunos também utilizaram o conceito matemático de função para entenderem o fenômeno em questão e assim tomarem decisões sobre o consumo de energia.

A fase da coleta de dados ocorreu a partir do primeiro contato com os participantes da pesquisa até o momento da análise dos dados. Esta é uma das fases da pesquisa que ocorre simultaneamente com outras, sem prejuízo algum. A coleta dos dados foi feita por anotações no caderno de campo; observações do desempenho dos alunos durante as atividades e, por fim, uma atividade final aplicada para os alunos.

A fase da análise dos dados representou a etapa em que analisamos: os trabalhos feitos pelos participantes da pesquisa, as anotações no caderno de campo e nossas observações, como professor, tudo isto baseado em nossas teorias. Procedemos com as considerações sobre a pesquisa, apontando seus prós e contras, e desenvolvemos nossas conclusões sobre a pesquisa baseados em nossas teorias e análise dos dados.

E, por fim, a fase da ação, fase na qual nós e os participantes da pesquisa, em conjunto, tentaríamos promover uma ação que divulgasse o resultado do nosso trabalho. Esta fase da pesquisa foi comprometida em razão da escassez do tempo, durante o decorrer da descrição das atividades exporemos com maior riqueza de detalhes os motivos da não-conclusão desta fase.

Espera-se, portanto, ao final da pesquisa, que os alunos possuam além de uma nova visão sobre a Matemática e Física, também a habilidade de associar conceitos de ambas para trabalhar situações da sua vida cotidiana. Esperamos, também, que se desenvolva nos alunos a percepção das situações reais e a

inquietação e o entendimento do mundo no qual eles vivem e, desta forma, que o conhecimento que a escola oferece tenha significado para os alunos.

Vamos agora, novamente, expor a questão de investigação que vai nortear a pesquisa:

*Quais resultados obteremos ao aplicarmos a Interdisciplinaridade associada à Teoria da Atividade e à Pesquisa-ação, abordando um problema do cotidiano dos alunos e seu entorno, para que eles aprendam conceitos de funções e energia?*

Na seção seguinte, abordaremos como as atividades foram desenvolvidas e como a teoria auxiliou-nos na elaboração das atividades. Veremos também como a teoria é utilizada na busca pela resposta à questão de investigação.

### 3.1 Elaboração das atividades

Precisávamos desenvolver atividades focadas na tentativa de responder à questão de investigação; portanto, elaboramos atividades utilizando os conceitos de Interdisciplinaridades adotados por nós. Lembrando que, para nós, a Interdisciplinaridade é a comunhão de duas ou mais disciplinas no meio escolar para uma possível melhor compreensão de ambas. No nosso caso, as disciplinas são a Matemática e a Física.

Para nós, a união entre a Matemática e a Física foi feita por meio da interação entre as disciplinas, mesmo que durante a pesquisa os assuntos aparentemente sejam disjuntos. Por exemplo, durante a exposição do tema “Energia e seus processos de geração”, mostraremos como a Matemática está agindo para sustentar todo o processo. Assim, notamos a inserção da Teoria da Atividade (LEONTIEV, 1959) e dos conceitos de Interdisciplinaridade que nos permitem transitar entre as disciplinas sem que percamos o caminho.

As primeiras atividades realizadas abordando o tema de Energia, e sua geração, foram desenvolvidas com foco no objetivo final, que é o ensino das Funções. Associamos isto à Teoria da Atividade de Leontiev (1959), onde a princípio

vemos um tema que não tem uma relação direta com o objetivo, mas a noção de Atividade Humana, que transforma nossa ação em um meio de atingir o objetivo.

Todas as atividades são apoiadas no problema social indicado anteriormente: o aumento das contas de luz. As atividades foram desenvolvidas com estes pressupostos da seguinte maneira:

Inicialmente, descrevemos o que é a Energia, e como ela está presente em nosso dia a dia. Mostramos como um país pode ser considerado independente economicamente só pela quantidade de energia que ele é capaz de produzir. Introduzimos aos alunos a importância que o tema Energia possui na vida de toda a população atualmente, e que, geralmente, não se conhece muito sobre a Energia.

As atividades depois se voltaram para o foco no nosso país e como ele faz para se sustentar energeticamente. Estas atividades foram no formato de exposição de temas para a discussão entre os alunos, com o professor atuando como mediador; buscamos inserir alguns dados iniciais sobre as energias e instigar o debate e, após isso, interferir o mínimo possível durante os pareceres dos alunos.

Outro ponto de discussão foi o impacto que essa geração de energia gera na vida das pessoas, nos impactos ambientais e até mesmo nos impactos sociais; acreditamos que isso conscientizará os alunos sobre os resultados das ações humanas e como o conforto de alguns interfere na vida de outros. Este é um ponto a ser discutido mesmo não estando diretamente relacionado com a questão de investigação, pois acreditamos que o lado social da Pesquisa-ação, Thiollent (1947), também pode ocorrer com a conscientização social dos alunos.

Em sequência, apresentamos aos alunos uma proposta de pesquisa sobre os tipos de energias utilizadas no país, em que os alunos seriam responsáveis pela pesquisa sobre como é gerada a energia. Acreditamos que com a participação direta dos alunos na construção deste tipo de conhecimento podemos, além de incentivá-los a adquirir o conhecimento, obter resultados melhores na fixação de ideias.

As pesquisas sobre os temas dos alunos foram apresentadas para toda a turma; as pesquisas foram desenvolvidas no formato de duplas. Acreditamos que, assim os alunos elaboraram um trabalho mais efetivo, debatendo entre eles e enriquecendo seus pontos de vista, para depois apresentarem à turma.

Obtivemos as impressões sobre as pesquisas dos alunos por meio de anotações no caderno de campo e fotografias; decidimos por não filmar as apresentações e os encontros por dois motivos: o primeiro, por motivos técnicos e o segundo para preservar o caráter anônimo dos alunos na pesquisa, já que alguns não se sentiram confortáveis com a ideia de serem filmados.

Acreditamos que a ausência de filmagem nas atividades não gerou prejuízo para a nossa pesquisa, pois fizemos as observações no caderno de campo durante as atividades. E também as fotografias auxiliaram-nos no momento de relatar os dados, e também guardamos as apresentações de slides realizadas por nós e pelos alunos para eventual consulta. Há também que se considerar a dificuldade de identificar a fala de cada aluno em especial, pois trata-se de discussões com toda a turma.

Ao focarmos no processo de geração de energia pode surgir a questão: onde está a Matemática nesse todo? Neste ponto podemos retomar a teoria e chamar isto de Atividade, pois temos em todos os pontos a Matemática agindo ativamente em todo o processo. Utilizamos os pontos como: ideias de funções para construir as máquinas que transformam a energia; ideias de estatística, sobre a quantidade de energia necessária para ser gerada; ideias de quantidades para compreender isto; ideias de escalas, que em maiores proporções são necessárias para entender a dimensão do que é feito; entre outros pontos.

Depois dessas noções, organizamos uma visita a uma PCH (Pequena Central Hidrelétrica), do município de Lima Duarte. Uma usina de geração de energia de pequeno porte, que tem capacidade de geração de energia para sustentar uma pequena cidade. Durante a visita, observamos como ocorre o funcionamento da usina e solicitamos aos alunos que fizessem suas próprias questões, já que eles possuíam suas curiosidades sobre o que acontece numa usina, e sobre temas não relacionados diretamente com a pesquisa, como as questões ambientais.

Assim para a visita foi solicitado aos alunos que elaborassem um questionário para aplicarmos aos responsáveis pela usina; nós apenas interferiríamos se fosse necessário no caso de algum ponto importante ser esquecido pelos alunos, o que aconteceu em alguns pontos. Assim, pudemos também perceber quais aspectos os alunos assimilaram dos debates anteriores e das apresentações.

Após a visita a PCH voltamos aos encontros com os alunos, com a temática agora direcionada para as contas de luz. Buscamos dados sobre a constituição do valor das contas e as expomos para os alunos. Depois incentivamos interpretações sobre os dados, como por exemplo, sobre o valor que as bandeiras tarifárias (inseridas há um tempo para compensar períodos de difícil geração de energia) e as opiniões que os alunos formaram sobre elas.

Em todas as etapas sempre observamos os alunos e fizemos anotações sobre o que observamos no caderno de campo, e apenas interferindo quando houve a necessidade de direcionamento do debate. Após isto, solicitamos aos alunos que pesquisassem como é constituído o preço cobrado por KWh na conta de luz.

Para o caso dos alunos não pesquisarem sobre isto, ou mesmo de não encontrarem dados, nós também pesquisamos; porém, foi omitido dos alunos que também procuraríamos por estes dados. Isto para observarmos como eles obtêm dados importantes para o dia a dia de um cidadão, e também a prioridade que eles colocaram sobre este tipo de conhecimento. E também solicitamos que eles trouxessem contas de luz de suas residências na aula seguinte, para comparação.

Depois disto, focamos no tema principal da pesquisa: o ensino das funções. As atividades sobre funções foram desenvolvidas para serem também aplicadas no mesmo estilo de apresentação de dados e assim levar os alunos a um ambiente de discussão sobre o tema. Elaboramos as atividades dessa forma, na tentativa de desenvolver um ambiente (meio) em que alunos possam influenciar-se mutuamente, para que o desenvolvimento seja proporcionado pelo meio, o que para nós é o “aprendizado” (LEONTIEV, 1959).

As atividades sobre funções começaram com a apresentação da definição Função e o incentivo à discussão sobre o que os alunos compreenderam. Com a discussão entre eles, percebemos o que absorveram sobre o que foi apresentado e como corrigiram erros observados nas apresentações dos demais. Quando necessária, nossa intervenção foi pontual apenas para a correção de alguns pontos.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, expusemos as definições do domínio e da imagem de uma função. Novamente, incentivamos o debate sobre estes temas e observamos o que os alunos assimilaram do tema que foi apresentado. Esperamos, neste ponto, que os alunos tenham obtido associações do conceito de domínio e



imagem de uma função e a interligação entre eles. E que eles possam também identificar como isso interfere no dia a dia, como por exemplo, nas contas de luz, fazendo uma associação do consumo com o valor pago.

Por fim, falamos sobre o gráfico de uma função. Aqui falamos sobre a sua definição, com alguns exemplos e, novamente, abrimos espaço para as discussões sobre o tema. Para analisarmos a aprendizagem do tema gráfico, focamos na análise e interpretação dos alunos, já que vemos em várias situações os gráficos no dia a dia e, em muitos casos, nem nos damos conta de como eles são essenciais para compreendermos o mundo.

Para lidar com gráficos, necessitamos de dados, e estes também precisam estar organizados. Assim, também, abordamos sobre tabelas. E passamos à compreensão de como a tabela e o gráfico são representações distintas dos mesmos dados, e que em cada caso, teremos uma melhor compreensão dos dados, de acordo com os conhecimentos que adquirimos.

Finalmente, para encerrarmos as atividades com os alunos, propomos uma atividade final, em que os alunos coletaram dados sobre as contas de luz de suas residências. Com estes dados, os alunos desenvolveram uma lei de formação de uma função, que associa a quantidade de KWh consumidos com o valor a ser pago na conta de luz.

Com a lei de formação, pedimos aos alunos que construíssem uma tabela com os dados obtidos e um gráfico para análise dos dados, e que também indicassem o domínio e a imagem da função que foi criada. Por meio da análise dessa atividade, percebemos o que os alunos assimilaram das atividades desenvolvidas durante o processo. Essas atividades, associadas com as anotações no caderno de campo, são a fonte de registro de nossa pesquisa.

A coleta de dados então ficou delegada às nossas observações e anotações feitas no caderno de campo, e nas atividades finais dos alunos. Com estes dados, a nossa questão de investigação era conseguir uma resposta para a questão. Notando sempre que as atividades foram desenvolvidas baseadas em nossos referenciais teóricos e, assim, fundamentamos as atividades aplicadas e as fases da pesquisa.

Notamos que as atividades, a princípio, não estavam explicitamente ligadas ao ensino das funções, mas sim, mais focadas nos processos de energia. Durante a

construção das atividades, entretanto, fomos percebendo como a Matemática estava presente durante todo o processo. Um paralelo com a Teoria da Atividade de Leontiev (1959) é o “afastamento” do objetivo inicial; porém este afastamento na realidade é um caminho que se mostrou interessante na elaboração das atividades da pesquisa.

Elaboramos as atividades como na metáfora do caçador que afugenta a presa para capturá-la. E, acreditamos que com essa abordagem indireta podemos esperar que os alunos possam sentir-se mais incluídos no processo de Ensino, favorecendo assim a aprendizagem. Acreditamos que este pode ser um fator motivacional determinante para a aprendizagem, assim como a participação direta dos alunos no processo.

E, por fim, sinalizaremos que o nosso produto educacional, requerido pelo programa do Mestrado, é um compilado dos planos de aula com um texto introdutório, como um roteiro, para o desenvolvimento de atividades similares às que desenvolvemos, ou mesmo, a reprodução das atividades por nós desenvolvidas.

Esperamos que o produto seja utilizado como orientação e direcionamento para o professor, sobre as vantagens do trabalho interdisciplinar. Desejamos ainda que o professor possa motivar-se e desenvolver outros tipos de atividades, pensando na compreensão dos conceitos e, assim, ele possa desenvolver suas próprias atividades.

O produto educacional foi desenvolvido em forma de manual para o professor. Acreditamos na importância do desenvolvimento do produto como uma forma das pesquisas atingirem a sala de aula. Um produto educacional, por ser um texto mais breve e prático, pode atender melhor as necessidades do professor que, em muitos casos, não tem o tempo necessário para transmutar teoria em prática para a sala de aula.

Nos capítulos seguintes, trataremos da aplicação efetiva da pesquisa e de como ela foi desenvolvida junto aos alunos. Abordaremos também algumas observações pessoais e, por fim, indicações das primeiras impressões que obtivemos da aplicação das atividades da pesquisa.

## 4 APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES NA SALA DE AULA

Neste capítulo falaremos sobre o desenvolvimento das Atividades da pesquisa, e os dados que obtivemos durante sua aplicação. É neste capítulo que trabalharemos as atividades com os alunos Atividades para concretização do trabalho da pesquisa. Começamos os encontros com os alunos participantes da pesquisa fora do horário escolar dos mesmos, pois por se tratar de uma escola particular, não há muita abertura para inovações durante o horário das aulas, propriamente dito.

### 4.1 Encontros anteriores da visita à PCH

Neste tópico, descreveremos os encontros que tivemos com a turma anteriormente à visita na PCH (Pequena Central Hidrelétrica), que foi mais focado na preparação da turma para a visita, antes de, efetivamente, irmos a campo em busca de informações para desenvolvermos nosso trabalho em grupo, nos moldes da Pesquisa-ação. Os dados aqui apresentados são resultado das anotações feitas no caderno de campo e em nossas observações oriundas do *feedback* da turma, durante as atividades de pesquisa. Em casos de diálogos com os alunos aqui representados, usamos recortes do caderno de campo.

No primeiro encontro, conversamos sobre como seria realizado o trabalho da pesquisa, os objetivos da mesma e as possíveis intervenções que faríamos no ambiente escolar e fora dele, como a visita a PCH do município. Definimos em grupo (professor mais alunos) que um conhecimento prévio sobre o assunto é necessário para fazermos a visita à PCH.

No encontro seguinte, começamos a estudar sobre a Energia. Primeiramente apresentamos aos alunos sobre o conceito de Energia e a importância deste

conceito para o mundo humano atual. A Energia, atualmente, é responsável por definir a capacidade e a autonomia de um país. Ela também é utilizada como parâmetro para as riquezas de um país. A tecnologia, para gerar energia, é essencial para a autonomia energética do país e para melhorar a qualidade de vida de seus habitantes.

Foram apresentados aos alunos vários tipos de energias, como as várias versões de Hidrelétricas e as usinas: Nuclear, Eólica, Fotovoltaica, Biomassa e outras. Durante os comentários sobre as usinas de energia, um aluno chamou a atenção para o impacto ambiental das ações humanas. Ele mora em uma zona rural, e na propriedade de seus pais há um sistema de geração de energia para uma bateria, que armazena a energia em certo ponto, utilizando a força da queda de uma cachoeira.

