



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA**  
**COLEGIADO DE MATEMÁTICA**  
**CAMPUS II – ALAGOINHAS**  
**PÓS-GRADUAÇÃO lato sensu EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**ROBSON DOS SANTOS LIMA**

**DIFICULDADES APRESENTADAS POR ALUNOS DA 3ª SÉRIE DO  
ENSINO MÉDIO NA APLICAÇÃO DE FUNÇÃO POLINOMIAL DO  
PRIMEIRO GRAU EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA**

**ALAGOINHAS / BA**

**2017**

ROBSON DOS SANTOS LIMA

DIFICULDADES APRESENTADAS POR ALUNOS DA 3ª SÉRIE DO  
ENSINO MÉDIO NA APLICAÇÃO DE FUNÇÃO POLINOMIAL DO  
PRIMEIRO GRAU EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA

Monografia apresentada como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Especialista em Educação  
Matemática, pelo curso de Pós-Graduação lato sensu da  
Universidade do Estado da Bahia.

Orientador: Prof. Me. José Carlos Santana Queiroz

ALAGOINHAS / BA

2017

## FICHA CATALOGRÁFICA

L732d Lima, Robson dos Santos.

Dificuldades apresentadas por alunos da 3ª série do ensino médio na aplicação de função polinomial do primeiro grau em resolução de problemas de física./ Robson dos Santos Lima – Alagoinhas, 2017.

45f. il.

Trabalho de Conclusão de Curso - (Pós-Graduação Lato Sensu em Educação Matemática) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Exatas e da Terra. Colegiado de Matemática. Campus II.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Me. José Carlos Santana Queiroz.

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Física – Estudo e ensino. 3. Soluções de problemas. I. Queiroz, José Carlos Santana. II. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Exatas e da Terra. III. Título.

CDD 510.7

ROBSON DOS SANTOS LIMA

DIFICULDADES APRESENTADAS POR ALUNOS DA 3ª SÉRIE DO  
ENSINO MÉDIO NA APLICAÇÃO DE FUNÇÃO POLINOMIAL DO  
PRIMEIRO GRAU EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA

Monografia apresentada como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Especialista em Educação  
Matemática, pelo curso de Pós-Graduação lato sensu da  
Universidade do Estado da Bahia.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Me. José Carlos Santana Queiroz  
ORIENTADOR

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Grace Dorea Santos Baqueiro

---

Prof<sup>a</sup>. Ma. Jaíra de Souza Gomes Bispo

ALAGOINHAS / BA

2017

Dedico este trabalho a Deus, pela permissão do aprendizado e por proporcionar as condições cabíveis para essa realização.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe Irailda, que sempre abdicou de toda e qualquer necessidade pessoal para que eu pudesse me dedicar aos estudos, mantendo essa postura até hoje, inclusive nesse curso de pós-graduação.

Aos familiares e amigos envolvidos nesse ideal de estudo, pela compreensão da minha ausência nas reuniões particulares de finais de semana.

Aos colegas de trabalho e alunos, pela colaboração contínua na formação da minha carreira como professor de escola do ensino fundamental e médio.

Ao meu professor orientador, demais professores e à coordenadora desse curso de Especialização, cada um com sua significativa parcela de contribuição para que eu chegasse até aqui.

À minha colega de curso, que se transformou em amiga, Taiana Barreto, pelas providenciais e importantes “trocas de figurinhas” durante essa trajetória acadêmica.

À diretora do Colégio Estadual Getúlio Vargas em Mata de São João-BA, Lúcia Carmen, por entender os objetivos deste trabalho e por colaborar com diversas informações.

E aos referenciais teóricos, pesquisadores e estudiosos da área investigada nesse trabalho, por embasarem e fortalecerem os objetivos desta monografia.

“Uma grande descoberta resolve um grande problema,  
mas há sempre uma pitada de descoberta na resolução  
de qualquer problema”.

George Polya

## RESUMO

Este trabalho se justifica por apontar as dificuldades enfrentadas por alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola estadual em utilizar a função polinomial do primeiro grau, validadas pelo grande número de notas abaixo da média e, conseqüentemente, pelo alto índice de reprovações. Investigar os fatores que contribuem para a dificuldade de contextualização e interpretação de problemas de Física, utilizando função polinomial do primeiro grau, pelos referidos estudantes, apresentar uma estratégia metodológica ao aplicar problemas sobre o conteúdo Campo Elétrico, envolvendo o entendimento de função, identificar como esses alunos leem e interpretam em seu contexto os problemas em que se utilizam função polinomial do primeiro grau e, por conseguinte, compreender a forma como se concretiza a interpretação dos alunos frente às dificuldades encontradas nas situações problemas das aulas de Física são os objetivos da monografia. O referencial teórico traz a importância do ensino de Matemática e de Física no cotidiano do aluno, relaciona a utilização da função polinomial do primeiro grau na resolução de problemas de Física e aponta a resolução de problemas como ferramenta de aprendizagem, além das dificuldades na interpretação e resolução desses problemas. O trabalho, que foi desenvolvido em torno de uma pesquisa de campo participante com enfoque qualitativo e descritivo, discute as dificuldades mencionadas através de um pequeno teste aplicado em sala de aula sobre o conteúdo didático vigente na época da pesquisa. Para a resolução desse teste, esperava-se que os alunos utilizassem uma estratégia baseada no método de resolução de problemas sugerido por Polya (1995), que consiste em seguir uma seqüência de quatro etapas. Essa atividade comprovou o grande nível de dificuldade que os alunos sentem em compreender problemas que exigem o uso de uma função simples e de linguagem simbólica e, ainda, em atribuir unidades de medida para grandezas envolvidas na função. Apropriar-se do conceito de relação e do de variável se tornou uma condição oportuna para que o aluno compreenda melhor a ideia de função.

Palavras-chave: Ensino de Matemática e Física. Função Polinomial do 1º grau. Resolução de Problemas.



## ABSTRACT

This work is justified by pointing out the difficulties faced by students in the 3rd grade of a state school in using the polynomial function of the first grade, validated by the large number of below-average scores and, consequently, by the high rate of disapprovals. To investigate the factors that contribute to the difficulty of contextualizing and interpreting Physics problems, using polynomial function of the first degree, by said students, present a methodological strategy when applying problems on the Electric Field content, involving the understanding of function, identify as these students read and interpret in their context the problems in which polynomial function of the first degree are used and, therefore, to understand how the students' interpretation of the problems encountered in the situations of the physics classes are concretized are the objectives of the monograph. Theoretical reference brings the importance of teaching Mathematics and Physics in the student's daily life, relates the use of the polynomial function of the first degree in the resolution of problems of Physics and points out the problem solving as a learning tool, besides the difficulties in the interpretation and problems. The work, which was developed around a participatory field research with a qualitative and descriptive approach, discusses the mentioned difficulties through a small test applied in the classroom on the didactic content in force at the time of the research. In order to solve this test, students were expected to use a strategy based on the problem solving method suggested by Polya (1995), which consists of following a four-step sequence. This activity has proven the great level of difficulty that students feel in understanding problems that require the use of a simple function and symbolic language, and also in assigning units of measure to the quantities involved in the function. Taking ownership of the concept of relation and of variable has become a timely condition for the student to better understand the idea of function.