De acordo com ele, uma espécie de peixe local chamada de “pirapetinga” já não é mais encontrada no local há muito tempo, em razão das ações humanas no local.

*“...lá na roça tinha um peixe que chamava pirapetinga, por isso o lugar chama isso, e hoje não é encontrado mais lá no rio.”(Aula 2)*

Ele mostrou um conhecimento muito grande sobre a geração de energia e seus impactos no meio ambiente. Os demais alunos ficaram interessados, cada qual em um tipo de energia alternativa, como a energia solar, que utiliza a radiação emitida pelo sol para aquecer uma placa de metal e transformar o calor em energia elétrica.

Dividimos a turma de 10 alunos em duplas, para que cada dupla pesquisasse sobre um tipo de energia e como era seu processo de geração e transmissão: os custos da produção dessa energia e a transmissão da mesma, até um possível consumidor final. As energias pesquisadas pelas duplas foram:

- ✓ Energia Eólica
- ✓ Hidráulica (hidrelétricas de grande porte)
- ✓ Fotovoltaica (solar)
- ✓ PCH (Pequena Central Hidrelétrica)
- ✓ Biomassa.

A apresentação das pesquisas pelas duplas ficou marcada para o encontro seguinte. Devemos ressaltar que a equipe responsável por pesquisar energia eólica ficou composta por um trio, pois foi um tema que chamou a atenção dos alunos, e a pesquisa sobre energia solar ficou com apenas uma aluna, que se interessou muito pelo tema.

No encontro seguinte, começamos a observar as apresentações das duplas sobre as energias pesquisadas. Iniciamos com a pesquisa sobre energia Eólica; os alunos apresentaram o funcionamento da geração e transmissão da energia dos ventos e seus custos, como solicitados.

A apresentação dos alunos foi feita com apresentação de slides, que a enriqueceram com imagens e exemplos da utilização desta energia em alguns países. Os alunos também não perderam o foco no impacto ambiental e citaram um exemplo em que as turbinas modificam as correntes de ar, alterando assim alguns movimentos migratórios de algumas aves na Espanha.

Os alunos que pesquisaram sobre energia Eólica disseram que a acharam importante e utilizável por possuir impacto ambiental muito pequeno e de baixo custo para sua geração e manutenção. O único problema exposto foi a dependência da ocorrência de ventos no local, que pode variar drasticamente de uma época para a outra, deixando assim uma carência energética em certas partes do ano.

Para os alunos, seria viável a utilização deste tipo de energia, mas com um plano reserva, caso algum problema com os ventos atrapalhasse a geração da energia. Deste modo, evitando problemas, como a escassez de energia.

A dupla que apresentou sobre a energia Hidráulica, mostrou como funciona uma Hidrelétrica de grande porte, a transmissão e os custos, como solicitado. Eles disseram também que as usinas Hidrelétricas de grande porte necessitam de uma represa muito grande para funcionarem e, com isso, causam um grande impacto ambiental por razão da sua grande área alagada.

Eles também utilizaram a apresentação de slides para expor o que foi pesquisado. E ressaltaram que os custos da produção de energia nessa modalidade são os mais baixos para o Brasil. Assim, eles disseram que entenderam o porquê de se utilizar este tipo de energia no Brasil. Os alunos ainda completaram sua pesquisa falando das dimensões do Brasil, que torna a transmissão trabalhosa. O que, para

eles, foi um problema enfrentado pelos órgãos responsáveis para levar energia aos cidadãos.

Os alunos ficaram pensativos sobre a transmissão da energia, e questionaram como ela pode ser feita sem perda de energia, e de forma eficaz. Por isso, instauramos um pequeno debate sobre isto. Depois de um tempo, com ponderações feitas por nós, os alunos chegaram à conclusão de que a transmissão dependia de alguns conceitos, também estudados em Física, e o conceito de ambientes isolados. E, por fim, nós comentamos sobre correntes elétricas, com o propósito de que eles entendessem um pouco melhor como a energia é transmitida e a função de um alternador.

A aluna que pesquisou sobre energia solar desenvolveu sozinha seu trabalho, e argumentou que era importante abordar este tipo de energia, inserindo-a nos temas sob a responsabilidade dos alunos. A inserção deste tipo de energia se deveu ao interesse dela, ela argumentou que era importante inserir o tema e falar sobre ele e, portanto deixamos a abertura para que desenvolvesse sua preferência.

A aluna apresentou sobre a energia solar e seu funcionamento, abordando também sobre os custos de geração, de transmissão e sobre os problemas da sua utilização. A energia solar não é facilmente utilizada em grande escala, pois segundo ela, as placas geradoras necessárias para uma grande quantidade de energia ocupariam uma área muito grande, dificultando assim sua produção.

Baseada nisso, a aluna citou que em uma universidade havia um projeto do curso de engenharia que previa a construção de um sistema de captação de energia solar. Esse sistema utilizaria o estacionamento do campus para implantar as placas solares e, possivelmente, supriria uma boa quantidade da energia que a universidade consome. Este foi, a nosso ver, um ponto que demonstrou o interesse da aluna com o tema, pois ela estendeu sua pesquisa para enriquecimento do trabalho.

Abordaremos, agora, a dupla responsável pelas PCH; apesar de se tratar de uma forma de geração de energia vinda das águas como as hidrelétricas de grande porte, é importante conhecer sobre este tipo de usina. Este é o modelo de usina que visitaríamos, portanto, foi a modalidade que instigou mais os alunos a

pesquisarem. Era necessário um aprofundamento maior nesse tipo de usina, para não chegarmos totalmente leigos à nossa visita.

A dupla que pesquisou sobre PCH não fez um trabalho de apresentação muito bom, já que eles apenas leram o texto do que obtiveram sobre PCH, de forma sistemática. Porém, o texto elaborado estava muito bom, mas foi necessária nossa intervenção no momento, para que os demais alunos pudessem compreender o conteúdo do texto.

A intervenção realizada por nós foi feita por perguntas dirigidas aos alunos da dupla, (que estava responsável pela apresentação) e aos demais alunos. O objetivo das perguntas era que eles procurassem no texto os pontos essenciais de uma PCH e, assim, compreendessem corretamente. Utilizamos as perguntas como uma estratégia para incentivar o conhecimento e sua busca pelos alunos e não apenas apresentarmos as informações diretamente; acreditamos que, assim, eles desenvolveriam melhor os conceitos.

Ao final, percebemos que os alunos compreenderam as características de uma PCH. E, principalmente, que estas usinas não geram uma quantidade enorme de energia, não chegando nem próximas a uma Hidrelétrica de grande porte. Deste modo, são menos impactantes para o ambiente em geral, tornando assim mais fácil a existência delas em comunidades menores.

Vale ressaltar que muitos alunos, e até mesmo boa parte da comunidade escolar, nem sabiam que havia uma PCH no município. Por se tratar de uma usina de pequeno porte, há uma grande abertura para implementação dessas usinas em lugares menores. Mas, podemos novamente citar, que em um mundo altamente tecnológico, não temos consciência de que vivemos lado a lado com a tecnologia.

Por fim, a última dupla apresentou sobre a Biomassa. A Biomassa tem um grande impacto ambiental, que foi o foco central da apresentação da dupla, que também apresentou seu trabalho em forma de slides, e buscou mostrar alguns lugares onde esta é a única opção, ou mesmo pessoas que usam esse tipo de energia sem se importar com o meio ambiente, pois tem um baixo custo de produção.

Um ponto que esperávamos que algum aluno se atentasse, mas que não foi dito em momento algum, é que o processo de geração de energia não é na verdade

geração, mas sim, transformação de um tipo de energia em outra. Coube a nós intervir ao final das apresentações, fazendo perguntas ao grupo que os levassem a este questionamento. Após algum tempo, eles chegaram a esta conclusão e perceberam que os humanos apenas utilizam dos recursos que possuem para gerar energia e, por isso, uma grande variedade de processos.

Subsequente às apresentações dos alunos fizemos nossa própria apresentação sobre a matriz energética do Brasil, e como um país de proporções continentais faz para suprir a enorme demanda energética de seus habitantes.

Notamos pelo que apresentamos, que a maior parte da energia utilizada no Brasilé transformada pelas usinas hidrelétricas, seguida pelas usinas Termoelétricas. A nossa abordagem consistiu basicamente em indicar aos alunos que a maior parte da energia utilizada no país vem das águas, com os diversos tipos de hidrelétricas, mas que estas fontes de energia não são suficientes para atender à necessidade do país. Agora, o país lida com as Termoelétricas (ou Termelétricas), que tem um custo de produção maior, refletindo no preço final cobrado ao consumidor.

Depois disso, um debate se instalou sobre o porquê da utilização das Termoelétricas como alternativa. Nosso tempo se esgotou e no próximo encontro falaríamos sobre isto. E também abordaríamos os impactos ambientais e sociais da implementação de uma usina, pois os alunos se interessaram pelo impacto ambiental, mas nem imaginavam a existência de impactos sociais. Deste modo, decidimos abordar também sobre este tema.

No próximo encontro abordamos os impactos ambientais e sociais de cada tipo de grande empreendimento de geração de energia. E concluímos com os alunos que após as hidrelétricas, o tipo de usina que gerava o menor custo, em comparação com os demais tipos que estudamos, era as usinas Termoelétricas. Apesar de seu impacto ambiental um pouco maior que a hidrelétrica, era mais vantajoso utilizá-las, pois já haviam usinas deste tipo construídas no país.

Neste ponto, foi comentado por um aluno que a busca pela diminuição do uso de capital, com certo prejuízo ambiental, era algo aceitável. Ele falou em tom de questionamento, como se esperasse que respondêssemos a ele como funciona, mas apenas dissemos que basta ele observar o mundo à sua volta que perceberia



se o que ele disse era verdade, ou apenas em alguns casos específicos. Acreditamos que neste momento instigamos o pensamento do aluno, sem lhe dar a resposta direta.

Neste mesmo encontro, tratamos sobre o funcionamento de uma Hidrelétrica em grande e pequena escala, e como elas afetam o ecossistema de um local, e as medidas tomadas para evitar a destruição do ecossistema. Comentamos também sobre o impacto social causado pela construção de usinas, que desabriga várias pessoas e que faz com que algumas sofram com a presença das usinas próximas às suas residências. Vale ressaltar que todas as formas de geração de energia causam esses impactos, porém a maneira como se lida com eles é que faz a diferença.

Falamos também sobre as unidades de medida de energia, como elas foram desenvolvidas e como elas estão presentes em nosso dia a dia: nas contas de luz ou nos aparelhos elétricos que utilizamos. E que, atualmente, quase tudo no mundo que conhecemos e vivemos, depende diretamente da eletricidade. Ao final deste encontro (o último antes de nossa visita a PCH), definimos ainda um questionário para ser aplicado aos operadores da PCH.

A elaboração das perguntas do questionário foi feita por todos os alunos, em conjunto com o professor, observando todas as discussões que tivemos durante nossos encontros. Ele versava sobre temas de ordem técnica, como a construção da PCH e a quantidade de energia gerada; sobre o impacto ambiental da usina; sobre a movimentação de capital da mesma e alguns pontos relativos ao abastecimento de energia do município.

Foi importante inserir os alunos nessa elaboração, com o mínimo de intervenção possível, pois assim pareciam integrarem-se mais com o processo. Ao deixarmos o espaço para eles sanarem suas próprias dúvidas sobre o assunto, mesmo que elas não fossem nosso objetivo inicial, acreditamos que elas foram um motivador para o desenvolvimento dos alunos, e associando isto à Teoria da Atividade (LEONTIEV, 1959), tivemos uma Ação aparentemente distante do objetivo, mas que implicitamente era direcionada para o objetivo, tornando-a assim uma Atividade.

## 4.2 A visita a PCH

Neste tópico, abordaremos a visita e as respostas que obtivemos sobre os temas contidos no questionário e alguma outra dúvida que possa ter surgido durante a visita a PCH e não foi prevista previamente. A visita ocorreu no dia 28/09 do ano de 2015. Como sugestão dos próprios alunos, a viagem até a usina foi realizada em forma de um passeio ciclístico.

Figura 2 – Entrada da PCH Visitada



Fonte: Imagem própria

Outros professores da escola foram conosco para nos ajudar no processo, e também estendemos o convite para outras duas turmas do ensino médio da escola: uma turma de segundo ano e outra de terceiro ano. O convite às turmas de outras séries foi motivado pela vontade das demais turmas em conhecer uma usina de geração de energia e, em especial, a turma do terceiro ano, que estudava tópicos de Física elétrica. A presença das outras turmas durante a visita não comprometeu em nada os dados obtidos, nem o desenvolvimento da visita ou da pesquisa.

A PCH Cachoeira do Brumado localiza-se no município de Lima Duarte, distante cerca de 20 minutos de carro do centro da cidade. Ela é administrada pelo grupo de mesmo nome, Cachoeira do Brumado, e consiste na reativação e repotencialização de uma antiga usina, que operou de 1918 até o fim da década de 1960.

A usina interrompeu suas atividades em razão das mudanças que ocorreram no cenário nacional, com o aumento dos investimentos em usinas de grande porte. A usina opera no município de Lima Duarte com uma potência máxima instalada de 2,34 MW (mega watts) com duas unidades geradoras (turbinas).

Figura 3 – Queda D'água Para a Transformação da Energia



Fonte: Imagem própria

Os alunos ficaram responsáveis pela aplicação do questionário, elaborado por todos os alunos, aos responsáveis pela operação da PCH. Em resposta às perguntas do questionário, obtivemos informações mais de caráter técnico e algumas para sanar a curiosidade dos alunos que, geralmente, se sentiam inclinados a conhecer sobre tais coisas, como a capacidade de geração da usina e a associação disso a quantidade de habitantes que a usina atenderia satisfatoriamente.

Os alunos ficaram bem interessados no impacto ambiental que a usina pode causar; mas retornamos ao foco, que era a consolidação de conceitos de Física e Matemática. Eles conseguiram interpretar corretamente os dados obtidos, como os megawatts de potência da usina, ou como a energia potencial é transformada em energia cinética durante a queda para mover a turbina, gerando, assim, a energia elétrica. E também, conseguiram entender os conceitos e cálculos necessários para a quantidade de energia gerada por unidade de tempo.

### 4.3 Atividades Pós-Visita à PCH

Retornamos aos encontros semanais, recebendo as observações dos alunos sobre a visita. Eles acharam a visita interessante e enriquecedora, pelo fato de ser uma aplicação do que fizemos em nossos encontros anteriores e por verem a Física e a Matemática trabalhando juntas, para tornar a vida humana um pouco mais confortável. Alguns se sentiram até inspirados em cursar engenharia. Vamos transcrever a fala de um aluno aqui.

*Aluno: “então tem de fazer engenharia ou curso técnico pra trabalhar aqui (na PCH) e capacitação? Eu queria fazer engenharia, aí essa seria uma oportunidade de emprego.”(Aula 4)*

Após o *feedback*, começamos a analisar as contas de luz. Nós havíamos solicitado aos alunos, que trouxessem para o próximo encontro algumas contas de luz de suas casas, e pesquisassem sobre como o preço por KWh (quilowatt-hora) é constituído, pois a cada mês temos um valor diferente para o KWh. Vamos transcrever parte de um diálogo sobre a constituição do preço das contas de luz, para ilustrar como os alunos começaram a pensar mais criticamente.

*“Aluno A: As bandeiras até que não aumentam tanto a conta.*

*Professor: De fato elas têm uma porcentagem pequena no consumo.*

*Aluno A: O que ‘arrebenta’ é o imposto.”(Aula 5)*

Os alunos trouxeram duas ou três contas de luz cada e comparamos o valor cobrado por KWh em cada caso e descobrimos valores muito próximos, pois o consumo era muito parecido, com exceção de alguns casos. Estes valores, que não eram comuns, saíram do padrão do resto da turma. A título de curiosidade, comentamos que são valores fora do padrão estatístico e que iríamos descartá-los para a atividade seguinte. Isto gerou uma discussão sobre estatística, que se estendeu até o término do encontro.