Keywords: Teaching Mathematics and Physics. Polynomial function of the first degree. Troubleshooting.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>09</b>
<b>1 O ENSINO DE MATEMÁTICA E DE FÍSICA E A FUNÇÃO POLINOMIAL DO PRIMEIRO GRAU NA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS DE FÍSICA.....</b>	<b>13</b>
1.1 O ensino de Matemática.....	14
1.2 A importância do ensino de Física .....	17
1.3 A resolução de problemas como ferramenta de aprendizagem e as dificuldades na interpretação e resolução de problemas de Física .....	18
1.4 A resolução de problemas de Física que envolvem função polinomial do primeiro grau .....	22
<b>2 O CAMINHAR METODOLÓGICO .....</b>	<b>26</b>
2.1 Desenvolvimento da pesquisa .....	26
2.1.1 Tipo de pesquisa quanto aos fins .....	26
2.1.2 Tipo de pesquisa quanto aos meios .....	27
2.1.3 Cenário de estudo .....	27
2.1.4 Caracterização dos sujeitos.....	27
2.1.5 Instrumentos de coleta de dados .....	28
<b>3 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS COLETADOS .....</b>	<b>29</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXO – LISTA DE EXERCÍCIOS.....</b>	<b>44</b>

## INTRODUÇÃO

O estudo das “Dificuldades apresentadas por alunos da 3ª série do ensino médio na aplicação de função polinomial do primeiro grau em resolução de problemas de Física” trata sobre os desafios do professor de Física diante dos problemas matemáticos e sobre as dificuldades encontradas pelos alunos da 3ª série do ensino médio na resolução de problemas de Física utilizando função polinomial do primeiro grau. O levantamento dessa investigação se deu por conta da própria dificuldade que o professor de Física enfrenta em suas aulas, nas quais é necessário o envolvimento de problemas em que se aplicam conteúdos matemáticos.

O tema deste trabalho se justifica por estar relacionado ao estudo de função polinomial do primeiro grau e, conseqüentemente, às dificuldades apresentadas pelos alunos da 3ª série do ensino médio dos turnos vespertino e noturno do Colégio Estadual Getúlio Vargas, situado no município de Mata de São João-BA, em contextualizar, interpretar e resolver problemas de Física. E ao verificar o índice significativo de reprovações nessa componente curricular, associado ao grande número de notas abaixo da média, despertaram o interesse no estudo da problemática até chegar à escolha desse tema.

Apesar dos problemas a serem analisados neste trabalho serem de conteúdos da Física, é na Matemática que se trata de resolução de problemas envolvendo função polinomial do primeiro grau. E segundo os PCN's (1998, p. 36), apesar da Matemática não ser uma ciência fechada, estando sempre passível à inserção de novos conhecimentos, o saber e o pensamento matemático são muito difíceis de serem comunicados aos alunos, uma vez que para mudar essa realidade seria necessário transformar as condições de ordem social e cultural dos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Entretanto, o conhecimento só é significativo se for estimulado em diferentes situações daquelas que lhe originaram. A partir dessa observação, percebe-se o quanto não é simples completar com êxito os processos de descontextualização e contextualização de um determinado conhecimento.

Nos últimos cinco anos, ao lecionar Física nas escolas estaduais de ensino médio Luis Eduardo Magalhães (Pojuca-BA) e Getúlio Vargas (Mata de São João-BA) e ao ensinar na iniciativa privada, foi percebida a grande dificuldade que os estudantes tinham em resolver os problemas na componente curricular. Inúmeras vezes, nas próprias aulas, os alunos eram conduzidos a refletir sobre quais eram as dificuldades que eles enfrentavam ao resolver estes problemas e foi possível observar que esses entraves não estavam relacionados aos fenômenos físicos, mas sim à operacionalização matemática dos problemas.

Ainda conforme os PCN's do Ensino Fundamental II (1998, p. 83), ao explorar situações de aprendizagem, o aluno deve produzir e interpretar diferentes escritas algébricas, como expressões, igualdades, e identificar as equações. Deve resolver situações-problema por meio de equações do primeiro grau, compreendendo os procedimentos envolvidos. E ainda deve observar regularidades e estabelecer leis matemáticas que expressem a relação de dependência entre variáveis.

Foi observado, por exemplo, que eles compreendiam ou compreendem que, num movimento uniforme, a velocidade de determinado móvel é sempre constante, mas não conseguiam ou conseguem determinar a posição deste móvel num dado instante, dados também o seu espaço inicial e a sua velocidade, conhecendo a função horária das posições. Assim, além de função, esse contexto trata também sobre álgebra.

E, ainda de acordo com os mesmos PCN's (1998, p. 84), para o trabalho com álgebra, é fundamental a compreensão de conceitos como o de variável e função, a representação de fenômenos na forma algébrica, a formulação e resolução de problemas por meio de equações ao identificar incógnitas e o conhecimento das regras para a resolução de uma equação.

Tendo em vista essa dificuldade de compreensão e identificação das variáveis envolvidas numa equação matemática a ser utilizada num problema físico e, posteriormente, a dificuldade de resolução desta equação, faz-se necessário pensar como conduzir uma aula de resolução de problema de Física para alunos com esse nível de dificuldade.

Essa falta de identificação com a situação problema da componente curricular Física leva a questionar se esses alunos teriam ou terão sempre dificuldades de contextualização e de compreensão da ideia de correspondência, dependência e variação existentes no cotidiano dos seres humanos ou, ao contrário, se haveria possibilidade de os alunos aprenderem esse conteúdo.

Foi partindo dessa problemática que esse trabalho se desmembrou e compôs a seguinte questão: Por que os estudantes da 3ª série do ensino médio têm dificuldades para interpretar e resolver problemas de Física, nos quais é necessário identificar as variáveis envolvidas, relacioná-las aos dados de uma equação matemática e determinar a solução ou soluções de uma função para tais problemas?

Como objetivo geral, foi pensado que, para responder a tal questionamento, seria necessário investigar os fatores que contribuem para a dificuldade de contextualização e interpretação de problemas de Física, utilizando função polinomial do primeiro grau, pelos referidos estudantes.

Diante dessa investigação, pretende-se apresentar uma estratégia metodológica ao aplicar problemas sobre o conteúdo Campo Elétrico, envolvendo o entendimento de função. Objetiva-se, ainda, identificar como esses alunos leem e interpretam em seu contexto os problemas em que se utilizam função polinomial do primeiro grau e, por conseguinte, compreender a forma como se concretiza a interpretação dos alunos frente às dificuldades encontradas nessas situações problemas nas aulas de Física.

Para fomentar os objetivos traçados, foi desenvolvida uma pesquisa de campo participante com enfoque qualitativo e descritivo. Em campo, foi realizada uma avaliação escrita com alunos dos turnos vespertino e noturno da 3ª série do ensino médio do Colégio Estadual Getúlio Vargas, situado em Mata de São João-BA. Essa avaliação foi realizada logo após a introdução teórica do conteúdo Campo Elétrico e a realização de um exercício, donde foi possível perceber o entendimento por parte dos alunos que, em torno de uma carga elétrica, é gerada uma região de natureza elétrica, e se uma outra carga se aproximar dessa região, ela sofre o efeito de uma força também de natureza elétrica. Essa avaliação constava de três questões diretas para aplicação de uma equação matemática que sustenta o referido enunciado.

Esta pesquisa está fundamentada em três eixos principais, baseados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1998, 2000, 2002), dando apoio às discussões e aos objetivos do processo de ensino e aprendizagem da Matemática e da Física, em Caetano e Paterlini (2013), que trazem a importância das funções no ensino médio, com suas definições e representações e, principalmente, em George Polya (1995), que traz aspectos sobre um método matemático de resolver problemas.

Além das características gerais da pesquisa, comentadas nesta introdução, o primeiro capítulo traz a importância do ensino de Matemática e de Física no cotidiano do aluno e relaciona a utilização da função polinomial do primeiro grau na resolução de problemas de Física. Aponta ainda a resolução de problemas como ferramenta de aprendizagem e as dificuldades na interpretação e resolução de problemas de Física.

O segundo capítulo se delinea com o caminhar metodológico, no qual se caracteriza os sujeitos da pesquisa e o cenário de estudo, aborda o instrumento da coleta de dados e justifica os tipos de pesquisa utilizados nesse trabalho.

No terceiro capítulo são apresentados os dados obtidos através da pesquisa e é onde foram feitas as suas análises e discussões.

O trabalho é finalizado com o levantamento das considerações sobre as hipóteses que fomentaram a realização desta monografia e sobre os resultados obtidos através dela, compondo o seu quarto capítulo.

## **1 O ENSINO DE MATEMÁTICA E DE FÍSICA E A FUNÇÃO POLINOMIAL DO PRIMEIRO GRAU NA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS DE FÍSICA**

Modelos matemáticos que são construídos no ensino de Física têm o seu sentido vinculado a um determinado fenômeno, as suas variáveis sempre têm um significado e não compõem um conjunto vazio de símbolos. Para Sodré (2007, p. 03), como um modelo matemático é “[...] uma representação de um sistema real [...]”, então, uma linguagem simbólica que é trabalhada com os estudantes, desde as séries iniciais e dentro de uma realidade próxima à deles, os permitem entender a sua relação com os modelos matemáticos de maneira muito significativa.

Algumas das competências e habilidades a serem desenvolvidas pelo estudante, segundo os PCN’s (2000, p. 29) de Matemática e Física, são as de “[...] expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem”.

Contudo, o que se vê hoje nas escolas é uma limitação do uso da linguagem simbólica no ensino fundamental, podendo-se imaginar que ela inexistente nas séries iniciais, donde o aluno deveria começar a desenvolver a sua capacidade de abstração e representação, depois de ter dominado as operações fundamentais e de se apropriar de ferramentas de resolução de simples problemas.

O uso da linguagem simbólica nas aulas de Física gera dificuldades nos/aos alunos, entretanto é importante que eles percebam a necessidade de se utilizar a linguagem matemática em determinados modelos, pois quando aplicada ao ensino da Física, esta adquire algum sentido relacionado a um dado fenômeno. Nesse sentido, Bassanezi (2002, p. 22) afirma que “as leis fundamentais da Física são formuladas matematicamente para proporcionarem uma primeira geração de modelos matemáticos que depois, são sujeitos a várias correções, algumas empíricas”.

Essa relação entre a Física e a Matemática é tão direta que torna uma dependente da outra. De acordo com Paty (1995, p. 237), “para a Física, a Matemática representa, assim, um meio de investigação excepcional e constitutivo, pois sem ela não haveria, em especial, essa vocação unitária que a constitui como a Física, ciência do universo material”.

Consentindo essa relação como base deste trabalho, faz-se necessário argumentar sobre o ensino da Matemática, sobre o ensino da Física e sobre a resolução de problemas de Física.

## 1.1 O ensino de Matemática

O Ensino da Matemática é um grande desafio a superar nas escolas de ensino básico, principalmente. Não existe contestação quanto a esta afirmação dentro de uma comunidade escolar, ou seja, entre equipe pedagógica, professores, alunos e seus pais. Com a baixa associação da Matemática com o cotidiano das pessoas e, principalmente, dos alunos, a matemática das salas de aula acaba se tornando pouco atrativa e, desse modo, todo o processo de ensino e aprendizagem da mesma não obtém resultados significativos, deixando o índice de reprovação muito alto.

A Matemática faz parte da vida do homem desde a sua existência e em função de suas próprias necessidades sociais, quando vivia da caça e da coleta, competindo com outros animais, utilizando paus, pedras, fogo, e vivendo do que pudesse extrair da natureza (NETO, 2001, p. 07). Contar animais, pessoas, alimento e registrar essa contagem em pedras, ossos, dedos das mãos eram ações humanas oriundas de pensamentos. A partir dessas ações e através de várias transformações, surgiram os números e seus conceitos. Dessa maneira, pode-se considerar que a Matemática tem presença marcante na humanidade e que também é responsável pelo seu processo de evolução, desde a época das cavernas.

É de se imaginar que, de acordo com as necessidades humanas de cada momento histórico da sociedade, o desenvolvimento e aprimoramento da Matemática ocorreram de modo gradativo e perceptível ao passo em que contribuía para a formação de importantes conceitos. A evolução do conhecimento matemático continuava com o surgimento das primeiras civilizações e das necessidades de seus povos, que faziam com que os estudiosos da época em vigor elaborassem significados e teoremas que viessem a atender suas necessidades matemáticas e também as suas necessidades sociais, uma vez que a Matemática está relacionada com a sobrevivência do homem em sociedade.

Entender conceitos matemáticos a partir da sua criação, levando em conta quaisquer mudanças ao longo do tempo, acaba sendo um recurso metodológico importante para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem da Matemática, pois desperta no aluno a sua curiosidade e o seu interesse em futuros estudos, facilitando a sua compreensão ao que seria estudado. Isso é fato, pois preceder um pouco através da história de qualquer assunto é o mesmo que dar significado ao que será estudado em sala de aula.

As condições socioeconômicas, políticas e culturais que circundam a escola e o seu ensino, assim como fatores relacionados ao conhecimento de um modo geral, são



características e necessidades de uma sociedade que estão vinculadas diretamente à educação. Então, também estão vinculadas à Matemática.

Desde o final do último século, o Brasil vem sofrendo mudanças em suas esferas socioeconômica e política, e a Matemática, como integrante da educação, vem se moldando junto a essas esferas, de modo a satisfazer necessidades de cada momento e situação. Por essa razão, se tornaria muito importante utilizar a Matemática em atividades do dia-a-dia, para que ela venha a ter um efeito significativo.

Como a sociedade é o principal colaborador da evolução da educação e, portanto, da Matemática, e esta, da evolução da humanidade, tais evoluções se dão por conta da melhoria no ensino de Matemática que, por consequência, exige melhoria na formação do professor de Matemática.

O ensino da Matemática de hoje apresenta-se muito cansativo para o professor e a aprendizagem muito desestimulante para o aluno, pois ainda é baseada no modelo tradicional de aulas, no qual o docente expõe na sala de aula tudo o que julga importante sobre determinado conteúdo e o estudante reproduz tudo o que foi exposto, tentando resolver problemas que são apenas modelos do que já foi resolvido.

É de se concordar sobre a distinção entre o conhecimento ensinado na escola e a matemática aplicada no cotidiano. Para Rodrigues (2004) apud Santos et al. (2015, p. 03), uma dessas abordagens:

[...] enfatiza o conhecimento formal, o qual torna-se distante da realidade do estudante e a outra dá ênfase ao cotidiano. Respectivamente, a primeira será denominada de “a matemática da escola”, a qual trabalha o formalismo das regras, das fórmulas e dos algoritmos, bem como a complexidade dos cálculos com seu caráter rígido e disciplinador, levando à exatidão e precisão dos resultados. Já a segunda será denominada “a matemática do cotidiano” que está presente em um simples objeto, fato ou acontecimento, ou até mesmo em uma simples conversa informal.

Mesmo percebendo que é possível aprender com essa rigidez, num processo repetitivo de memorização e transmissão de conhecimento e que a resolução de um problema se dá através de passos determinados pelo professor, é necessário enfatizar que, adotando-se estratégias metodológicas inovadoras, o processo de ensino e aprendizagem pode ser de melhor qualidade e muito mais atrativo para os discentes, possibilitando a estes um ganho eficaz em sua aprendizagem. Tais estratégias devem estar voltadas a desenvolver o raciocínio lógico do aluno, para que ele tire suas próprias conclusões e consiga solucionar um problema matemático.

Entretanto, a imagem de retidão imposta pelos métodos tradicionais de ensino da Matemática faz com que o estudante perca a sua autoconfiança no desenvolvimento do raciocínio matemático. Esse enaltecimento do poder da matemática formal pode ser observado na fala de D'Ambrosio (1989, p. 01), quando diz que:

Primeiro, os alunos passam a acreditar que a aprendizagem da matemática se dá através de um acúmulo de fórmulas e algoritmos. Aliás, nossos alunos hoje acreditam que fazer matemática é seguir e aplicar regras. Regras essas que foram transmitidas pelo professor. Segundo, os alunos acham que a matemática é um corpo de conceitos verdadeiros e estáticos, dos quais não se duvida ou questiona, e nem mesmo se preocupam em compreender porque funciona. Em geral, acreditam também que esses conceitos foram descobertos ou criados por gênios.

Dessa maneira, fica difícil para o aluno associar o resultado encontrado de um problema qualquer imposto pelo professor com o resultado do mesmo problema numa situação real. Vale ressaltar que, muitas vezes, o aluno nem resolve o problema imposto com receio de errar em qualquer etapa da resolução. E como:

O erro parece estar “atrelado” ao exercício classificatório da avaliação da aprendizagem, ele desperta medo, porque pode gerar consequências nefastas no contexto escolar: rótulos pejorativos, sentimento de inferioridade, reprovação e, muitas e muitas vezes, exclusão. Nada de bom parece advir em decorrência dele. Castigos, admoestações e humilhações, na verdade, configuram-se quase como resultado natural (CORREIA, SIBILA e SOUZA, 2012, p. 28).