O que comentamos sobre estatística foi que os dados geralmente têm um padrão parecido e que estes “pontos fora da curva”, são exceções à regra, que são

estudados à parte. Esta expressão “pontos fora da curva”, levou-nos a construir um gráfico do preço por KWh, em função do consumo, para que eles entendessem melhor o que foi dito.

Sobre como é constituído o valor do KWh, durante a semana que antecedeu o encontro, os alunos pediram para que retirássemos isto da pesquisa deles. Eles estavam muito atarefados pelo final do período letivo e pelas pressões vindas deste final. Portanto, nós apresentamos sobre a constituição do valor do KWh.

Com isto, percebemos que a carga colocada sobre os alunos ainda jovens já é extremamente pesada, e também, como isso poderia afetar diretamente o desenvolvimento do aluno. Ou seja, o aluno, de modo geral, acaba negligenciando algumas coisas para manter o foco no objetivo de ser aprovado pela escola e conseguir um bom aproveitamento nos exames de seleção para a faculdade; isso, desde o primeiro ano do Ensino Médio.

Os alunos, após nossa apresentação, sem nenhuma intervenção, concluíram que os valores das bandeiras tarifárias não afetam tanto a conta de luz para consumidores residenciais. Estes valores são porcentagens bem pequenas, e observando um gráfico sobre a porcentagem de cada parcela, observou-se que o que mais afeta o preço por KWh são: a geração, a transmissão e os impostos.

Citaremos aqui outra competência matemática desenvolvida nos alunos: a de interpretação de gráfico e análise de dados. Eles observaram os dados e conseguiram entendê-los, e mais, se posicionaram sobre o que observaram.

Após isto, no encontro seguinte, e nos outros cinco que se seguiram, conversamos sobre a lei de formação de uma função, domínio e imagem de uma função e gráfico de uma função. Estes seis encontros finais, em razão da falta de tempo, foram reduzidos para o tempo de uma hora/aula, ou seja, 50 minutos cada.

Os encontros sobre o conceito de função ocorreram do mesmo modo que os demais, com a dinâmica de discussões. Os alunos já haviam estudado previamente o assunto, mas ainda assim tinham algumas deficiências conceituais que aos poucos tentamos eliminar.

Nos dois primeiros encontros falamos sobre o conceito de função e como ela estava presente no cotidiano, usando alguns exemplos práticos. No encontro

seguinte, falamos sobre o domínio e a imagem de uma função e como isso é importante para o dia a dia, mesmo nos processos de geração de energia.

Procuramos mostrar exemplos de funções do cotidiano para os alunos, como clássico exemplo do preço de uma corrida de táxi, em função da distância percorrida. Alguns alunos até associaram a lei de formação de uma função à transformação de energia cinética em energia elétrica, que acontece na turbina da usina visitada. Vamos aqui mostrar parte de nossas anotações:

*Até que um aluno disse que “Se a gente gasta mais paga mais, se gasta menos paga menos”, depois desse ponto com a pergunta “será que isso se parece com função?” feita por nós, os alunos rapidamente chegaram à conclusão de que isso seria de fato uma função que eles usam e nem percebem que estão utilizando.*  
(Aula 6)

Acreditamos que, assim, o aluno possa ter compreendido o conceito de função.

No terceiro encontro tratamos sobre domínio e imagem de uma função. Procedemos da mesma maneira apresentando à definição e associando a definição aos conhecimentos prévios dos alunos. Até que um aluno disse:

*“Então o domínio é o que a gente gastou de quilowatt e a imagem é o que a gente vai pagar de luz”.* (Aula 8)

Nos quarto e quinto encontros, falamos sobre um gráfico de uma função e como é constituída a sua curva. Apresentamos aos alunos alguns gráficos construídos por nós durante o período em que cursamos Física e precisávamos registrar sobre alguns experimentos. Neste ponto, falamos sobre a diferença entre utilizar dados ideais, que sempre são precisos, e dados reais que possuem erros em suas medidas.

No sexto e último encontro, para a atividade com as contas de luz, retornamos ao preço por KWh. Neste ponto, reunimos todos os valores que possuíamos de preço por KWh, excluindo os valores “fora da curva”, e montamos um valor padrão, utilizando média aritmética.

Figura 4 – Lei de Formação da Função que Gera o Valor Pago nas Contas de Luz

Handwritten on a green chalkboard:

$$\frac{32,555}{3} = 0,88$$

$x \rightarrow \text{quant.}$

$$f(x) = x \cdot 0,8824$$

Fonte: Imagem própria

Com o valor estabelecido em conjunto com os alunos, montamos uma lei de formação de uma função, que geraria o preço a ser pago na conta de luz, em função do consumo mensal em KWh. Solicitamos aos alunos que, em casa, construíssem uma tabela com os dados das contas de luz que eles trouxeram para a sala, e com esta tabela construíssem um gráfico para a função que definimos neste encontro e indicassem também o domínio e a imagem da função.

Vale completar que nossa pesquisa foi desenvolvida no segundo semestre letivo, com os alunos de primeiro ano do Ensino Médio, o que acreditamos ter tornado a abordagem do tema função mais fluente em razão dos alunos já estarem estudando este conceito na disciplina Matemática, durante as aulas regulares da escola.

Devemos lembrar também que sou o professor de Física da turma e que avaliáramos a participação dos alunos nas atividades da pesquisa, bem como na sua presteza para com o cumprimento dos prazos e desenvolvimento. Quanto a isto, não tivemos problemas com a participação dos alunos, que se mostraram interessados durante todo o processo.

Sobre o trabalho de impacto na micro-sociedade, no caso a comunidade escolar ou mesmo seu entorno, a turma decidiu que seria muito difícil fazer isto no tempo que havia sobrado, pois já estávamos no final do ano, mais precisamente no início do mês de dezembro, e não teríamos mais tempo para encontros suficientes na elaboração de um trabalho mais completo.

Assim, deixamos este trabalho de lado, o que foi triste, pois seria de grande importância e desenvolvimento para os alunos essa elaboração. Mas em razão das provas de final de período letivo e também dos processos seletivos que se aproximavam, não pudemos realizar o pretendido. Em todo caso, foi uma decisão sábia da turma de não desenvolver um trabalho incompleto e que não mostraria realmente o que eles queriam.

Os planos de aulas, referentes a todas as etapas trabalhadas com os alunos, serão anexadas ao final deste texto. Em anexo, também deixaremos as atividades desenvolvidas pelos alunos. Os trabalhos dos alunos totalizarão apenas nove e não dez, o total de alunos proposto no início da pesquisa, pois uma aluna deixou a turma para realizar intercâmbio durante o período letivo. Acreditamos que a publicação da dissertação e do produto educacional, pode suprir em parte a não realização de um trabalho de impacto na sociedade.



## 5ANÁLISE DAS ATIVIDADES

Neste capítulo apresentaremos nossas observações sobre as Atividades da pesquisa. Mostraremos aqui também o que avaliamos sobre os alunos e como eles receberam o que foi pesquisado e procurar avaliar, por meio de nossos critérios e análises, a aprendizagem dos alunos.

Sobre os trabalhos apresentados pelos alunos durante as intervenções, sinalizaremos um interesse crescente pela aquisição de conhecimento e a percepção de que o que temos hoje de modernidade, não surgiu do nada. Eles perceberam que a modernidade é resultado de um processo que percorreu gerações para ser construído e que a Matemática teve e tem seu lugar neste cenário.

Sobre os trabalhos desenvolvidos ao final das intervenções, vemos que alguns alunos poderiam ter feito trabalhos melhores do que os trabalhos apresentados. Atribuímos este fato a duas coisas: primeiro eles não compreenderam totalmente os conteúdos; segundo, eles não se dedicaram o bastante na confecção da atividade pelo fato do desgaste comum no final do ano letivo.

Mas também tivemos alunos que apresentaram a atividade bem desenvolvida, possivelmente por estes alunos possuírem certa facilidade com os conteúdos das Ciências da Natureza. De um modo geral, a turma teve uma participação boa nas atividades durante toda a intervenção.

Agora analisaremos cada atividade desenvolvida por aluno, separadamente. O aluno A (atividade anexo C1) apresentou pequenos erros em relação ao domínio e imagem da função, pois representou valores negativos para algo real, que era o valor do consumo de KWh, que não admite valores abaixo de zero. Como podemos ver no recorte abaixo.

Figura 5 – Representação do domínio e imagem da função do aluno A

$$\begin{aligned} \text{Im}(f) &= [-10, 170,36] \\ \text{D}(f) &= [-\infty, 200] \end{aligned}$$

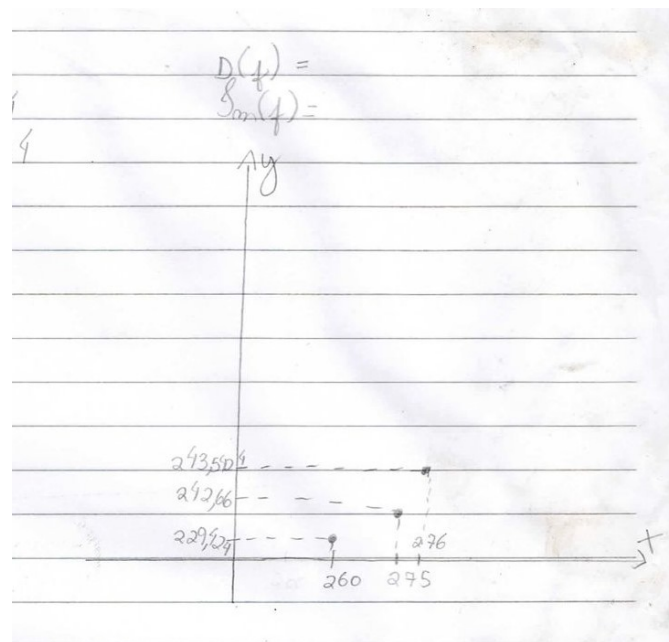
Fonte: Imagem própria

Seu gráfico, apesar de um pouco fora de escala, mostra que ele percebeu um crescimento nos valores pagos nas contas de luz; e o limite pago no intervalo definido das 3 (três) contas analisadas. Ele também conseguiu associar os dados da tabela com o gráfico, o que indica que ele compreendeu essa possível forma de representação de dados.

O aluno B (atividade anexo C2) mostrou compreender os conceitos de domínio e imagem ao representá-los como intervalos e seu gráfico também ficou bom. Ele também representou corretamente os dados na tabela para associá-la ao gráfico.

O aluno C (atividade anexo C3) organizou os dados corretamente na tabela, mas não conseguiu nem expressar o domínio e a imagem da função. Ele também representou o gráfico como pontos isolados, isso pode ter ocorrido por ele ter feito os eixos fora de escala e os pontos não estarem alinhados e, assim, não resultariam na reta que ele, provavelmente, esperava obter, como podemos ver na figura abaixo.

Figura 6 – Gráfico do aluno da função do aluno C



Fonte: Imagem própria

O aluno D (atividade anexo C4) não expressou o domínio e nem a imagem da função como solicitado, e também cometeu um deslize na escala do gráfico. Os dados na tabela estão fora de ordem, porém no gráfico ele fez a representação correta. Acreditamos que ele não compreendeu corretamente os conceitos de domínio e imagem e, por isso, não os colocou; ele também pode não ter se lembrado de inserir o que foi solicitado.

O aluno E (atividade anexo C5) também não representou o domínio e a imagem da função, mas organizou coerentemente os dados na tabela associando a tabela ao gráfico. Isto sinaliza que ele pode ter compreendido corretamente a transição entre as representações.

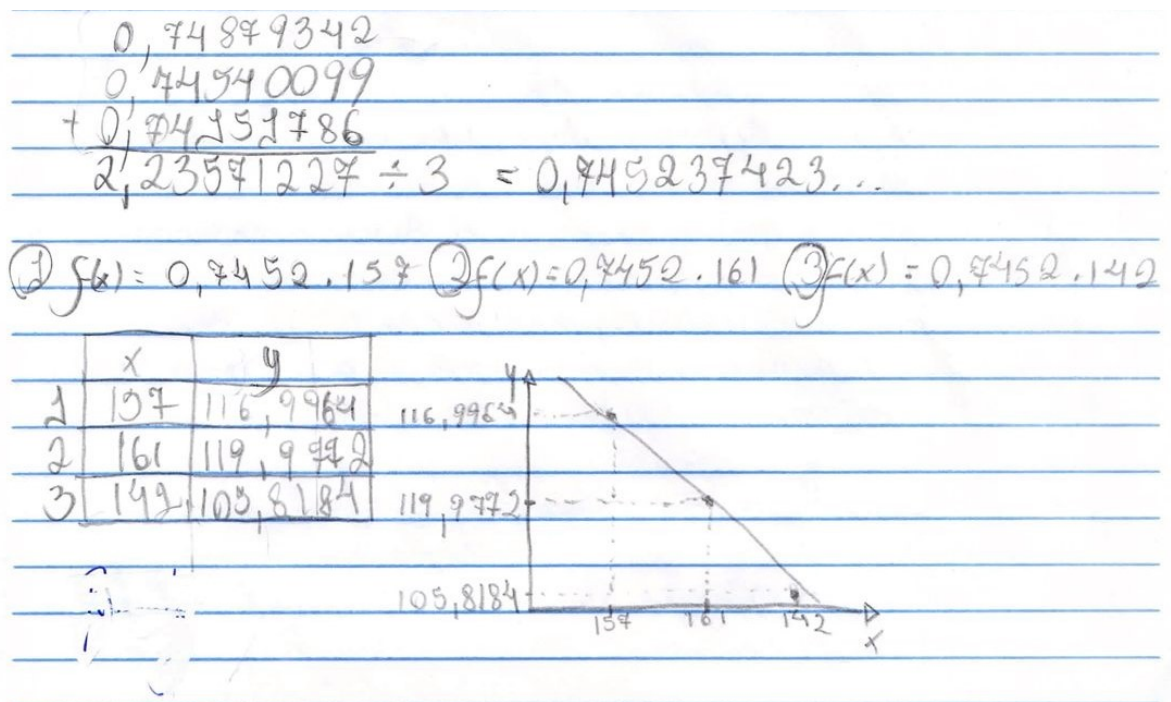
O aluno F (atividade anexo C6) representou os dados corretamente na tabela (apesar de estarem em ordem decrescente), e construiu o gráfico também condizente com a tabela. Na sua representação do domínio e da imagem da função, ele limitou o domínio e a imagem apenas aos extremos dos valores que ele obteve; neste caso, aponta para a falta de consolidação do pensamento de generalização que a função proporciona, ou seja, ele limitou a função apenas aos valores que foram obtidos previamente. Desse modo, excluindo as possíveis previsões

decorrentes do estudo correto das funções, ou até mesmo a compreensão de dados anteriores.

O aluno G (atividade anexo C7) representou corretamente o domínio e a imagem da função solicitada; ele também representou de forma correta os dados que originaram no gráfico. Um pequeno deslize de escala fez com que o gráfico ficasse com um desnível, o que não consideramos falta de compreensão dos conceitos, pois ele mostrou compreender corretamente o conceito de função.

O aluno H (atividade anexo C8) confundiu os dados na tabela e também na transposição dos mesmos para o gráfico; mas ele fez sua própria lei de formação e lidou com ela. Ele, na construção do gráfico, inverteu o sentido de crescimento no eixo vertical fazendo com que o gráfico gerasse uma curva decrescente, o que no contexto representaria quanto mais luz se consome, menor o valor pago.

Figura 7 – Gráfico do aluno da função do aluno H



Fonte: Imagem própria

Este aluno exigiu uma intervenção mais de perto após a entrega das atividades para correção de alguns conceitos falhos; por isso, procuramos reconstruir corretamente as representações matemáticas com ele. Ele acabou tendo dificuldades de aprovação no final do ano letivo, não apenas na disciplina que

somos responsáveis, mas em outras disciplinas. A intervenção à parte, teve pequenos frutos, pois tivemos a impressão de que ele desenvolveu alguns conceitos essenciais.

Gostaríamos de ter tempo para intervir mais intensamente com ele, mas como já estávamos no final do período letivo, não foi possível intervir como desejávamos. Por fim, ele acabou sendo aprovado para o ano seguinte, pela própria escola, mas notamos que ainda falta a ele o desenvolvimento de muitos conceitos.

E, por fim, o aluno I (atividade anexo C9) representou corretamente os dados na tabela e os transferiu para o gráfico, associando corretamente esses dois tipos de conceitos. Quando ele indicou o domínio e a imagem da função, ele limitou apenas aos intervalos obtidos na álgebra por ele, sinalizando também a possível falta de generalização do conceito de função.

Ao final das observações sobre as atividades, comentamos sobre elas separadamente com cada aluno, para corrigirmos as divergências conceituais que eles apresentaram nas atividades. Em alguns casos, percebemos que os deslizes cometidos foram apenas falta de atenção e descuido. Em outros casos, intervimos para ajustar o que os alunos entendiam dos conceitos.

De um modo geral, acreditamos que as atividades desenvolvidas com os alunos tiveram um resultado positivo, pois conseguimos observar desenvolvimento nos alunos, não apenas relacionado aos conceitos de Matemática, mas também nos conceitos de Física. E notamos um desenvolvimento social e ambiental nos alunos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa desenvolveu-se como esperávamos, de acordo com a Pesquisa-ação, sem etapas fixas, pois retornávamos em diversas fases da pesquisa durante seu desenvolvimento; em alguns casos, para melhorar o suporte teórico, em outros casos para não perdermos o foco sobre o que estávamos realizando no momento.

Sobre o trabalho final gerar impacto no meio em escalas menores, conseguimos apenas desenvolver nos alunos a consciência de não gastar muita energia em suas residências. E também que nossas Ações afetam o ambiente. Cremos que isto fez com que os alunos desenvolvessem uma visão melhor de como o mundo é afetado pelos seres humanos, e assim, cresceram um pouco como cidadãos.

Infelizmente, por estarmos no final do ano letivo, com muitas provas e testes, e ainda os alunos estavam sobrecarregados com cursinhos e também com o PISM – UFJF (Processo Ingresso Seletivo Misto – Universidade Federal de Juiz de Fora), o vestibular da universidade próxima, em que o aluno realiza exames no final de cada ano letivo do Ensino Médio. Ficamos com pouco tempo para desenvolvermos as atividades que desejávamos concluir, como as atividades de impacto social, como desejávamos.

Em razão destas complicações, não conseguimos realizar nenhuma das atividades finais, como os cartazes. Não conseguimos estender o que obtivemos com as Atividades e, desse modo, não levando para o meio no qual a escola está inserida as conclusões que nós e os alunos conseguimos com a pesquisa,.

Mas consideramos que como os alunos compõem o meio em que vivem, o desenvolvimento da consciência, tanto ambiental, quanto da Matemática e da Física presentes no cotidiano dos alunos, pode ser entendida como uma intervenção direta ao meio. Mesmo este não sendo o objetivo principal que queríamos, como intervenção (modificação do meio requisitada pela Pesquisa-ação), cremos que conseguimos, sim, modificar o meio com alunos.

Acreditamos também que conseguimos criar um meio na sala de aula de interações sociais, o que favoreceu a aprendizagem utilizando Ações que podem ser

descritas como Atividades humanas sofisticadas, pois a princípio não é associado à aprendizagem da Matemática. Em especial ao conceito de Função, com o estudo da composição de uma conta de luz e a associação desta composição à geração de energia.

Vimos os alunos dedicarem-se às atividades, sendo atuantes em seu próprio processo de aprendizagem, utilizando das interações entre eles e, em certos casos, do próprio conhecimento que cada um já possuía, como no caso de uma aluno que tem um sítio e tinha um pequeno gerador de energia movido à energia das águas. Deste modo, observamos na prática o que encontramos na teoria (VIGOTSKY, 2006) e (LEONTIEV, 1959), com os alunos integrando o meio e prestando suas contribuições com o que sabiam para o desenvolvimento das Atividades.

Confirmamos a premissa de Vigotsky (2006) de que os alunos não são apenas cascas vazias e incompletas, que devemos preencher com o conhecimento pré-determinado. Eles já carregavam com eles conhecimento adquirido de suas experiências e vivências fora dos muros da escola, que em muitos casos ignoramos durante as aulas na escola.

Os alunos se sentiram mais motivados por serem agentes ativos do processo e não apenas meros receptores. Acreditamos que eles se sentiram incluídos no processo de ensino e aprendizagem e desenvolveram sentido para o que estudavam.

Notamos que os alunos fizeram uma conexão com a vida cotidiana deles e o que é ensinado na escola; assim, eles aparentavam ter maior motivação para aprender, focados não apenas para um vestibular, mas sim para completarem sua formação como cidadãos, mais ativos e integrados ao meio social que eles compõem.

Consideramos positivas as intervenções realizadas na turma, pois os alunos participaram ativamente do processo, procuraram interagir durante todas as fases do processo e pelo que os próprios alunos comentaram conosco, observamos seu interesse e sua vontade em aprender mais sobre o assunto. Alguns alunos pesquisaram além das atividades que propusemos, para apresentar para a turma um trabalho mais completo, o que é mais um ponto positivo, pois demonstra a dedicação ao estudo.

Como pontos negativos, destacamos que muitas vezes, pelo excesso de trabalhos escolares e uma grande carga de estudos imposta sobre os alunos, em diversas situações observamos os alunos exaustos e, muitas vezes, poucos dispostos a aprender. E vale lembrar também que, em razão de cumprimento de programa, os alunos e o professor deveriam comparecer na escola no contra turno para a realização das atividades, pois não havia abertura de alteração no cumprimento do programa, focado apenas na aprovação para o vestibular.

Outro ponto a se destacar, contudo não podemos considerá-lo como negativo, mas sim afastado de nossos objetivos iniciais, foi o fato dos alunos focarem muito nos impactos ambientais das usinas. Mesmo este não sendo o foco inicial da pesquisa, acreditamos que funcionou como motivador para alguns alunos, e aos poucos fomos moldando as atividades para encaixá-las neste tópico.

Acreditamos que a existência de um parque de preservação ambiental na cidade, aliado à quantidade muito extensa de áreas verdes e de preservação ambiental do município, já desenvolve, implicitamente, este senso de preservação ambiental. Mas esta é uma discussão para outro estudo; portanto, citamos esta preocupação com o ambiente como algo que, se não observado com cautela, pode comprometer os objetivos principais da pesquisa.

Estes focos no meio ambiente em razão de como as crianças crescem, podem também ilustrar o que adotamos como teoria norteadora, pois os alunos foram influenciados pelo meio em que cresceram e vivem, mas isto é discussão para outro momento.

Como estávamos apoiados na Teoria da Atividade (LEONTIEV, 1959), procuramos apresentar também o lado social das ações humanas e como as atividades oriundas do pensamento humano diferem-nos dos demais seres que ocupam o planeta conosco. Os alunos ficaram interessados em conhecer o papel do homem junto aos demais seres do planeta e como afetamos o nosso mundo.

Um questionamento foi levantado sobre o ser humano fazer parte ou não do ecossistema, pois ele não é predador ativo de nenhum animal e nem é presa essencial para outros; também não é propagador específico de determinada espécie, nem consumidor de nenhuma planta específica. Em resumo, em função de sua



racionalidade, o ser humano despreendeu-se do ecossistema e transcendeu os limites da animalidade.

Voltando ao foco sobre os impactos da pesquisa na sala de aula, vimos os alunos mais focados e interessados de acordo com nossa perspectiva, pois ao modificarmos o método de ensinar, inserimos os alunos como agentes ativos do processo e não apenas agentes passivos.

A mudança do método, além de modificar a dinâmica da sala de aula, modificou também o modo de encarar a busca por conhecimento dos alunos. Os alunos, durante as atividades da pesquisa, foram aprendendo como obter informações, enquanto colocávamos desafios para que eles pesquisassem com os trabalhos ou mesmo para observar como os colegas expunham um assunto.

Acreditamos que os alunos evoluíram como estudantes e desenvolveram habilidades para conseguir obter informações e aprender com elas, autonomamente. Tudo o que abordamos neste capítulo foi buscar atender à nossa questão de investigação, e agora abordaremos o que respondemos, diretamente. Remetendo à nossa questão de investigação que é:

*Quais resultados podemos obter, ao aplicar a Interdisciplinaridade associada à Teoria da Atividade e a Pesquisa-ação, abordando um problema do cotidiano dos alunos e seu entorno, para que eles aprendam conceitos de funções e energia?*

Acreditamos que ao aplicar as teorias da pesquisa na prática, conseguimos obter resultados positivos na relação de interesse e aprendizagem dos alunos, pois eles se sentiram participantes ativos no processo de ensino e aprendizagem. E que, fazendo isso, puderam fixar melhor os conceitos que tratamos; gerando, assim, sentido para aprender a Matemática e também a Física.

Deste modo, acreditamos que os alunos passaram de apenas espectadores de um sistema social, que depende da Matemática, para cidadãos que têm a noção de como as coisas são estruturadas e assim contribuirão para a sociedade e também para o desenvolvimento pessoal de cada um. Assim percebemos que nossas teorias baseadas em Leontiev (1959) e Thiollent (1994), surtiram efeitos na aprendizagem e no cotidiano dos alunos e da escola.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)(PCNEM):** Parte III: Ciências da Natureza: Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.
- D'AMBROSIO, U. **A Educação Matemática como Disciplina.** In Revista Brasileira de Educação. n. 27, p. 71-73, set/dez. 2004.
- D'AMBROSIO, U. **Transdisciplinaridade.** 2ª ed. São Paulo. Palas Athena. 1997.
- DUARTE, N. **A Teoria da Atividade como uma Abordagem para a Pesquisa em Educação.** In Perspectiva. v. 20, n. 02, p. 279-301, jul./dez. 2002.
- ESCHER, M. A. **Educação Matemática e Qualidade de Vida: A prática da Cidadania na Escola.** 1998. 131 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- FERREIRA, A. L. A. **Processos Cognitivos na Diferenciação e Aplicabilidade dos Conceitos de Equação e função na Físico-Química.** 2010. 98 f. Tese (Doutorado em Informática da Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- FIREMAN, E. C. & SANTOS, J. R. G. dos. **O Ensino de Matemática e de Física Integrado pela Modelagem Computacional.** Belo Horizonte. UFMG, ENEM, 2007.
- GIORDANI, E. M. **Relações Interdisciplinares na Pedagogia: Piaget e Montessori.** In.: Educação. versão *online*, v. 15, n. 1. 2000. Disponível em: <<http://coralx.ufsm.br/revce/revce/2000/01/a10.htm>>, acesso em 09/11/2015
- JUNIOR, J. C. de C. **Física e Matemática – Uma Abordagem Construcionista: ensino e aprendizagem de cinemática e funções com auxílio do computador.** São Paulo. UNESP, EBRAPEM. 2008.
- LAVAQUI, V. & BATISTA, I. de L. **Interdisciplinaridade em Ensino de Ciências e de Matemática no Ensino Médio.** In Ciência & Educação. v. 13, n. 3, p 399-420, 2007.
- LEONTIEV, A. **O Desenvolvimento do Psiquismo.** São Paulo: Morales LTDA, s/a. Título original: Le développement Du psychisme, em 1959.
- LUDKE, M. & ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas.** São Paulo. EPU, 1986.
- MARTINS, D. A. N. **Tratamento Interdisciplinar e Inter-relações entre Matemática e Física: Potencialidades e Limites da Implementação dessa Perspectiva.** Dissertação (Mestrado em Educação). São Paulo. PUC-SP. 2005.
- MESSIAS, A. L. dos S. **O Uso de Funções em Física e no Cotidiano.** Projeto Teia do Saber – Programa de Formação Continuada de Professores Secretaria de Estado da Educação, SP. 2006

MIORIM, M. A. **Introdução à história da educação matemática**. São Paulo: Atual, 1998.

OLIVEIRA, M. C. A., LEME DA SILVA, M. C., VALENTE, W (orgs). **O Movimento da Matemática Moderna: sua difusão e institucionalização**. In O Movimento da Matemática Moderna – história de uma revolução curricular. Juiz de Fora: Editora da UFJF, 2011.

SANTOS, D. dos. **Modelagem Matemática e Resolução de Problemas no Ensino Interdisciplinar de Matemática e Física**. 2014. 56 f. Monografia (Licenciado em Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

SILVA, C. P. **Grandezas Funções e Escalas: Uma Relação Entre a Física e a Matemática**. 2013. 104 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília. Brasília.

SOUZA, A. C. C. de; LINARDI, P. R. & BALDINO, R. R. **Pesquisa-ação Diferencial**. In.: Zetetiké. v. 10, n. 17/18 jan/dez, p. 9-42, 2002.

SOUZA, E. S. R. de; LIMA, C. F. & CORDEIRO, M. J. **Interdisciplinaridade por Meio da Modelagem Matemática: Uma Atividade Envolvendo Matemática e Física**. Artigo. (Disciplina Modelagem Matemática do Curso de Especialização em Educação Matemática). Universidade Federal da Paraíba. Paraíba. 2009.

SOUZA, E. V. de. **Objetos de Aprendizagem no Ensino de Matemática e Física: Uma Proposta Interdisciplinar**. 2010a. 218 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica. São Paulo.

SOUZA, E. de F. M. de. **Interdisciplinaridade**. In.: Vértices. ano 5. n. 13, p. 135-141, 2003.

SOUZA, M. do C. **Projeto Observatório da Educação: Contribuições Para a Formação de Professores que Ensinam Matemática**. Salvador, BA. ENEM. Julho, 2010b.

SOUZA, R. S. de; CATARINO, G. F. de C. & FREITAS, A. V. **Interdisciplinaridade Matemática e Física O Papel do Professor destas Disciplinas na Rede de Ensino Estadual**. Encontro de Pesquisas em Ensino de Ciências e Matemática: Questões Atuais. 2013

TELES, N. C. G. **Licenciaturas Duplas em Ciências: Desafios da Formação Docente em uma Universidade Amazônica**. In.: Metáfora Educacional. (ISSN 1809-2705) – versão *on-line*, n. 13 (jul. – dez. 2012), Feira de Santana – BA (Brasil), dez./2012. p. 52-74. Disponível em: <<http://www.valdeci.bio.br/revista.html>> acesso em: 14 de julho de 2015.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 6 ed. São Paulo: Cortez, 1994.

VIGOTSKY, L. S; LURIA, A. R; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. 10 ed. São Paulo: Icone, 2006.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

## ANEXOS

## Aula 1

Assunto: Exposição do tema da Pesquisa

Duração: até 50 min.

<b>OBJETIVOS</b>
<p><b>GERAL</b> Expor como se desenvolverá o trabalho da pesquisa.</p>
<p><b>ESPECÍFICOS</b> Expor a problemática que vai dar origem aos trabalhos na sala de aula; Explicar alguns termos essenciais para o desenvolvimento das atividades; Observar o feedback da turma em relação a problemática das atividades.</p>
<b>CONTEÚDO DA AULA</b>
<p><b>Introdução</b> Nesta etapa pretende-se apresentar aos alunos o tema proposto e como será o desenvolvimento das atividades.</p> <p><b>Desenvolvimento</b> Iniciar com a apresentação do tema a ser estudado, bem como a problemática que levou ao estudo do tema e a recepção da opinião da turma sobre o tema e a problemática.</p> <p><b>Conclusão da análise do assunto</b> A conclusão da aula será feita após definidas as direções que serão seguidas, e a observação de como os alunos receberam o tema.</p>
<b>METODOLOGIA DE ENSINO</b>
Exposição oral. Apresentação de slides. Roda de discussão.
<b>AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM</b>
Por meio do feedback recebido da turma, e a aceitação da pesquisa e a visão de como ela pode auxiliar na problemática.
<b>RECURSOS NECESSÁRIOS</b>
Data-show.
<b>REFERÊNCIAS</b>
<p>THIOLLENT, Michel. <b>Metodologia da Pesquisa-ação</b>. 6 ed. São Paulo: Cortez, 1994. by Michel Thiollent, 1947.</p> <p>VIGOTSKII, L. S; LURIA, A. R; LEONTIEV, A. N. <b>Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem</b>. 10 ed. São Paulo: Icone, 2006.</p>

## Aula 2

Assunto: Energia

Duração: até 100 min.