Assim, como a dificuldade em associar resultados, o medo de errar também se distancia da formação crítica do aluno, e:

[...] o erro, como manifestação de uma conduta não aprendida, decorre do fato de que há um padrão já produzido e ordenado que dá a direção do avanço da aprendizagem do aluno e, conseqüentemente, a compreensão do desvio, possibilitando a sua correção inteligente (LUCKESI, 1998, p. 138)

Aliando-se ainda mais a essas dificuldades, o que se vê hoje são salas muito lotadas e uma quantidade enorme de conteúdos para serem trabalhados em sala de aula, prejudicando o desenvolvimento do saber matemático.

A formação crítica do aluno está relacionada ao uso da Matemática e sua aplicação no cotidiano, que é quando o aluno utiliza seus conhecimentos matemáticos em atividades diversificadas, para, assim, construir a sua cidadania e descobrir o seu papel na sociedade. Mas a Matemática e a vida do aluno não seguem juntas, a teoria dos documentos oficiais para a área de Matemática não condiz com a realidade do contexto escolar, fatos estes que devem ser analisados e convertidos na necessidade de associar a teoria com a prática, associar o

conteúdo da Matemática com a sua aplicabilidade, uma vez que associações assim possibilitam ao aluno uma aprendizagem mais interessante e com significado.

## **1.2 A importância do ensino de Física**

Da mesma forma como em outra ciência qualquer ou área de conhecimento do âmbito escolar, o ensino de Física deixa de fazer relação com o cotidiano dos estudantes, baseando-se, quase sempre, em aulas expositivas centralizadas nos conteúdos, nas quais o professor favorece um comportamento passivo do aluno, impedindo-o de interpretar fenômenos físicos. Menos oportunidades existem para que estes alunos reflitam sobre os problemas naturais e menos ainda para a verificação e a aprendizagem dos fenômenos existentes na natureza.

Atualmente, o ensino de Física de determinadas escolas está longe das propostas descritas nas Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996), que, em outras palavras, define o processo de aprendizagem como a maneira com que o indivíduo assegura novos conhecimentos, enraíza novas competências e como modificam seu comportamento através das experiências adquiridas. É comum perceber que a maioria dos alunos não gosta ou não consegue aprender os conteúdos de Física, que eles não se interessam pela área que, presente no dia a dia das pessoas, permite explicar vários fenômenos, tanto concretos como abstratos. De acordo com os PCN's (2000, p. 22):

[...] o aprendizado da Física promove a articulação de toda uma visão de mundo, de uma compreensão dinâmica do universo, mais ampla do que nosso entorno material imediato, capaz, portanto, de transcender nossos limites temporais e espaciais. Assim, ao lado de um caráter mais prático, a Física revela também uma dimensão filosófica, com uma beleza e importância que não devem ser subestimadas no processo educativo.

Verifica-se ainda que, apesar da perceptível mudança nas abordagens temáticas dos livros didáticos, trazendo relação dos conteúdos com o cotidiano das pessoas, muitos professores continuam priorizando em suas aulas os cálculos matemáticos, deixando de estabelecer fatos com a realidade do estudante. Nesse contexto, faz sentido refletir sobre o ensino de Física atualmente e sobre o uso de alguma abordagem metodológica que poderia minimizar as dificuldades na aprendizagem da referida ciência.

Ainda sobre a importância da Física no dia a dia das pessoas, nota-se que o desenvolvimento científico e tecnológico tem participação direta e importante dessa ciência, que pode levar para um país grandes benefícios socioeconômicos e políticos. A sociedade, de um modo geral, compartilha de conhecimentos físicos através de diferentes meios, sendo um

deles a sua própria cultura, que é capaz de disseminar conhecimentos embasados numa visão físico-científica, em suas crenças ou até mesmo numa difusão entre esses dois. A exemplo disso, cita-se o líder de uma tribo indígena da Amazônia capaz de prever a chegada de um temporal, fato justificado através de bases científicas.

Tanto o ensino quanto a aprendizagem da Física passa por sérios problemas, devido a uma visão negativista que ela gera no cotidiano das pessoas. Essa visão pode ser observada no que se refere à radiação, que, mesmo levando benefícios em diagnósticos médicos, ganha mais importância nos efeitos nocivos que alguns materiais emitem para a saúde humana.

Toda essa imagem chega à escola e faz com que o ensino da Física se torne enfadonho. Os alunos, comumente, falam que odeiam essa componente curricular, mas muitas vezes sem perceber que ela é uma ciência experimental e corriqueira. O alto índice de reprovação, mostrado nos últimos cinco anos de experiência docente em escolas estaduais de ensino médio das cidades baianas de Pojuca e Mata de São João, traduz o baixo aproveitamento por parte desse alunado.

As experiências docentes de ano após ano mostram que o ensino de Física ainda é, neste novo século, precário, pouquíssimo eficaz e distingue a realidade do professor da do estudante. Como se não bastasse, os alunos são postos a utilizarem uma quantidade grande de livros didáticos, que podem apresentar linguagem pouco clara e de difícil compreensão, fazendo do ensino de Física um instrumento opressor e discriminativo. Nesse sentido, na medida em que a componente curricular pune os estudantes por não terem compreensão plena sobre os seus fundamentos, eles são direcionados ao fracasso quando subordinados à sua aplicação.

Por conta de tudo isso, o que se vê nos estudos da Física nas escolas é a utilização de modelos matemáticos e aplicação de fórmulas, o que deixa em segundo plano a parte desta ciência que se aproxima da realidade do aluno, como a compreensão dos fenômenos da natureza.

### **1.3 A resolução de problemas como ferramenta de aprendizagem e as dificuldades na interpretação e resolução de problemas de Física**

Para se ter uma sociedade pronta para as mudanças de uma nova era, melhor desenvolvida crítica e criativamente, é necessário fazer com que as crianças e os adolescentes de hoje se tornem capazes de enfrentar diferentes situações em contextos variados, levando-as

a buscar novos conhecimentos e habilidades, algo que vai muito além do que os apresentar conhecimentos empedrados e fora de um contexto moderno.

Na era educacional de hoje, a atividade de resolver problemas tem sido mais utilizada nas escolas e tem trazido um reconhecimento nacional dos estudantes brasileiros em competições internacionais de resolução de problemas. É fato que resolver problemas gera descobertas, assim como as descobertas resolvem problemas, como afirma Polya (1995, p. V):

Uma grande descoberta resolve um grande problema, mas há sempre uma pitada de descoberta na resolução de qualquer problema. O problema pode ser modesto, mas se ele desafiar a curiosidade e puser em jogo as faculdades inventivas, quem o resolver pelos seus próprios meios experimentará a tensão e gozará o triunfo da descoberta. Experiências tais, numa idade susceptível, poderão gerar o gosto pelo trabalho mental e deixar, para toda a vida, a sua marca na mente e no caráter.

A resolução de um problema qualquer independe de habilidades e conhecimentos específicos a certa área de conhecimento e ainda dá uma textura uniforme no modo de envolver e abordar esse problema. Num aporte geral, Echeverría e Pozo (1994), afirmam que:

Estudos psicológicos e suas aplicações educativas pareceram compartilhar a ideia de que a resolução de problemas se baseia na aquisição de estratégias gerais, de forma que uma vez adquiridas podem se aplicar, com poucas restrições, a qualquer tipo de problema. Segundo este enfoque, ensinar a resolver problemas é proporcionar aos alunos essas estratégias gerais, para que as apliquem cada vez que se encontrem com uma situação nova ou problemática (apud Peduzzi, 1997, p. 231).

Entretanto, deve-se levar em consideração a presença de algumas variáveis psicológicas que estão presentes na resolução de qualquer problema, como ansiedade e expectativa, pensamento e intuição, ânimo e sucesso, fracasso e frustração e outras. Devem-se considerar ainda outros parâmetros que podem levar aquele que está diante do problema a se posicionar melhor, como a leitura atenta do enunciado, o destaque das informações que julgar importantes, a separação do problema em etapas, a análise e verificação do resultado encontrado, por exemplo (PEDUZZI, 1997, p. 234).