<b>OBJETIVOS</b>
<p><b>GERAL</b> Explicar o conceito de energia.</p>
<p><b>ESPECÍFICOS</b> Mostrar os processos de geração de energia de alguns tipos de recursos; Explicar como funciona o processo de transmissão da energia; Mostrar como a geração de energia está relacionada diretamente ao grau de desenvolvimento de um país.</p>
<b>CONTEÚDO DA AULA</b>
<p><b>Introdução</b> Nesta etapa pretende-se apresentar aos alunos o conceito do que é energia.</p> <p><b>Desenvolvimento</b> Expor aos alunos vários tipos de energias, que podem ser renovadas quase que infinitamente. Mostrar também como é transmitida cada tipo de energia. E por fim, apresentar aos alunos como a geração de energia é importante para a autonomia de uma nação.</p> <p><b>Conclusão da análise do assunto</b> A conclusão da aula será ao término da discussão sobre os tipos de energia e sua transmissão, e a definição de duplas para realizarem uma pesquisa sobre determinado tipo de energia.</p>
<b>METODOLOGIA DE ENSINO</b>
Exposição oral. Apresentação de slides. Roda de discussão.
<b>AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM</b>
Pelo feedback recebido pela turma, e observação dos alunos durante as aulas.
<b>RECURSOS NECESSÁRIOS</b>
Data-show.
<b>REFERÊNCIAS</b>
<p>LUIZ, Antonio Maximo Ribeiro; ALVARES, Beatriz Alvarenga. <b>Física</b>: volume único. São Paulo: Scipione, 1997. 670p.</p> <p>PAZ, Maria Regina de Almeida. MARIANO, Wilson de Melo. <b>Apostila de Física</b>: 2 ano. Belo Horizonte: Educacional, 2015. vol. 1.</p>

## Aula 3

Assunto: Apresentação dos trabalhos e matriz energética do Brasil

Duração: até 100 min.

<b>OBJETIVOS</b>
<p><b>GERAL</b> Mediar a apresentação das pesquisas dos alunos e expor a matriz energética do Brasil.</p>
<p><b>ESPECÍFICOS</b> Assistir e avaliar a apresentação dos trabalhos dos alunos; Fazer ponderações quando necessárias nas apresentações para direcionar corretamente o foco dos alunos; Mostrar a matriz energética brasileira comentando sobre ela.</p>
<b>CONTEÚDO DA AULA</b>
<p><b>Introdução</b> Nesta etapa iniciam-se as apresentações dos alunos.</p> <p><b>Desenvolvimento</b> Os alunos apresentam seus trabalhos com a intervenção, se necessária, do professor.</p> <p><b>Conclusão da análise do assunto</b> O Professor comenta no geral sobre os trabalhos e insere sua própria pesquisa sobre a matriz energética no país.</p>
<b>METODOLOGIA DE ENSINO</b>
<p>Por meio das pesquisas realizadas pelos alunos. Apresentação de slides. Roda de discussão.</p>
<b>AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM</b>
<p>Observação das apresentações dos alunos, como eles desenvolveram o tema, como se portaram durante a apresentação e o conteúdo das apresentações.</p>
<b>RECURSOS NECESSÁRIOS</b>
<p>Data-show.</p>
<b>REFERÊNCIAS</b>
<p>LUIZ, Antonio Maximo Ribeiro; ALVARES, Beatriz Alvarenga. <b>Física</b>: volume único. São Paulo: Scipione, 1997. 670p.</p> <p>PAZ, Maria Regina de Almeida. MARIANO, Wilson de Melo. <b>Apostila de Física</b>: 2 ano. Belo Horizonte: Educacional, 2015. vol. 1.</p>

## Aula 4

Assunto: Impactos sociais e ambientais dos tipos de usinas mais utilizadas no país.  
Duração: até 100 min.

<b>OBJETIVOS</b>
<p><b>GERAL</b> Apresentar os impactos sociais e ambientais das usinas mais utilizadas no Brasil. E desenvolver um questionário englobando estes temas para a visita a PCH.</p>
<p><b>ESPECÍFICOS</b> Abordar os impactos sociais e ambientais de Termoelétricas e Hidrelétricas; Entender as unidades de medidas de energia, e como elas são utilizadas nas contas de luz; Elaborar um questionário para ser aplicado aos profissionais responsáveis pela usina.</p>
<b>CONTEÚDO DA AULA</b>
<p><b>Introdução</b> Retomar a discussão da aula anterior sobre a utilização das Termoelétricas como opção.</p> <p><b>Desenvolvimento</b> Apresentar os prós e contras das Termoelétricas e das Hidrelétricas. Mostrar aos alunos as unidades de medida utilizadas em eletricidade e como elas se associam com as contas de luz. Desenvolver junto com os alunos um questionário para ser aplicado aos profissionais responsáveis pela PCH que visitaremos.</p> <p><b>Conclusão da análise do assunto</b> Fechamento do assunto e conclusão das orientações necessárias para a visita a usina.</p>
<b>METODOLOGIA DE ENSINO</b>
Exposição oral. Apresentação de slides. Roda de discussão.
<b>AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM</b>
Pelo feedback recebido pela turma, e observação dos alunos durante as aulas.
<b>RECURSOS NECESSÁRIOS</b>
Data-show.
<b>REFERÊNCIAS</b>
<p>LUIZ, Antonio Maximo Ribeiro; ALVARES, Beatriz Alvarenga. <b>Física</b>: volume único. São Paulo: Scipione, 1997. 670p.</p> <p>PAZ, Maria Regina de Almeida. MARIANO, Wilson de Melo. <b>Apostila de Física</b>: 3 ano. Belo Horizonte: Educacional, 2015. vol. 1.</p>

## Aula 5

Assunto: Estudar as contas de luz.

Duração: até 100 min.

<b>OBJETIVOS</b>
<p><b>GERAL</b> Estudar como é constituído o valor cobrado por KWh da conta de luz, e como a Matemática está presente neste valor.</p>
<p><b>ESPECÍFICOS</b> Receber o feedback da turma após a visita a PCH; Entender como é composto o preço do KWh nas contas de luz; Como a Matemática nos ajuda a entender nosso mundo, em especial as contas de luz.</p>
<b>CONTEÚDO DA AULA</b>
<p><b>Introdução</b> Receber os alunos após a visita a PCH e o que eles têm a dizer sobre a visita.</p> <p><b>Desenvolvimento</b> Observar com os alunos as contas de luz e o preço do KWh, e compara os valores para cada conta. Apresentar aos alunos a constituição do preço do KWh, e como podemos usar os conhecimentos de Matemática para entender as contas de luz.</p> <p><b>Conclusão da análise do assunto</b> Fechamento do assunto e fazer uma ponte para o estudo das funções baseado no que foi observado nas contas de luz.</p>
<b>METODOLOGIA DE ENSINO</b>
Exposição oral. Roda de discussão.
<b>AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM</b>
Pelo feedback recebido pela turma, e observação dos alunos durante as aulas.
<b>RECURSOS NECESSÁRIOS</b>
Lousa e giz.
<b>REFERÊNCIAS</b>
<p>LUIZ, Antonio Maximo Ribeiro; ALVARES, Beatriz Alvarenga. <b>Física</b>: volume único. São Paulo: Scipione, 1997. 670p.</p> <p>PAZ, Maria Regina de Almeida. MARIANO, Wilson de Melo. <b>Apostila de Física</b>: 3 ano. Belo Horizonte: Educacional, 2015. vol. 1.</p> <p>DANTE, Luiz Roberto. <b>Matemática</b>: volume único: Ensino Médio. São Paulo: Ática, 2008. vol. 1, livro do professor. 768p.</p> <p>BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier. <b>Matemática Aula por Aula</b>: volume único: Ensino Médio. São Paulo: FTD, 2000. 671p.</p>



## Aulas 6 e 7

Assunto: Estudar o conceito de função.

Duração: até 100 min.

<b>OBJETIVOS</b>
<p><b>GERAL</b> Estudar o conceito de função.</p>
<p><b>ESPECÍFICOS</b> Apresentar o conceito de função, bem como sua definição formal; Associar o conceito de função com objetos do cotidiano, em especial às contas de luz; Debater como o conceito de função está presente no cotidiano e como ele está implícito em muitos lugares do nosso mundo.</p>
<b>CONTEÚDO DA AULA</b>
<p><b>Introdução</b> Apresentar aos alunos o que são funções com exemplos práticos.</p> <p><b>Desenvolvimento</b> Definir função formalmente para os alunos. Mostrar a eles a importância de uma definição matemática para que eles percebam a força de generalização que estes conceitos abstratos podem possuir. Usar desta generalização para perceber funções nas contas de luz.</p> <p><b>Conclusão da análise do assunto</b> Fechamento do assunto e fazer uma ponte para o estudo do domínio e imagem de funções.</p>
<b>METODOLOGIA DE ENSINO</b>
Exposição oral. Roda de discussão.
<b>AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM</b>
Pelo feedback recebido pela turma, observação dos alunos durante as aulas, e questionamentos direcionados verbalmente sobre o que foi dito.
<b>RECURSOS NECESSÁRIOS</b>
Data-show, lousa e giz.
<b>REFERÊNCIAS</b>
<p>DANTE, Luiz Roberto. <b>Matemática</b>: volume único: Ensino Médio. São Paulo: Ática, 2008. vol. 1, livro do professor. 768p.</p> <p>BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier. <b>Matemática Aula por Aula</b>: volume único: Ensino Médio. São Paulo: FTD, 2000. 671p.</p>

## Aula 8

Assunto: Domínio e Imagem de uma função.

Duração: até 50 min.

<b>OBJETIVOS</b>
<p><b>GERAL</b> Apresentar o que é domínio e o que é imagem de uma função.</p>
<p><b>ESPECÍFICOS</b> Aprender como determinar o domínio de uma função; Aprender o que é a imagem de uma função, e associá-la ao domínio, ou seja, entender a interdependência entre estes conceitos; Associar os conceitos de domínio e imagem de uma função aos objetos do dia a dia, em específico aos tópicos nas contas de luz.</p>
<b>CONTEÚDO DA AULA</b>
<p><b>Introdução</b> Retomar o raciocínio da aula anterior lembrando o que é uma função.</p> <p><b>Desenvolvimento</b> Definir o domínio e imagem de uma função formalmente para os alunos. Solicitar aos alunos que eles associem domínio e imagem a o que eles conhecem do seu cotidiano, e estender essa associação para as contas de luz.</p> <p><b>Conclusão da análise do assunto</b> Fechamento do assunto e fazer uma ponte para o estudo dos gráficos de funções.</p>
<b>METODOLOGIA DE ENSINO</b>
Exposição oral. Roda de discussão.
<b>AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM</b>
Pelo feedback recebido pela turma, observação dos alunos durante as aulas, e questionamentos direcionados verbalmente sobre o que foi dito.
<b>RECURSOS NECESSÁRIOS</b>
Data-show, lousa e giz.
<b>REFERÊNCIAS</b>
<p>DANTE, Luiz Roberto. <b>Matemática</b>: volume único: Ensino Médio. São Paulo: Ática, 2008. vol. 1, livro do professor. 768p.</p> <p>BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier. <b>Matemática Aula por Aula</b>: volume único: Ensino Médio. São Paulo: FTD, 2000. 671p.</p>

## Aulas 9 e 10

Assunto: Gráficos de uma função.

Duração: até 100 min.

<b>OBJETIVOS</b>
<p><b>GERAL</b> Interpretar e construir gráficos de funções.</p>
<p><b>ESPECÍFICOS</b> Aprender como interpretar os dados de uma função em uma tabela e em um gráfico; Aprender a construir tabelas com dados de funções e gráficos referentes a estas tabelas; Associar os conceitos de domínio e imagem de uma função ao gráfico da função e como eles podem ser aplicados para a interpretação de dados reais.</p>
<b>CONTEÚDO DA AULA</b>
<p><b>Introdução</b> Retomar o raciocínio da aula anterior, lembrando o domínio e imagem de uma função.</p> <p><b>Desenvolvimento</b> Definir o gráfico de uma função formalmente para os alunos. Solicitar aos alunos que eles associem o gráfico da função ao domínio e imagem e que eles possam indicar onde se encontra o domínio e a imagem no gráfico.</p> <p><b>Conclusão da análise do assunto</b> Fechamento das aulas teóricas amarrando os assuntos de conceito de função, gráfico, domínio e imagem.</p>
<b>METODOLOGIA DE ENSINO</b>
Exposição oral. Roda de discussão.
<b>AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM</b>
Pelo feedback recebido pela turma, observação dos alunos durante as aulas, e questionamentos direcionados verbalmente sobre o que foi dito.
<b>RECURSOS NECESSÁRIOS</b>
Data-show, lousa e giz.
<b>REFERÊNCIAS</b>
<p>DANTE, Luiz Roberto. <b>Matemática</b>: volume único: Ensino Médio. São Paulo: Ática, 2008. vol. 1, livro do professor. 768p.</p> <p>BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier. <b>Matemática Aula por Aula</b>: volume único: Ensino Médio. São Paulo: FTD, 2000. 671p.</p>

## Aula 11

Assunto: Encerramento das atividades e trabalho final.

Duração: até 50 min.

<b>OBJETIVOS</b>
<p><b>GERAL</b> Apresentar uma proposta de trabalho final envolvendo os conceitos aprendidos.</p>
<p><b>ESPECÍFICOS</b> Verificar o que foi aprendido pelos alunos durante a pesquisa; Direcionar a confecção do trabalho final; Encerrar a pesquisa junto com os alunos.</p>
<b>CONTEÚDO DA AULA</b>
<p><b>Introdução</b> Breve revisão dos conteúdos abordados sobre função, domínio e imagem e gráfico.</p> <p><b>Desenvolvimento</b> Fazer um apanhado dos dados do preço pro KWh nas contas de luz que os alunos trouxeram. De este apanhado desenvolver uma lei de formação que associe a quantidade de KWh gastos ao valor a ser pago. Utilizar da média aritmética para obter o valor médio por KWh cobrado nas contas de luz dos alunos.</p> <p><b>Conclusão da análise do assunto</b> Fechamento das atividades com a solicitação de entrega de um trabalho envolvendo a lei de formação obtida.</p>
<b>METODOLOGIA DE ENSINO</b>
Exposição oral. Roda de discussão.
<b>AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM</b>
Pela observação e correção do trabalho final entregue pelos alunos ao final das atividades.
<b>RECURSOS NECESSÁRIOS</b>
Lousa e giz.
<b>REFERÊNCIAS</b>
<p>DANTE, Luiz Roberto. <b>Matemática</b>: volume único: Ensino Médio. São Paulo: Ática, 2008. vol. 1, livro do professor. 768p.</p> <p>BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier. <b>Matemática Aula por Aula</b>: volume único: Ensino Médio. São Paulo: FTD, 2000. 671p.</p>

## Anexo B – Questionário aplicado na visita a PCH

- 1) O impacto ambiental da usina é/foi controlado?
- 2) Como vocês construíram, quanto demorou a construção, e qual foi o custo da construção?
- 3) Pra onde vai o lucro?
- 4) De onde veio a verba para a construção?
- 5) Quantas casas a usina pode abastecer?
- 6) Qual a área do reservatório?
- 7) Qual especialização para trabalhar em uma usina?
- 8) Carga horária de serviço?
- 9) Quem administra a usina?
- 10) De onde vinha a energia de Lima Duarte antes da construção?
- 11) Que energia abastece a cidade e a região?
- 12) De quem é a usina?
- 13) De quem eram as terras que a usina ocupa?
- 14) Qual a quantidade de energia produzida pela usina?
- 15) Para onde vai a energia produzida?
- 16) Se a usina vende a energia, por que ela a vende para Juiz de Fora e não abastece o município de Lima Duarte?
- 17) Qual o custo da produção da energia aqui produzida?
- 18) A construção da usina gerou impacto social?
- 19) Quando a usina foi construída havia um projeto de redução de impacto ambiental?
- 20) Quando a usina foi construída?
- 21) Quem pode aprovar a construção de uma usina?

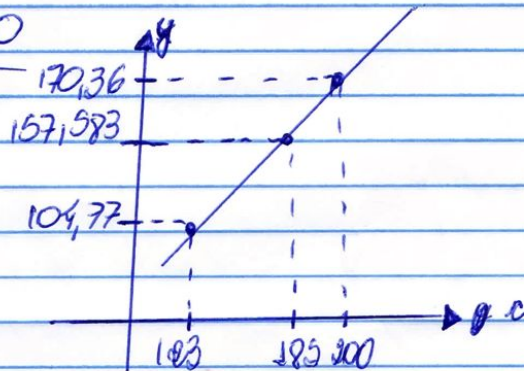
## Anexo C – Atividades Realizadas Pelos Alunos

## C1 – Atividade desenvolvida pelo aluno A

Função  $f(x) = 0,8518x$

x	y
123	104,77
200	170,36
185	157,583

GRAFICO



$$\text{Im}(f) = [-10, 170,36]$$



$$\text{D}(f) = (-\infty, 200]$$

Nome:

Professor:

Anderson Moura

C2 – Atividade Desenvolvida pelo aluno B

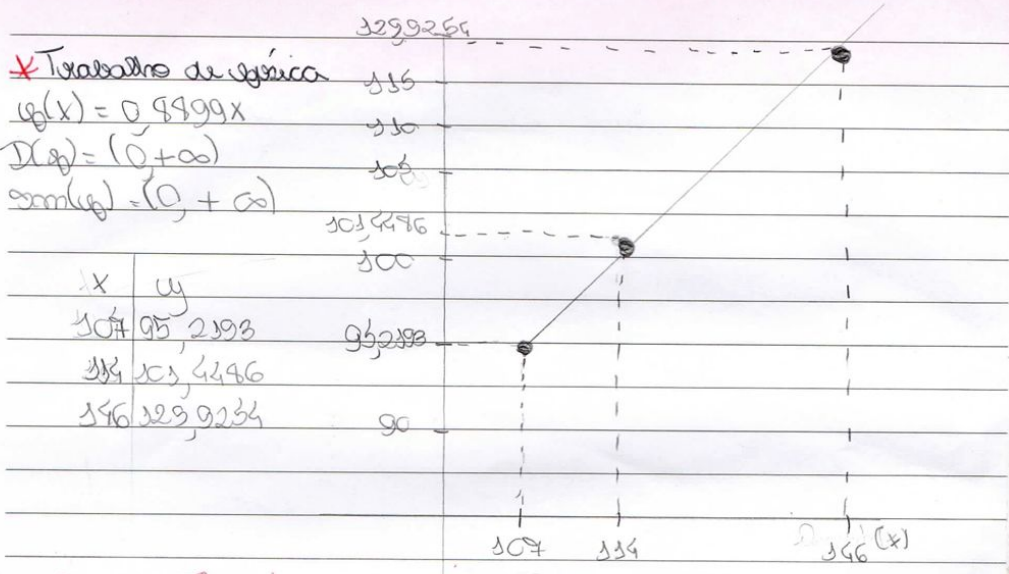
\* Trabalho de genérica

$q_f(x) = 0,8999x$

$D(q_f) = (0, + \infty)$


$q_{m}(q_f) = (0, + \infty)$

x	y
307	95,2393
334	103,4496
346	129,9234



© ABRIL COMUNICAÇÕES S.A



## C3 – Atividade desenvolvida pelo aluno C

$$f(x) = 0,8824x$$

x	y
260	229,424
276	243,5124
275	242,66

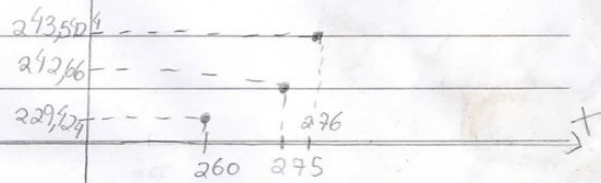
$$D(f) =$$

$$\sum_m(f) =$$

↑ y

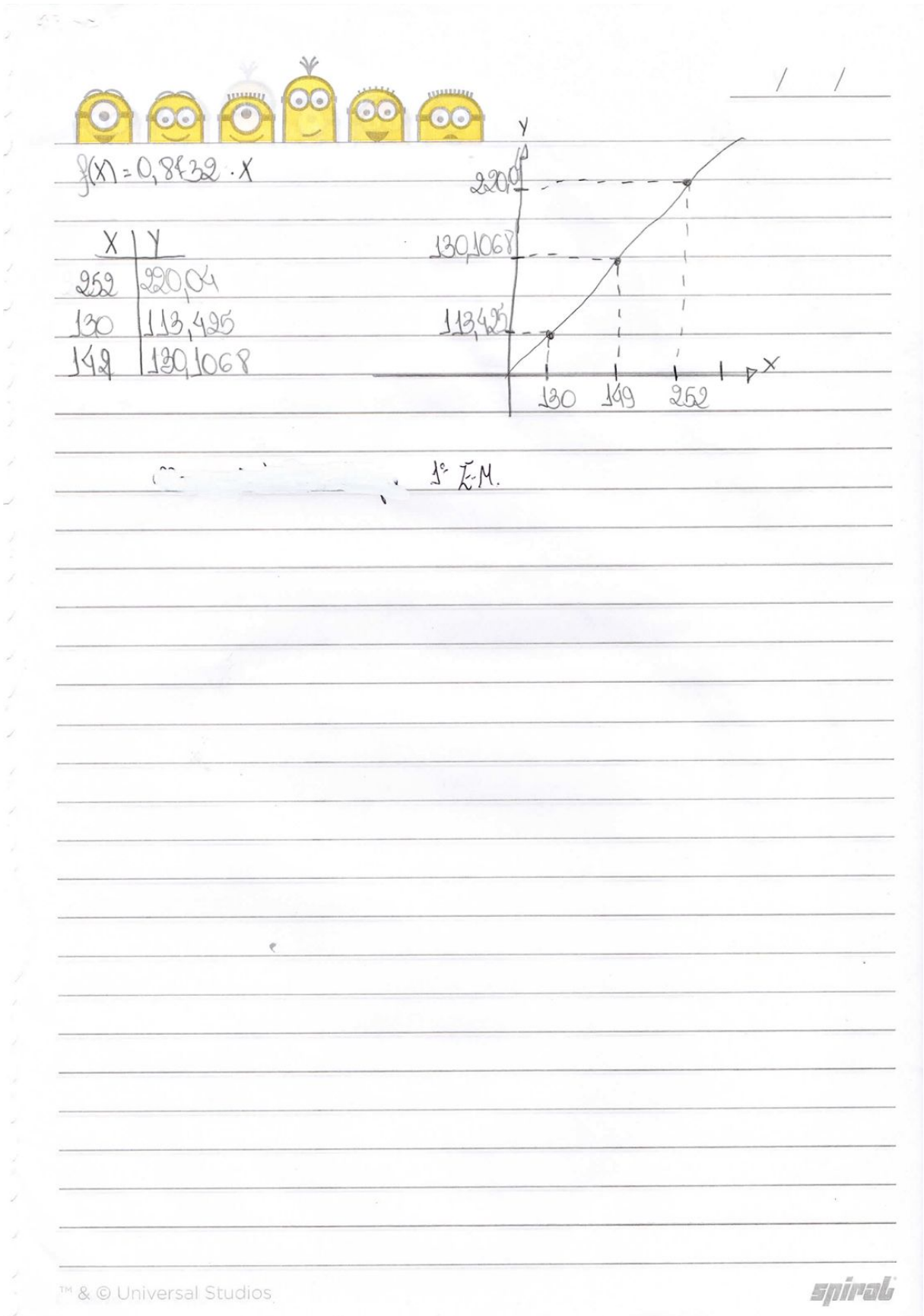
\*

1.<sup>o</sup> J.M.





## C4 – Atividade desenvolvida pelo aluno D

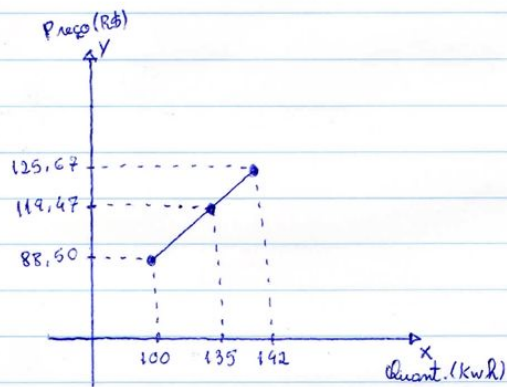


## C5 – Atividade desenvolvida pelo aluno E

Trabalho de Física

$$* f(x) = 0,8850x$$

x	y
100	88,50
135	119,47
142	125,67



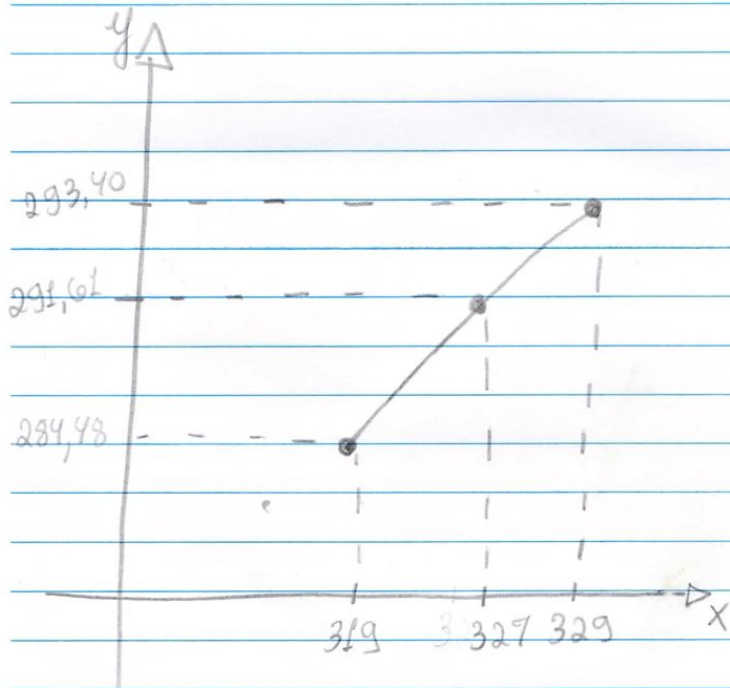
1º Amor

## C6 – Atividade desenvolvida pelo aluno F

Gráfico referente aos contos de luz

$$f(x) = x \cdot 0,8918$$

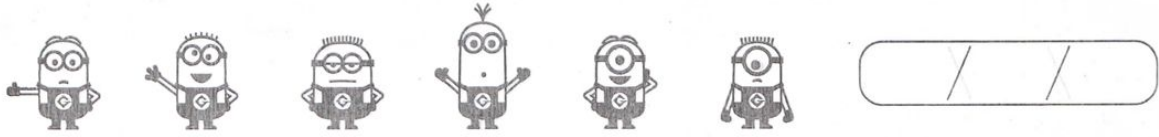
x	y	
329	293,40	$y = 329 \cdot 0,8918$
327	291,61	$y = 327 \cdot 0,8918$
319	284,48	$y = 319 \cdot 0,8918$