Os estudos sobre esse tema envolvem muitas divergências, pois são originadas de diferentes entendimentos que, por conseguinte, geram o uso de distintas estratégias de resolução. Ao passo em que se pode associar a resolução de problema ao ato de refletir, pode-se também pensar que ela seja um método complicado de ensino e que deve ter um formato mais simples. Segundo Polya (1995, p. 04):

É uma tolice responder a uma pergunta que não tenha sido compreendida. É triste trabalhar para um fim que não se deseja. Estas coisas tolas e tristes fazem-se muitas vezes, mas cabe ao professor evitar que elas ocorram nas suas aulas. O aluno precisa compreender o problema, mas não só isto: deve também desejar resolvê-lo. Se lhe

faltar compreensão e interesse, isto nem sempre será culpa sua. O problema deve ser bem escolhido, nem muito difícil nem muito fácil, natural e interessante, e um certo tempo deve ser dedicado à sua apresentação natural e interessante.

Sobre isso, faz-se pensar que utilizar a resolução de problemas como método de ensino e aprendizagem pode ter grande eficácia se existirem, nos planos didáticos, aspectos de caráter investigativo.

É de fácil constatação que no ensino de Matemática e de Física, de modo geral, uma grande parcela da carga horária das aulas é tomada com o estudo da resolução de um ou mais problemas, contudo o fracasso nessas atividades é inevitável, quando feita de maneira tradicional, isto é, quando se ensinam leis, definições ou fenômenos a partir de um foco meramente matemático e formal, desprezando as características históricas e sociais que foram significativas para o desenvolvimento do estudo em questão.

Uma parcela enorme de professores atribui este fracasso ao aluno, alegando que este não tem conhecimento teórico sobre o tema que o problema aborda e nem domínio sobre a plataforma matemática necessária para resolvê-lo. Mas também há a justificativa pelo fracasso do estudante que recai sobre o docente, que é a que se refere ao seu planejamento de aula. No entanto, uma justificativa está totalmente atrelada à outra.

O que ocorre é que os estudantes não aprendem, de fato, a resolver problemas. Devido ao enraizamento da ideia de que o conhecimento pode ser transmitido verbalmente e assimilado, o aluno apenas memoriza soluções para aplicar em simples exercícios futuros, cujas resoluções só têm êxito quando os problemas são semelhantes aos anteriores, todavia o fracasso na resolução de um problema é visível quando este aborda novas situações ou circunstâncias que requerem uma simples dose de abstração (CLEMENT; TERRAZAN; NASCIMENTO, 2003, p. 03).

Embora muitos professores garantam que trabalham com resolução de problemas em sala de aula, o que se constata é a resolução de simples exercícios, que nada se aproximam das situações enfrentadas pelos alunos em sua vida diária e que menos ainda colaboram em suas atividades corriqueiras.

Considerando como problema a situação em que não se atinge a solução imediata ou automaticamente ao tentar resolvê-lo, o aluno deve se envolver num processo reflexivo e de tomadas de decisão, que acabam delineando uma lista de etapas a serem seguidas, o que é diferente de exercício. Segundo Neto (2001, p. 191):

Existe o exercício (situação de rotina, treino, fixação), que envolve simples aplicação de técnicas conhecidas, mas existe o problema (situação nova e

desafiadora), que envolve criação. O problema não é rotina, mas também não pode ser impossível: é proximal. O problemas fazem dar um passo à frente. [...] Nos problemas, a Matemática passa a ser um meio e não um fim.

Apesar de que a diferença entre resolver um exercício e resolver um problema depende de cada indivíduo, e que essas duas ações podem ser adotadas visando o êxito no processo de ensino e aprendizagem, o espaço para a abordagem de atividades envolvendo resolução de problemas que tratam de situações claras e próximas da realidade do aluno deve ser mais amplo no contexto escolar, fato que reduziria a realização de atividades meramente repetitivas.

Vale salientar que, didaticamente, as atividades envolvendo resolução de problemas desenvolvem a capacidade e a autonomia do aluno e o auxiliam para se posicionar melhor frente às exigências impostas pelo mundo no qual vive. Em se tratando da componente curricular Física e da interpretação e resolução de problemas inerentes a ela, para que essas habilidades se desenvolvam no aluno, é importante que o professor elabore situações-problema que envolvam aspectos conceituais da Física e que delineiem abordagem histórica e fenômenos do dia a dia, pois, além de contextualizar os conteúdos da Física, desenvolverão a capacidade de compreensão do aluno diante de novas situações.

Acrescenta-se ainda que a atividade de resolver problemas envolve um alto nível de criatividade que exige de quem está a realizando o uso de experiências e conhecimentos construídos, a criação de hipóteses ou estratégias a serem seguidas conscientemente e análise criteriosa dos resultados obtidos.

Em se tratando de estratégias, Polya (1995, p. 03-04) distinguiu quatro fases de resolução ao se buscar a solução de um problema, dizendo que:

Primeiro, temos de compreender o problema, temos de perceber claramente o que é necessário. Segundo, temos de ver como os diversos itens estão inter-relacionados, como a incógnita está ligada aos dados, para termos a ideia da resolução, para estabelecermos um plano. Terceiro, executamos o nosso plano. Quarto, fazemos um retrospecto da resolução completa, revendo-a e discutindo-a.

Sendo assim, sobre os problemas de Física, espera-se do aluno que venha a resolvê-los, primeiro liste as variáveis envolvidas e os dados fornecidos no problema, além de destacar o seu objetivo. Depois utilize a teoria aprendida e trace um plano para alcançar o seu objetivo. Em seguida, realize as operações necessárias que foram traçadas em seu planejamento e, por último, verifique. As atividades com resolução de problemas em Matemática e Física podem se desenvolver de maneiras variadas, desde a tradicional lousa, papel e lápis, com o uso de textos bem selecionados e, também, com a realização de

experiências, de modo que tais práticas sejam bastante claras e envolvam situações que podem ser vivenciadas.

Vale salientar que nem sempre é possível utilizar atividades de resolução de problemas no ensino de Física, tendo o professor que escolher um bom momento e conteúdo apropriado para tal atividade. Para que uma prática docente assim possa realmente contribuir para uma aprendizagem mais significativa dos alunos, seria interessante que ela fosse implementada coerente e criteriosamente nos planejamentos escolares, envolvendo outras atividades didáticas também, como seminários e experiências laboratoriais.

#### **1.4 A resolução de problemas de Física que envolvem função polinomial do primeiro grau**

As pessoas, de um modo geral, conseguem perceber espontaneamente na natureza ou em seu cotidiano as ideias de relação, variação e dependência entre coisas e/ou pessoas. Elas percebem que a obesidade pode estar relacionada à alimentação, que a massa do seu corpo pode variar em relação à quantidade de alimento que ingerir e que o aumento da gordura corporal depende da quantidade de gordura existente nos alimentos consumidos. Através dessas experiências sociais e, até mesmo, das observações aos fenômenos naturais, como o fato de um lago secar poder se relacionar com a falta de chuvas, faz com que um aluno do ensino médio aprenda naturalmente sobre aspectos simples das relações.

Existem relações na Matemática que levam o nome especial de funções, pois elas “apresentam características necessárias para descrever muitos fenômenos através de modelos determinísticos” (CAETANO; PATERLINI, 2013, p. 20). Esses autores, em meio a tantos exemplos, fazem referência ao conceito de função através da relação que associa a posição de um corpo a cada instante, supondo que nenhum objeto possa estar em dois lugares ao mesmo tempo. Essa relação é uma função, pois toda posição que um corpo ocupa está ligada ao decorrer do tempo e cada lugar ocupado por esse corpo está relacionado a um único instante.

Após representar o que seriam conjuntos de chegada e de partida, Caetano e Paterlini (2013, p. 18) dizem que:

uma função é constituída de um conjunto de partida A, de um conjunto de chegada B e de uma relação entre esses conjuntos que satisfaça as seguintes condições particulares: (i) todo elemento de A faz parte da relação; (ii) cada elemento de A está relacionado com um único elemento de B.



Mesmo tendo desenvolvido a definição de função a partir de relações com a natureza ou do cotidiano, o aluno sente dificuldades em lidar com esse conceito. Pesquisas realizadas por Magarinus (2013, p. 32) sinalizam que essas dificuldades estão vinculadas ao fato de que uma função tenha que ter sempre uma descrição analítica, evidenciando que no seu ensino é priorizada uma representação algébrica.

Mas nem sempre é possível, no estudo de funções, se utilizar de notações grandes e cansativas ou de textos modestos de formalismo algébrico. A Matemática cria representações algébricas para os objetos que estuda e que permitem sintetizar a linguagem, a qual dá ao aluno a oportunidade de ser mais preciso, o ajudando a pensar com exatidão (CAETANO; PATERLINI, 2013, p. 21).

Ter conhecimento sobre o conceito de variável é um pré-requisito para o estudo de funções. O aluno deve saber como fazer uma afirmação sobre elementos de um conjunto qualquer e como representar um desses elementos algebricamente, caso contrário ele dificilmente compreenderá o significado de uma função. Caetano e Paterlini (2013, p. 27-28) ainda destacam sobre a dificuldade que o professor enfrentaria em implementar o estudo de funções sem o entendimento sobre variável, pois ele teria que se:

[...] limitar a trabalhar com funções definidas em conjuntos finitos, nomeando a relação elemento a elemento. Sem a representação algébrica de variável, ficaríamos restritos a fazer descrições de funções em linguagem comum, como em: “seja  $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  que a cada número real associa o seu dobro mais 1” em vez de “seja  $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  definida por  $f(x) = 2x + 1$ ”. Descrições em linguagem comum são, em geral, mais longas e menos precisas.

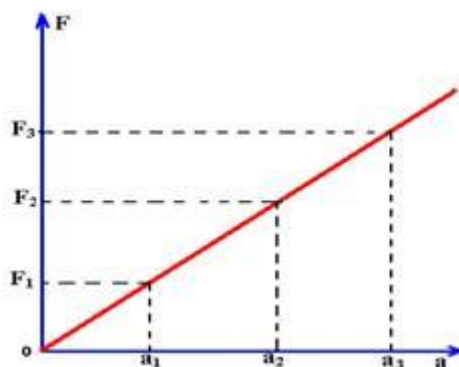
Para o ensino do conceito de função, é importante que o professor detenha um aporte metodológico que lhe permita detectar falhas na formação de seus alunos e as principais estão ligadas ao conceito de variável e ao uso da álgebra. Sabe-se que as variáveis não se relacionam apenas algebricamente. Os diagramas, tabelas e gráficos são recursos visuais importantes para a melhoria da comunicação no estudo de funções.

Enviesando para a Física, a função, em especial a polinomial de primeiro grau, está presente em diversos conteúdos do contexto escolar aluno. Um exemplo é a lei que define o Princípio Fundamental da Dinâmica, enunciando que a força resultante ( $F_r$ ) que age sobre uma partícula de massa ( $m$ ) faz surgir sobre ela uma aceleração ( $a$ ), proporcional à intensidade da força aplicada e da mesma direção e sentido dessa força (BONJORNO et al, 1999, p. 125).

Tendo essa partícula uma característica intrínseca, que é a massa ( $m$ ), a partir daquele princípio, chegou-se à equação  $F_r = m \cdot a$ , da qual se pode concluir que a força resultante e a

aceleração são grandezas diretamente proporcionais, ou seja, se a força for constante, a aceleração por ela produzida também será constante. Essa equação é uma função polinomial do primeiro grau e pode ser representada através do gráfico 1, onde a reta mostra que a intensidade da força resultante aplicada a um corpo está em função da sua aceleração.

**Gráfico 1:** Função polinomial do primeiro grau entre as grandezas **força resultante** e **aceleração**.



Fonte: [www.fisicaevestibular.com.br](http://www.fisicaevestibular.com.br)

De um modo geral, os alunos não conseguem perceber essa relação entre as grandezas, enunciando apenas o conceito do Princípio Fundamental da Dinâmica, mas com exercícios práticos, o aluno começa a se aproximar de um aprendizado significativo. Pode-se mostrar, usando a função  $F_r = m \cdot a$ , que se aumentar o valor da intensidade da força resultante que age sobre um corpo de massa 2 kg, por exemplo, o valor da aceleração por ela adquirida também aumentará, e se a intensidade da força diminuir, a aceleração também diminuirá.

Na área do ensino da Física, pensa-se que a resolução de problemas feita pelo professor deveria ser um modelo a ser seguido pelos alunos. É o que afirma Peduzzi (1997, p. 235):

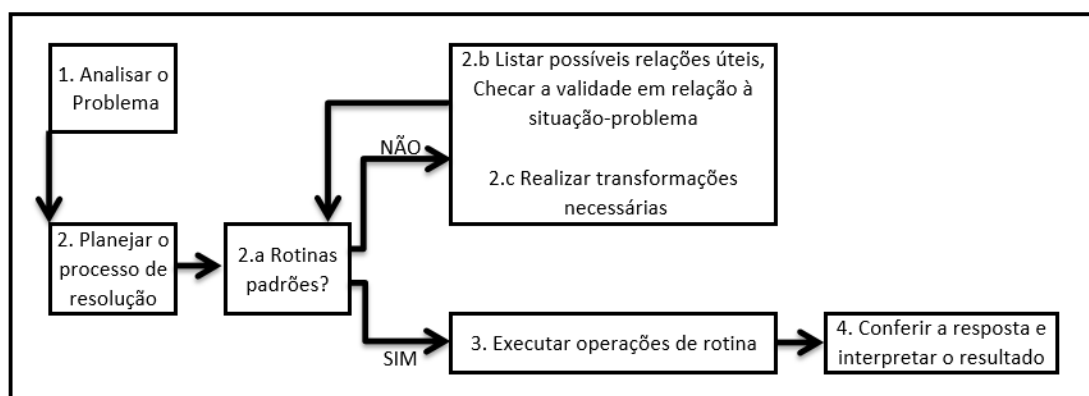
A observação atenta do aprendiz à forma como o especialista aborda uma situação nova e utiliza os conhecimentos disponíveis para equacioná-la e proceder à sua solução deveria, em princípio, ser suficiente para que o primeiro, dispondo de conhecimento relevante e seguindo o exemplo do segundo, tivesse igual sucesso no seu envolvimento com outras situações-problema.

Entretanto, isso não é o que acontece na prática, porque o professor de Física não vê a prática da resolução de problemas como uma atividade que deve ser feita com muita cautela, investigando, por exemplo, métodos de outras pessoas mais experientes nessa prática. Além

disso, antagonicamente, ele disponibiliza para o aluno enormes listas de problemas para serem solucionados, com pouco ou nenhum acompanhamento durante o processo de resolução, e constitui de problemas, quase que na sua totalidade, as avaliações que o mesmo aluno se submete.

Apresentar aqui um método não é o foco deste trabalho, mas na figura 1 a seguir está representada uma estrutura simples, elaborada por Peduzzi (1997, p. 238), que pode servir como estratégia para se resolver um problema de Física e que está fundamentada nos métodos de Polya (1995).

**Figura 1:** Esquema básico para resolução de problemas de Física elaborado por Peduzzi (1997).



Fonte: Elaborada pelo pesquisador.

A função polinomial do primeiro grau está presente em diversos problemas de Física e se um aluno conseguir associar seus conhecimentos sobre esse tipo de função a um método eficaz de resolução, provavelmente, ele obterá êxito para determinar a solução de um desses problemas.

O próximo capítulo caracteriza os sujeitos da pesquisa e o cenário de estudo, aborda o instrumento da coleta de dados e justifica os tipos de pesquisa utilizados nesse trabalho.

## 2 O CAMINHAR METODOLÓGICO

Ser professor exclusivamente da componente curricular Física em uma escola de ensino médio foi o motivo necessário e suficiente para a escolha do tema deste trabalho. A escolha pela 3ª série se deu por achar que os alunos da última série do ensino básico passaram por mais experiências com a resolução de problemas em relação aos alunos de 1ª e 2ª séries e, mesmo assim, poderiam apresentar as mesmas dificuldades em aplicar os seus conhecimentos sobre função na resolução de problemas.