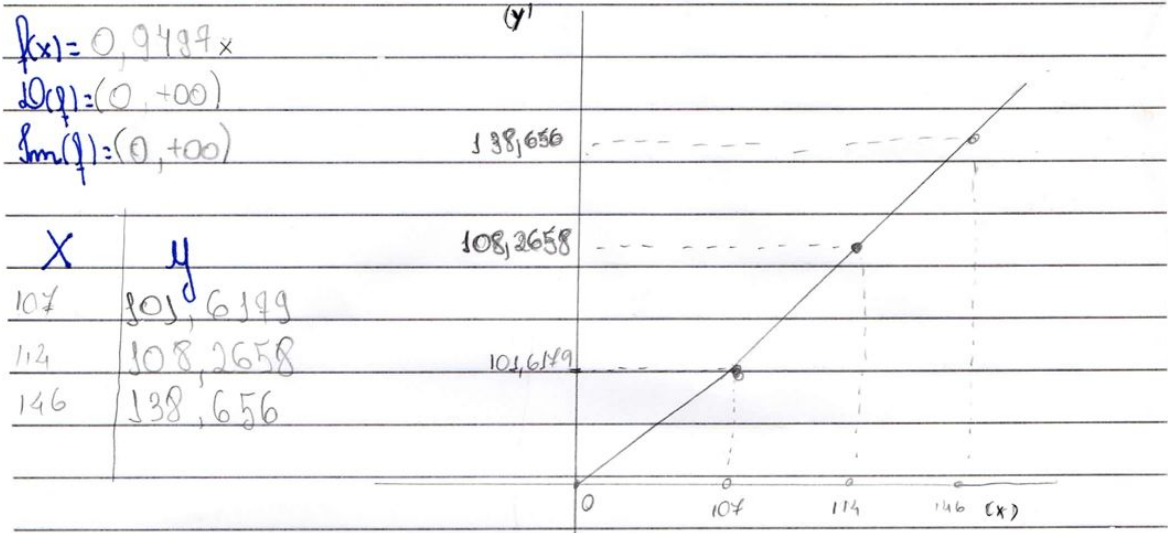
$$D(f) = [319, 329]$$

$$Im(f) = [284,48, 293,40]$$

C7 – Atividade desenvolvida pelo aluno G

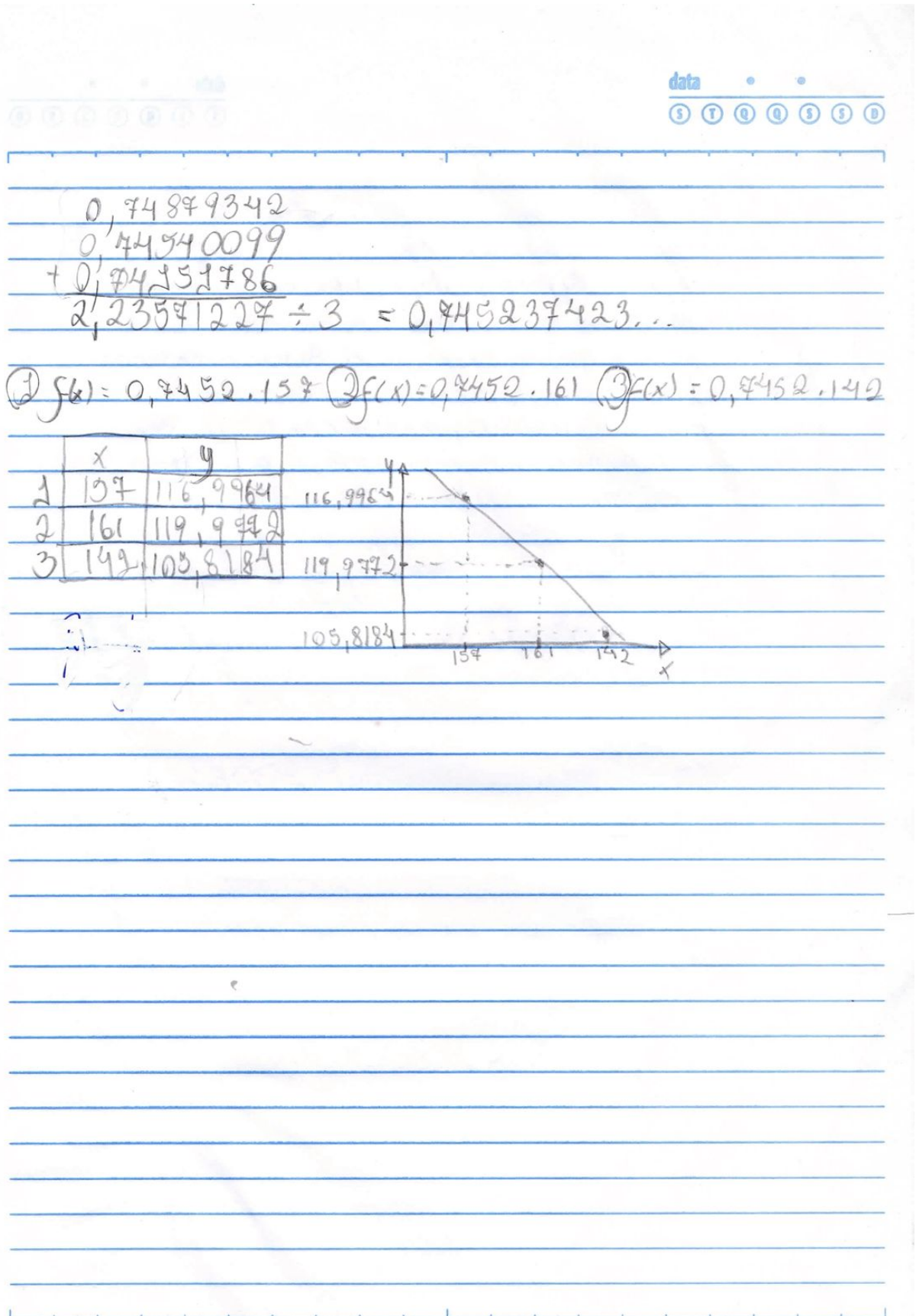


Trabalho de Física



1º Ano

## C8 – Atividade desenvolvida pelo aluno H

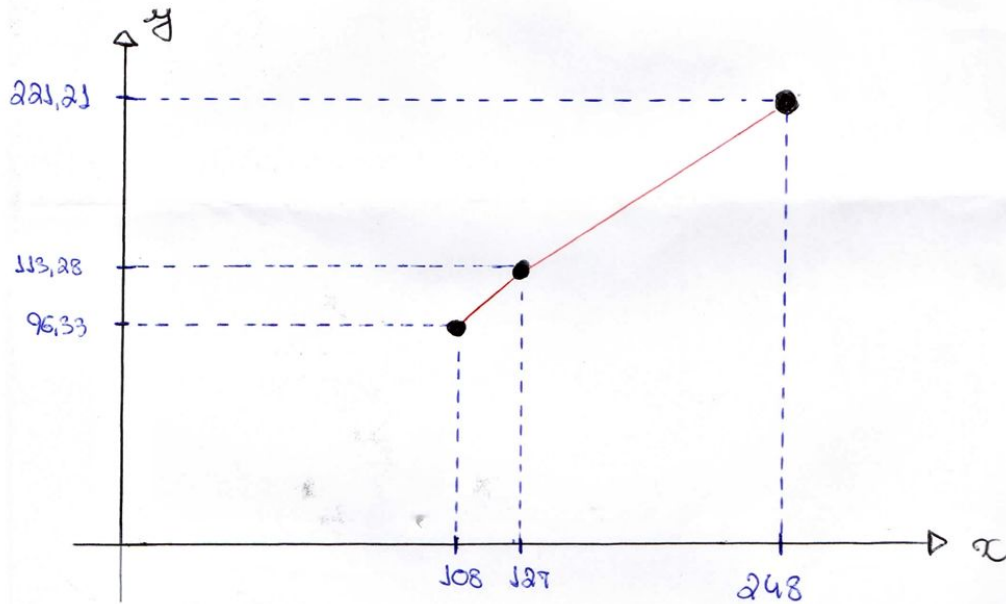


## C9 – Atividade desenvolvida pelo aluno I

Gráfico referente as contas de luz.

$$f(x) = x \cdot 0,8920$$

$x$	$y$	
248	221,21	$y = 248 \cdot 0,8920$
108	96,33	$y = 108 \cdot 0,8920$
127	113,28	$y = 127 \cdot 0,8920$



$$D(f) = [108, 248]$$

$$Im(f) = [96,33 ; 221,21]$$

## Anexo D – Caderno de Campo

Neste anexo apresentaremos uma descrição das aulas. Estaremos dividindo os dados de acordo com as aulas realizadas durante a pesquisa apresentadas no anexo A.

### Aula 1 – Apresentação do Tema da Pesquisa aos Alunos

Nesta aula abordamos com os alunos como seria desenvolvido todo o processo do desenvolvimento de nossa pesquisa, utilizando os moldes da Pesquisa-ação (THIOLLENT, 1947). Os alunos acataram o tema proposto que era o ensino dos conceitos de Função e Energia, junto com a ideia do entendimento e elaboração do possível problema abordado na escala micro-social do meio que foi o aumento das contas de luz.

Ao expormos sobre a visita a uma usina de geração de eletricidade alguns alunos nem conheciam a existência de uma usina desse tipo no município, acreditando que a visita seria em uma usina de triagem e compostagem de lixo também no município. Nós então falamos que há sim uma usina no município de Lima Duarte e situamos para eles sua localização.

Conversamos também com os alunos sobre a possibilidade de uma exposição dos resultados que por ventura poderíamos obter de nossas aulas e de que maneira poderíamos realizar isto. As ideias discutidas junto com os alunos foram a possível elaboração de cartazes para a exposição na escola e arredores, a elaboração de um artigo pra possível publicação em um jornal local e a gravação de um vídeo explicativo sobre o tema para ser postado no Youtube.

## Aula 2 – O que é Energia

A aula 2 foi focada no tema sobre o que é a energia, apresentamos para os alunos o que é a Energia e como ela está intimamente relacionada com o desenvolvimento da civilização e de um país. Neste momento abrimos um espaço para a discussão entre os alunos sobre como a energia é responsável por “medir” o desenvolvimento de uma nação.

Durante a discussão, os argumentos giraram em torno da auto-sustentabilidade do país de ser capaz de suprir a si mesmo, os alunos conseguiram perceber essa associação entendendo o patamar em uma escala menor, associando o país a uma casa familiar com a necessidade de se prover sozinha.

Mostramos aos alunos a necessidade de uma renovação das fontes de energia, como no Brasil a energia vinda das águas é quase infinita em seu processo de renovação, mas que em determinados lugares como em países que não possuem bacias hidrográficas fartas como o Brasil foi necessário desenvolver outros métodos que por vezes não são tão simples de se renovar.

Um aluno nesta aula abordou sobre o tema ambiental, ele disse: “na roça lá do meu pai tem um negocio que carrega uma bateria na cachoeira”. Ele também falou sobre a possível extinção de uma espécie de peixe local resultado da ação humana: “...lá na roça tinha um peixe que chamava pirapetinga, por isso o lugar chama isso, e hoje não é encontrado mais lá no rio.”

Ao perceberem isso os alunos questionaram o porquê de no Brasil não utilizar outro tipo, deixamos que eles debatessem novamente para tentar chegar a um consenso sobre o questionamento. A resposta obtida por eles foi de que provavelmente ficaria mais barato usar o que já temos no país do que inventar outros meios. Interferimos apenas para confirmar a afirmação deles.

Surgiu também o tema sobre as usinas nucleares, pois ainda estava fresco nas memórias dos alunos o acidente na usina de Fukushima no Japão. Ao falarmos da existência de duas usinas deste tipo no Brasil essa informação foi uma surpresa para uma grande parte dos alunos. E os alunos questionaram sobre o risco de usina nuclear e porque o Japão precisa utilizar elas, antes de abrimos o debate, falamos



rapidamente sobre como é uma usina nuclear (este é um tema que será alvo de estudo em aulas seguintes).

Por fim os alunos chegaram a conclusão de que a usina nuclear é perigosa no caso de algum desastre natural acontecer nas proximidades da usina, pois atualmente os processos de segurança nela são bem sofisticados.

Ao final desta aula solicitamos que os alunos se dividissem em duplas para realizarem trabalhos sobre cada tipo de energia, cada dupla pesquisaria sobre um tipo de energia totalizando cinco tipos de energias e conseqüentemente cinco duplas. Porém uma aluna apenas que se interessou pelo tema da energia fotovoltaica (energia solar), e ela quis pesquisar sozinha e a dupla que estava encarregada sobre energia eólica passou a ser um trio. Os tipos de energia a serem pesquisados foram:

- ✓ Hidrelétrica
- ✓ PCH
- ✓ Fotovoltaica
- ✓ Eólica
- ✓ Biomassa

As apresentações foram marcadas para o encontro seguinte, junto com uma apresentação sob nossa responsabilidade sobre como é a energia no Brasil.

### Aula 3 – Apresentações dos Alunos

Esta aula ficou reservada para as apresentações dos alunos como a mediação do professor. Todos os alunos apresentaram suas pesquisas utilizando apresentações de slides, as pesquisas feitas por eles consistiam em apresentar os processos de geração da energia, o processo de transmissão e os custos desses processos.

O trio que apresentou sobre energia eólica fez uma boa apresentação apresentando as características de geração da energia eólica, e com desenvolvimento médio por em maior parte da apresentação apenas ler sobre os slides.

Nós depois indagamos os alunos sobre o que eles assimilaram do tema, e eles responderam que é um meio importante de geração de energia, apesar de um pouco mais caro que a energia das águas. Ao serem questionados se a utilização desse tipo de energia é viável para um país como o Brasil, eles disseram que pode ser sim utilizada que o Brasil possui condições climáticas para isso, mas que por ela ser mais cara só em casos de emergências. De acordo com uma aluna da dupla: “Pode ser usada sim no Brasil, mas acho que não é usada por ser cara de mais”

A dupla que apresentou sobre as hidrelétricas também utilizou slides para apresentar sua pesquisa sobre o tema ficando mais na leitura dos slides também. A dupla focou também além do que foi pedido sobre o impacto que esse tipo de usina gera por criar uma grande área alagada causando assim um impacto ambiental grande.

A dupla de modo geral apresentou o que foi pedido e foi além ao falar do impacto ambiental, para a dupla o sentido de construir uma usina também levava em conta a localização, pois em razão da transmissão da energia, em um país tão extenso como o Brasil essa transmissão podia vir a ser um grande problema, pois há quilômetros e mais quilômetros de fios até o consumidor final.

Uma das dúvidas da dupla e da turma em geral, era sobre a perda de energia durante a transmissão, e neste momento nós interferimos e falamos sobre ambientes isolados (um conceito físico), e também indícios sobre altas tensões e

baixas tensões, e isso nos levou ao uso do transformador. Vamos descrever partes do dialogo aqui:

Professor: a energia é mantida graças ao conceito de ambientes isolados.

Aluno: como assim ambientes isolados?

Professor: um ambiente isolado é quando ele está totalmente protegido por interferências exteriores, como por exemplo, uma caixa de isopor. Ela é isolada termicamente e não deixa o calor interagir com seu interior, preservando assim o que está dentro dela.

Aluno: então com a energia elétrica é o mesmo durante a transmissão, só que em vez de calor é eletricidade?

Professor: sim.

Os alunos pareceram compreender bem como é o processo de conversão da energia para altas e baixas tensões e a função do transformador. Todas essas discussões foram feitas de forma qualitativa.

A apresentação seguinte foi a apresentação solo sobre energia fotovoltaica, a aluna utilizou também de slides e falou sobre os processos de transmissão e geração e mais especificamente sobre a área que as placas solares precisam ocupar para gerar muita energia. Ela parecia muito empolgada com o tema e ainda procurou informações sobre a utilização desse tipo de energia, citando uma universidade que ela não recordava ao certo qual, mas que estavam com um projeto de transformar o estacionamento em um parque de energia solar pra abastecer a própria universidade.

Os questionamentos da aluna sobre esse tema, que ela também apresentou para a turma, seriam mais direcionados sobre o porquê da não utilização deste tipo de energia, pois ela não tem custo adicional além das placas solares e o impacto ambiental é nulo. Alguns argumentos foram o de haver lugares onde a incidência de luz solar não era forte o bastante durante o ano.

Neste momento interferimos e fomos fazer um breve cálculo da dimensão que as placas solares deveriam ter, para abastecer apenas uma cidade do tamanho do município de Lima Duarte e vimos que seria algo muito exageradamente grande.

Assim os alunos chegaram a conclusão que este sistema é mais indicado como opção para as casas, e apenas em lugares onde há muita incidência de luz solar.

Comentamos também sobre a necessidade de haver outro meio de obter energia para que a residência que utiliza dessa energia não ficasse em necessidade em caso da falta de luz solar, que ocorre geralmente em algumas épocas do ano.

A próxima apresentação foi sobre o tema das PCH's, vale ressaltar que a usina que visitaremos será uma usina deste tipo, que é situada no município de Lima Duarte. A dupla que apresentou sobre este tópico não montou apresentação de slides, apenas um texto corrido que foi projetado e eles leram o que estava lá. Deste modo não parecia que a turma de modo geral compreendeu o que foi apresentado.

Em razão desta apresentação, procuramos inserir perguntas sobre o tema para a dupla e para a turma, para uma tentativa de fixação dos conceitos junto com uma discussão entre os alunos sobre o tema. Durante as discussões eles consultaram o texto feito pela dupla que estava bom, e completo assim os alunos puderam formar suas próprias ideias sobre o tema e compartilhá-las entre a turma.

Por fim eles conseguiram compreender associando as PCH's às hidrelétricas de grande porte, porém sem os impactos de uma represa enorme. Vale novamente ressaltar que a existência da PCH no município não era nem conhecida pelos alunos antes do início das nossas atividades.

A última dupla a apresentar foi a dupla que pesquisou sobre biomassa, eles também apresentaram utilizando slides e falaram o que foi pedido, e voltaram a atenção para o complemento do grande impacto ambiental que este tipo de geração causa por ser basicamente a queima de lixo. Eles comentaram também que por ser lixo o custo de produção é quase nulo, e assim é utilizado esse tipo de energia sem muito zelo pelo meio ambiente.

Os alunos defenderam que apesar da Biomassa ser barata, ela só deveria ser utilizada em como último recurso pelo seu grau de nocividade ao meio ambiente. Assim encerramos as apresentações dos alunos e demos início a nossa apresentação de como é distribuída a energia pelo Brasil.

Antes da nossa apresentação falamos sobre o que é gerar energia, e se ela é realmente gerada, esperávamos que algum aluno notasse esse processo, porém

coube a nós intervir para que eles chegassem a essa conclusão: que os seres humanos na verdade apenas utilizam os recursos que possuem para transformar em outros que são necessários para eles.

Nossa apresentação sobre a matriz energética do Brasil foi baseada em cada tipo de energia e qual parcela ela ocupa no país, vimos que a maior parte da energia vem das águas. Porém com o aumento do país tanto populacional como industrial foi necessário complementar essa energia com as usinas termoelétricas, que são a segunda opção do Brasil.

Muitos questionamentos surgiram sobre a utilização desse tipo de energia no país, porém o tempo da aula se esgotou, deixando essa discussão para o encontro seguinte.

## Aula 4 – Tipos de Usinas no Brasil

Neste encontro retomamos a discussão do encontro anterior e assim discutimos sobre o porquê de utilizar esse tipo de usina no país (a Biomassa), relacionando os recursos necessários e o que o país possui, chegando a conclusão de que este seria o mais adequado para o país com os menores danos ao ambiente e aos cidadãos.

Alguns questionamentos de até onde é aceitável impacto ambiental para economia de capital surgiram por parte de um aluno, mas em vez de responder a ele solicitamos que ele e a turma observassem o entorno e pensassem se a humanidade leva sempre em consideração o impacto no ambiente na busca pelo lucro. E assim os alunos formularam suas próprias conclusões sobre isso, debatendo entre eles com pouca intervenção (apenas para direcionamento) do professor.