O caminhar metodológico ocorreu, essencialmente, com a utilização e análise de uma lista contendo três exercícios, cuja resolução se deu através da utilização dos conhecimentos que os alunos pesquisados tinham sobre a função polinomial do primeiro grau, expressa numa equação que permite calcular a intensidade de um campo elétrico.

A lista de exercícios foi elaborada pelo professor pesquisador desta monografia, que é aquele que reflete sobre a sua própria prática docente e elabora estratégias em cima dessa prática, assumindo sua realidade escolar como um objeto de pesquisa, de reflexão e de análise (NÓVOA, 2001, apud FAGUNDES, 2016, p. 293).

### 2.1 Desenvolvimento da pesquisa

Esta monografia foi desenvolvida em torno de uma pesquisa de campo participante, com enfoque qualitativo e descritivo, e cujas finalidades estão relatadas nos itens 2.1.1 e 2.1.2. Além disso, ela define o cenário onde aconteceu a pesquisa de campo, a caracterização dos sujeitos desta pesquisa e do instrumento de coleta de dados nos itens 2.1.3, 2.1.4 e 2.1.5.

#### 2.1.1 Tipo de pesquisa quanto aos fins

Este trabalho tem um enfoque qualitativo, pois está centralizado na compreensão de conteúdos subjetivos, na caracterização da atividade envolvida e no registro das formas de qualificar o processo de ensino e aprendizagem. Esse enfoque se justifica significativamente, pois ele é, segundo Bartunek (2002), “[...] útil e necessário para identificar e explorar os significados dos fenômenos estudados e as interações que estabelecem, assim possibilitando estimular o desenvolvimento de novas compreensões sobre a variedade e a profundidade dos fenômenos sociais” (apud CLEMENT, TERRAZAN, NASCIMENTO, 2003, p. 04).

Quanto à finalidade da pesquisa, esta se delinea como descritiva, pois “[...] expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno. Pode também estabelecer correlações entre variáveis e definir sua natureza. Não tem compromisso de explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação” (VERGARA 1998, p. 45).

Nesse sentido, foi feito o estudo, a interpretação e o registro dos fatos pesquisados, sem qualquer manipulação de dados, ficando-se atento à frequência com que eles ocorreram.

### 2.1.2 Tipo de pesquisa quanto aos meios

Consultando material teórico sobre o tema em questão, realizou-se aqui uma pesquisa de campo, que segundo GONSALVES (2001, p. 67):

[...] é o tipo de pesquisa que pretende buscar a informação diretamente com a população pesquisada. Ela exige do pesquisador um encontro mais direto. Nesse caso, o pesquisador precisa ir ao espaço onde o fenômeno ocorre, ou ocorreu, e reunir um conjunto de informações a serem documentadas [...].

Esse conjunto de informações, ao qual esta autora faz menção, foi recolhido através de três exercícios realizados pelos alunos pesquisados, que tinham a pretensão de apresentar a forma como os alunos da 3ª série do ensino médio leem e interpretam os problemas de Física que envolvem a função polinomial do primeiro grau.

### 2.1.3 Cenário de estudo

O trabalho de campo foi desenvolvido em uma escola estadual de ensino médio do município de Mata de São João-BA, que tem 584 alunos, divididos entre os turnos matutino (225), vespertino (164) e noturno (195). Seu corpo docente é composto de 23 professores e conta com o trabalho 7 funcionários, distribuídos entre os serviços de portaria, limpeza, cozinha e secretaria. A estrutura da escola é pequena, com 6 salas de aula, 1 secretaria, 1 diretoria, 1 sala de professores, 1 biblioteca, 1 cozinha e 3 banheiros.

### 2.1.4 Caracterização dos sujeitos

Foram informantes desta pesquisa 42 alunos da 3ª série de ensino médio, distribuídos em duas turmas, uma do turno vespertino e uma do turno noturno. Na data em que foi

realizada a atividade de campo, as duas turmas estavam em número consideravelmente reduzido de alunos que frequentam o curso, formando um cenário habitual de acontecimento na escola.

Tais sujeitos pertencem à faixa etária de 17 a 21 anos de idade e, por serem estudantes de escola pública de uma cidade pequena do interior da Bahia, a maioria deles é de baixa renda.

Até a data da aplicação dos exercícios, desses 42 alunos, apenas 14 haviam alcançado a nota média da unidade escolar, que é de 5,0 pontos, no primeiro período letivo do ano. Eles se tornaram objetos de estudo, porque desejava-se verificar se os alunos da 3ª série, por ser a última série do ensino básico, sentem ainda grandes dificuldades em resolver problemas envolvendo função polinomial do primeiro grau.

#### 2.1.5 Instrumentos de coleta de dados

Utilizaram-se como instrumentos de coleta de dados a observação participante e o questionário. A observação participante foi realizada porque houve a “[...] participação real do pesquisador com a comunidade ou grupo [...]. Fica tão próximo quanto um membro do grupo que está estudando e participa das atividades normais deste” (LAKATOS & MARCONI, 2003, p. 194).

Tendo sido realizada aos vinte e três dias do mês de agosto do corrente ano, nas distintas salas de aula das 3<sup>as</sup> séries D e E do ensino médio do Colégio Estadual Getúlio Vargas, Mata de São João-BA, o professor observador participou da coleta de dados de modo artificial, com apenas o objetivo de coletar informações.

Além da observação participante, outro instrumento de coleta aplicado ao público pesquisado em forma de três questões sobre o conteúdo que estava sendo estudado foi a lista de exercícios, que se caracteriza por uma série de questões apresentadas ao respondente, por escrito. Um instrumento assim é, Segundo Vergara (1988, p. 52-53), às vezes chamado de teste. Pode ser aberto, cujas respostas são livres. Também precisa ter um número de questões que seja adequado à obtenção da resposta ao problema que se busca, mas que não canse o respondente.

O capítulo a seguir levanta os dados que foram obtidos na pesquisa realizada com os alunos da 3ª série do Colégio Estadual Getúlio Vargas, que fica na cidade de Mata de São João-BA, e sobre estes dados foram feitas as análises e as discussões a eles pertinentes.

### 3 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS COLETADOS

Este capítulo traz um exercício sobre o Campo Elétrico, resolvido em duas turmas de 3ª série do ensino médio, seguindo as quatro etapas de resolução de problemas consagradas por Polya (1995).

Na época da pesquisa, por estar trabalhando na componente curricular Física com os alunos da 3ª série o tema Campo Elétrico, foram elaboradas três questões simples e diretas, não contextualizadas, que exigiam somente a identificação das variáveis envolvidas, a substituição das incógnitas da equação pelos dados informados nas questões, a resolução da equação do primeiro grau descrita e a determinação do resultado, incluindo uma unidade de medida para tal solução.

Antes dos exercícios, o conteúdo foi exposto com introdução teórica através de aula tradicional, com o uso de livro didático e de lousa. Em seguida, um exercício de aplicação do conteúdo foi resolvido.

As quatro fases para resolução de um problema, descritas por Polya (1995), orientam o estudante a adotar os seguintes passos na resolução de um problema de Física:

- A) Obter esclarecimentos sobre o problema;
- B) Traçar um plano para encontrar a solução;
- C) Executar o plano, fazendo os cálculos necessários;
- D) Certificar a solução.

Sobre o conteúdo estudado em sala de aula, enunciou-se que um campo elétrico  $\mathbf{E}$  é um campo de força provocado pela ação de cargas elétricas ou sistema delas, donde uma carga de prova  $q_0$ , se colocada nesse campo, estará sujeita a ação de uma força elétrica  $\mathbf{F}$ , de tal forma que  $\mathbf{F} = \mathbf{E} \cdot q_0$  (BONJORNO et al, 1999, p. 441-442). As unidades de medida exigidas pelo Sistema Internacional de unidades para as três variáveis são o newton (N), o newton por coulomb (N/C) e o coulomb (C) para as grandezas  $\mathbf{F}$ ,  $\mathbf{E}$  e  $q_0$ , respectivamente.