Esta aula foi elaborada mais para atender aos anseios dos alunos, eles estavam com o foco bem direcionado para os impactos ambientais dos modelos de geração de energia. Nesta aula, apresentamos os impactos ambientais e também sociais que as usinas geram o impacto social também é importante de se ressaltar, pois está em harmonia com a Teoria da Atividade que é nossa teoria norteadora.

A primeira parte da aula transcorreu mais como uma apresentação dos impactos sociais e ambientais das usinas de um modo geral, e os alunos parecendo estar assimilando o que foi apresentado a eles. Ao final da aula falamos sobre os acidentes nas usinas nucleares como a usina de Fukushima e a de Chrenobyil.

Nesta mesma aula retornamos novamente ao assunto hidrelétricas a fim de sanar as dúvidas antes da visita a PCH, e também refrescar a memória dos alunos para a elaboração do questionário que seria aplicado na usina. Como os alunos já haviam discutido sobre o tema a aula transcorreu tranquilamente até falarmos sobre a medida da energia.

Como os alunos já estavam estudando energia durante as aulas regulares de física eles entendiam a energia como o joule, e ao falarmos de watts alguns notaram a diferença (como esperado). Neste momento começamos a falar sobre a corrente

elétrica, e os físicos que desenvolveram essas teorias mostrando a diferença entre a energia elétrica e a energia mecânica.

Explicamos a corrente elétrica de maneira intuitiva como uma corrente de água em um cano, essa analogia conseguiu que os alunos formassem opiniões do tipo “a corrente elétrica é uma corrente que nem a de água, mas com elétrons”. O que de certo modo atende nossas necessidades e por fim falamos da potencia elétrica de watts associando as temperaturas do chuveiro.

Junto com os alunos, ao final da aula iniciamos a elaboração de um questionário a ser aplicado na PCH, o questionário está exposto no anexo B. A principio começamos anotando o que os alunos queriam questionar de maneira direta, para observar o que eles mais estavam inclinados a observar, e como já esperávamos era sobre os impactos ambientais. Com nossa intervenção solicitando a inserção também dos temas sobre Física eles inseriram o que eles desejavam saber sobre o assunto.

Assim concluímos as aulas antes da visita a PCH, a próxima etapa será sobre as aulas que se seguem a visita a usina. A visita a usina transcorreu de maneira natural, e ainda havíamos convidados as outras 2 turmas do Ensino Médio para a visita. Os alunos de um modo geral apreciaram a visita, pois comentaram conosco que foi muito proveitoso. O questionário foi aplicado ao operador da usina e alguns alunos apreciaram muito o funcionamento da usina chegando até cogitar o tipo de formação necessária para trabalhar assim. Vamos descrever parte de um dialogo entre o responsável pela usina e um aluno.

Aluno: ... o que precisa pra trabalhar em um lugar assim?

Técnico: eu, por exemplo, tenho um curso técnico, e fiz um curso de operação de usinas.

Aluno: aqui tem um engenheiro que é responsável?

Técnico: tem sim, ele é responsável por esta e varias outras usinas.

Aluno: então tem de fazer engenharia ou curso técnico pra trabalhar aqui e capacitação. Eu queria fazer engenharia ai essa seria uma oportunidade de emprego.

## Aula 5 – Quanto Pagamos de Luz?

Nesta aula estudamos sobre como é constituído o valor da conta de luz, o que pagamos efetivamente pela energia, o que é de transmissão, o que é de impostos o que o sistema de bandeiras tarifárias influencia no valor pago pelo consumidor final. Nessa aula, apresentamos aos alunos dados obtidos do site da Anatel, que mostram quem (entre indústrias, agricultura e pessoas), consome mais energia no país. Os dados estavam na forma de gráficos e tabelas.

Apesar dos maiores vilões consumidores de energia serem as indústrias, podemos observar que elas existem para deixar a vida humana mais confortável. E de modo geral quem sofre mais com o aumento nas contas de luz é o consumidor final, o cidadão que tem de pagar mais na luz e conseqüentemente mais no produto que ele vai adquirir. Os alunos perceberam que acontecia assim após um tempo, pois anteriormente alguns até disseram que as contas de luz deveriam ser mais caras para as indústrias sem pensar no efeito que isso causaria nos produtos que eles poderiam vir a comprar.

De modo geral eles classificaram o imposto cobrado nas contas de luz, que ultrapassa a casa dos 30%, como exagerado para um bem de necessidade básica. Todas essas observações dos alunos foram obtidas observando suas falas e colocações durante as discussões entre a turma.

Por fim falamos do chamado “vilão” principal das contas de luz as bandeiras tarifárias que é meio que um consenso geral ao falarmos com as pessoas na época que vigora a bandeira vermelha, como ela sendo a responsável pelo aumento exorbitante das contas de luz. Ao apresentarmos o percentual de acréscimo que cada bandeira gera a bandeira vermelha não ultrapassa a média dos 5%, que “traduzimos” para os alunos um aumento de 5 reais a cada 100 reais. Vamos transcrever parte de um dialogo entre nós e os alunos sobre isto com algumas conclusões, para melhor expressar vamos colocar os alunos como letras mantendo o caráter anônimo e diferenciando as ponderações de alunos diferentes:

Professor: notaram a porcentagem referente às bandeiras?

Aluno A: as bandeiras até que não aumentam tanto a conta.



Professor: de fato elas têm uma porcentagem pequena no consumo.

Aluno A: o que 'arrebenta' é o imposto.

Aluno B: mas tem esses encargos ai, o que é isso?

Professor: alguém sabe?

...

Professor: é um tipo de taxa cobrada para o desenvolvimento do setor energético e sua independência.

Aluno B: ah! Isso é útil.

Aluno A: então no final o preço é mais com impostos.

Nesta aula também observamos como é feito o preço do KWh, como ele varia de acordo com os fatores que interferem na geração da energia e outros aspectos. E fizemos uma pequena analogia sobre a quantidade de KWh consumidos reflete diretamente no preço. A ideia de função foi acionada neste ponto, os alunos fizeram essa associação, sem perceber que se tratava de uma função, do valor pago pela quantidade de energia consumida.

Os alunos neste momento perceberam como as bandeiras não são tão exageradas assim para um consumidor. E neste ponto já começamos a perceber a Matemática sutilmente agindo com dados em gráficos, porcentagens, tabelas e comentamos com os alunos que sem esse conhecimento da Matemática nem conseguiríamos conceber estes dados e nem interpretá-los. Começamos a inserir sutilmente a ideia de função procurando relacionar as tabelas com os gráficos como duas maneiras distintas de apresentar os dados. Na aula seguinte iniciaremos efetivamente o conceito de função.

## Aulas 6 e 7 – Funções

Nesta aula começaremos diretamente com o conceito da função, apresentamos a definição formal de função para os alunos e pedimos suas opiniões sobre o que foi apresentado. Os alunos como já haviam aprendido função estavam um pouco familiarizados com a definição, mas não conseguiam associar as funções a o que ocorria nas contas de luz.

Procuramos mostrar exemplos de funções do cotidiano para os alunos. Alguns alunos até associaram a lei de formação de uma função à transformação de energia cinética em energia elétrica que acontece na turbina da usina visitada. Vamos agora expor três situações que utilizamos para a fixação dos conceitos:

*“Uma peça de metal estava em um forno aquecida, ao retirarmos ela do forno sua temperatura começa a cair aos poucos em razão da troca de calor entre o ambiente e a peça”*

*“Você em sua residência gasta luz, a quantidade que você consome de luz é associada ao preço pago na conta.”*

*“Se uma pessoa gasta muita luz ela come muito.”*

Após colocar essas situações inserimos os questionamentos:

*“Podemos associar o conceito de função a estas situações? Como?”*

*“Sobre a situação da peça quente, considerando a temperatura da peça e o tempo, podemos definir qual destas grandezas pode ser entendida como variável independente e variável dependente?”*

*“Considere que a peça estava inicialmente a 300°C e que a temperatura cai 5°C a cada meia hora, construa uma expressão que associa a temperatura da peça (T) ao tempo de resfriamento da peça (t)”*

Note que a terceira situação não representa uma função, são grandezas que não podem ser associadas, assim o contra exemplo foi importante para mostrar que nem tudo é função.

Sobre a segunda situação vamos transcrever a fala de um aluno:

*“Se a gente gasta mais paga mais, se gasta menos paga menos”*

Depois perguntamos à turma “será que isso se parece com função?”, os alunos rapidamente chegaram a conclusão que isso seria de fato uma função que eles usam e nem percebem que estão utilizando.

Conversamos com os alunos depois disso sobre o conceito de função, e de como ele é importante para o desenvolvimento da vida humana, não apenas para sustentar as edificações, mas também em casos totalmente a parte da vida de matemáticos aplicados, engenheiros e profissões similares. Os alunos com esta observação feita por eles conseguiram ver a Matemática em seu dia a dia.

Uma comprovação foi a fala de uma aluna “nossa, então a Matemática está ai, mesmo se gente não ver, tem de saber mesmo”. Assim vimos que os alunos notaram a presença da Matemática fora dos muros da escola, e de acordo com nossas teorias é o que deveria acontecer. Nas aulas seguintes vamos aprofundar nos conceitos que se referem aos estudos das funções.

## Aula 8 – Domínio e Imagem de uma Função

Nesta aula falamos sobre o domínio e a imagem de uma função, seguimos a mesma ideia da aula anterior de expor a definição dos conceitos, e deixamos que os alunos formassem opiniões e por fim pedimos associações com o dia a dia. Os alunos de modo geral pareciam já estar habituados ao modelo adotado por nós e conseguiram rapidamente associar os conceitos de domínio e imagem com os objetos do dia a dia.

Nós utilizamos as seguintes perguntas nos referindo as situações da aula anterior, (caso da temperatura e da conta de luz):

*“O domínio destas funções pode admitir qualquer valor? E a imagem?”*

*“Para cada valor do domínio de cada função, temos quantas imagens? Explique com conceitos que você conhece o porquê disto ocorrer. (utilize as grandezas de temperatura e tempo ou de quantidade de energia consumida e valor pago)”*

Vamos destacar aqui a fala de um aluno que disse:

*“Então o domínio é o que a gente gastou de quilowatt e a imagem é o que a gente vai pagar de luz”.*

As demais discussões foram apenas para alinhar os conceitos e mostrar como representamos corretamente em linguagem matemática estes conceitos. Mostramos como escrever domínio e imagem como conjuntos e intervalos, ou seja, mostramos as várias representações de um mesmo dado, o que fez com que os alunos recordassem das tabelas e gráficos apresentados sobre o preço da conta de luz. Para ilustrar temos a fala de uma aluna:

*“Então é o mesmo dos gráficos e tabelas das contas de luz, duas maneiras de mostrar a mesma coisa”.*

Fazendo uma ligação com a fala dela, na próxima aula vamos falar sobre os gráficos de uma função, sua construção e tabelas.

## Aulas 9 e 10 – Gráficos de Funções

Nessas aulas vamos abordar os gráficos de modo geral, incluindo os gráficos de funções, como interpretar um gráfico, como construir um gráfico e como associar gráficos a tabelas. Falamos sobre a definição formal de um gráfico o que causou um pouco de espanto aos alunos, para enriquecer a aula falamos sobre a Matemática avançada e funções com mais de duas variáveis e a dificuldade da observação desses fenômenos.

Os alunos a principio acreditaram que isso era algo totalmente díspar da realidade deles, apresentamos um exemplo utilizando a sala de aula que possui 3 dimensões e portanto 3 variáveis, vale lembrar que neste ponto eles já estão familiarizados com os termos variáveis e variável dependente.

O exemplo seguiu falando na temperatura da sala que varia de acordo com a posição de um ponto no espaço, como por exemplo, mais próximos às paredes têm uma temperatura maior em razão da incidência de raios solares e do outro lado uma temperatura um pouco mais amena em áreas que não recebem tanta luz solar.

Novamente observamos a Matemática atuando no dia a dia mesmo que implicitamente, os alunos por sua curiosidade natural gostam de saber desses dados mesmo fora das aulas da pesquisa, eles geralmente nos questionam sobre o funcionamento de algumas coisas do dia a dia.

Mas voltando ao foco da aula, mostramos como organizar dados em tabelas, esses dados a principio foram mostrados por nós junto a um exemplo de lei de formação de uma função afim. Ao concluirmos a tabela mostramos como associar os dados da tabela aos pontos no gráfico, nenhuma novidade para os alunos que já conheciam sobre função pelas aulas regulares da escola.

A novidade foi a retomada dos gráficos apresentados durante a aula sobre a constituição do preço da conta de luz e a solicitação a eles que observassem e tentassem associar estes gráficos ao conceito de gráfico de função. Entre os gráficos, vale ressaltar a dificuldade de observar o gráfico de setores que os alunos apresentaram ao tentar associar ele com uma função, pois seu máximo é sempre os 100%, assim voltamos a falar de domínio e imagem e os intervalos.

Eles observaram que as variáveis interferiam diretamente na porcentagem de área do gráfico de acordo com uma aluna:

*“Então se eu aumentar uma área outra tem que diminuir se não ultrapassa o limite do gráfico”.*

Eles notaram então a relação de restrição que estes gráficos possuem e as ligações entre os dados.

Para exercitar efetivamente o que foi abordado, propomos as seguintes atividades:

*“Utilizando a função que você criou há algumas aulas atrás (a função temperatura x tempo), construa uma tabela com pelo menos 10 valores do tempo, associando-os às suas respectivas temperatura.”*

*“Construa um gráfico para a função.”*

Ao final da aula, solicitamos aos alunos que levassem 3 contas de luz de suas próprias residências, para a aula seguinte para a realização da atividade final sobre o tema funções. Assim vamos pedir para que eles façam sozinhos o que foi feito com a função temperatura x tempo, porém agora com uma lei de formação diferente que vamos determinar para uma função consumo x valor pago.

## Aula 11 – Atividade Final

Nesta aula com as contas de luz dos alunos, vamos nós e os alunos criar uma função que represente em média o valor pago na conta de luz em função da quantidade de KWh consumida. Antes disso precisávamos fazer um preço base para o valor pago por KWh pois como observado pelos alunos variava de uma conta para a outra.

Antes de pensarmos em alguma estratégia para isso, mostramos aos alunos alguns elementos da conta de luz que também dependem da matemática, como registro do consumo, e até há gráficos que mostram o consumo durante certo período de tempo. Alguns alunos nem sabiam interpretar corretamente a conta de luz e assim ajudar eles a agregar um pouco mais de conhecimento usando a Matemática nas contas de luz.

Em conversa com a turma decidimos por utilizar a média aritmética para calcular o preço médio por KWh de nossa função, mas porém haviam dois valores que estavam muito distantes dos demais. Nesse ponto falamos com os alunos sobre alguns conceitos de estatística e interpretação de dados e até mostramos como dados discrepantes, como os encontrados, são capazes de alterar a média.

Então em comum acordo descartamos os pontos que estavam muito distantes dos demais dados e assim aplicamos a média aritmética para calcular o preço médio por KWh. Com o preço por KWh determinamos que a variável seria a quantidade consumida por mês, e o valor dependente da função o valor a ser pago no final do mês. Assim obtemos a seguinte lei de formação para essa função:

Figura 8 – Lei de formação da função consumo x valor pago

The image shows a green chalkboard with handwritten mathematical work. At the top, there is a division:  $32,5559$  divided by  $13$ , with an equals sign followed by  $0,88$ . Below this, the variable  $x$  is defined as "quant." (quantity). A function  $f(x)$  is defined as  $x \cdot 0,8824$ , which is enclosed in a hand-drawn rectangular box.

Fonte: imagem própria

Com estes dados solicitamos aos alunos que elaborassem um trabalho final, o trabalho deveria conter o domínio e a imagem da função que criamos uma tabela com os dados, as variáveis seriam os valores que eles consumiram em suas próprias contas de luz e um gráfico que representasse o consumo mensal de suas residências, para observar o comportamento dos gastos. As atividades realizadas pelos alunos estão no Anexo C.