As questões elaboradas e aplicadas aos sujeitos da pesquisa encontram-se como anexo da monografia.

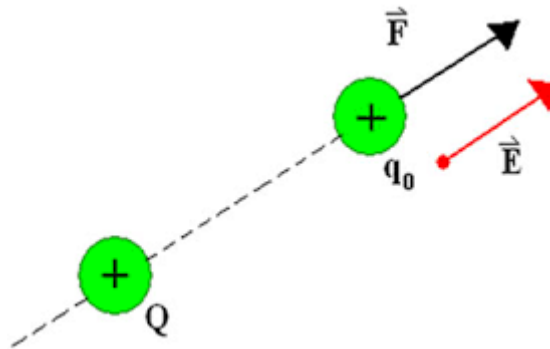
Era de se esperar que, em um aluno da 3ª série do ensino médio, mesmo não obedecendo às quatro etapas descritas para a resolução de um problema, cada uma com sua importância, lhe “[...] ocorra uma excepcional ideia brilhante e, saltando por sobre todas as

preparações, ele chegue impulsivamente à solução. Estas ideias felizes são, evidentemente, muito desejáveis [...]” (POLYA, 1995, p. 04).

O exercício de aplicação resolvido nas duas turmas pesquisadas foi seguido pelas etapas de análise, planejamento, execução e conferência, ilustradas na figura 1, da seguinte maneira:

**O exercício de aplicação:** Determine a intensidade da força elétrica que age sobre uma carga elétrica  $q_0$  de  $3 \cdot 10^{-12}$  C e que foi colocada num campo elétrico de intensidade  $2 \cdot 10^6$  N/C.

**Figura 2:** Representação da força  $F$  sobre a carga  $q_0$  no campo elétrico  $E$ .



Fonte: [www.alunosonline.uol.com.br](http://www.alunosonline.uol.com.br)

**Etapa A: Obter esclarecimentos sobre o problema.**

Nesta fase, foram listados explicitamente os dados e a informação desejada:

- carga ( $q$ ) =  $3 \cdot 10^{-12}$  C
- campo elétrico ( $E$ ) =  $2 \cdot 10^6$  N/C
- força elétrica ( $F$ ) = ?

**Etapa B: Traçar um plano para encontrar a solução.**

Este passo foi realizado em paralelo com o anterior, no qual ao ser identificada a pergunta, que é o comando da questão, e ao reconhecer a teoria, conferiram-se as unidades de medida das variáveis envolvidas.

- Comando da questão: determinar o valor da intensidade da força elétrica ( $F$ ).
- Teoria:  $F = E \cdot q_0$ .



- Unidades de medida: a carga elétrica está em coulomb (C) e o campo elétrico em newtons por coulomb (N/C), todas no Sistema Internacional de unidades, não necessitando de transformações.

**Etapa C: Executar o plano, fazendo os cálculos necessários.**

O momento de determinar a solução se deu substituindo os dados listados na expressão que delinea o exercício, resolvendo-se os cálculos necessários:

$$q_0 = 3 \cdot 10^{-12} \text{ C}$$

$$E = 2 \cdot 10^6 \text{ N/C}$$

$$F = ?$$

$$F = q_0 \cdot E$$

$$F = 3 \cdot 10^{-12} \cdot 2 \cdot 10^6$$

$$F = 6 \cdot 10^{-6} \text{ N}$$

**Etapa D: Certificar a solução.**

A resolução do exercício foi finalizada com a conferência das unidades de medida e a validação dos passos precedentes, para que a teoria enunciada fizesse sentido para os alunos. Como a força elétrica que atua sobre a carga elétrica é proporcional ao produto da carga elétrica pelo campo elétrico no qual ela se encontra, a solução encontrada foi matematicamente validada na expressão  $F = E \cdot q_0$ .

Essa etapa final da resolução do exercício foi por eles compreendida, os quais conseguiram fazer uma associação entre a teoria e a prática, ou seja, sendo  $F = E \cdot q_0$ , conseguiram associar isso à validade da igualdade  $6 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^6 \cdot 3 \cdot 10^{-12}$ .

Mesmo essa relação  $F = E \cdot q_0$ , que rege a dependência entre as grandezas **força elétrica, carga elétrica e campo elétrico**, sendo uma função simples que não exige grandes malabarismos matemáticos para a sua utilização, muitos estudantes apresentam grandes dificuldades em identificar relações desse tipo, por se tratarem de grandezas de natureza, e

identificar relações é um dos trabalhos mais importantes de quem estuda Matemática. Afinal, a ciência matemática investiga as relações entre os objetos abstratos e através delas cria modelos capazes de descrever fenômenos naturais e sociais. Algumas dessas relações chamamos de funções [...] (CAETANO; PATERLINI, 2013, p. 13).

Quando um estudante do ensino médio vai a uma bomboniere comprar doces ou a uma loja comprar roupas, o que ele faz é relacionar a quantidade de doces ou roupas que comprou com o preço a ser pago, através dos conhecimentos que ele tem sobre como as grandezas **quantidade** e **preço** variam. É muito difícil imaginar que eles pensariam em fórmulas matemáticas ou subconjuntos de produto cartesiano. Por essa razão, esperava-se que os alunos envolvidos nessa pesquisa de campo entendessem a ideia central do conceito de função, que está presente tanto no cotidiano deles, quanto na componente curricular Física que eles estudam, como sendo uma relação entre quantidades variáveis.

O cotidiano do professor leva à luz de sua experiência o fato de que, por razões variadas, muitos alunos deixam de realizar algumas etapas na resolução de um problema ou, simplesmente, as deixam de realizar. Segundo Polya (1995, p. 04), se na execução de seu plano de resolução de um problema, o aluno verificasse cada passo, muitos enganos poderiam ser evitados.

[...] alguma coisa muito inconveniente e desastrosa pode resultar se o estudante deixar de lado qualquer uma das quatro fases sem dela ter uma perfeita noção. Acontecerá o pior se o estudante atirar-se a fazer cálculos e a traçar figuras sem ter compreendido o problema. É geralmente inútil executar detalhes sem perceber a conexão principal ou sem ter feito uma espécie de plano [...]. Muitos dos melhores efeitos podem ficar perdidos se ele deixar de reexaminar e de reconsiderar a solução completa.

Mesmo não sendo aplicada aos alunos envolvidos nessa pesquisa uma lista de problemas, ou seja, uma atividade “desafiadora que envolve criação” (NETO, 2001, p. 191), a lista aplicada continha três exercícios que, segundo este mesmo autor, “envolve simples aplicação de técnicas conhecidas”.

Para a análise e discussão dos dados obtidos nos exercícios resolvidos pelos alunos pesquisados, fez-se uma relação das falhas que eles poderiam cometer durante a resolução da lista proposta, com o que se esperaria que eles fizessem, tudo isso vinculado às quatro etapas citadas neste trabalho, baseadas nas sugestões de Polya (1995), conforme a tabela a seguir:

**Tabela 1:** Listagem de falhas que os alunos podem cometer durante as quatro etapas sugeridas por Polya (1995) sobre a resolução de problemas, envolvendo Campo Elétrico.

ETAPA	AÇÃO ESPERADA	FALHA COMETIDA
A. Compreensão	Listagem dos dados fornecidos no problema	Falta de indicação dos dados da questão
	Indicação do que se deseja determinar	Falta de indicação da informação desejada
B. Planejamento	Utilização correta da equação $F = E \cdot q_0$	Falha na utilização da simbologia matemática
	Substituição dos valores fornecidos nas respectivas variáveis da equação	Erro na identificação das variáveis/substituição dos dados na equação
C. Execução	Utilização correta dos procedimentos para a resolução de uma equação do 1º grau	Inexistência ou erro de resolução da equação
	Resolução correta das operações de multiplicação, divisão ou potenciação	Erro nas operações matemáticas
D. Conferência	Finalização das operações de multiplicação, divisão ou potenciação	Operações matemáticas incompletas
	Registro correto da unidade de medida da grandeza física que é solução do problema	Erro ou falta de utilização da unidade de medida na solução do problema

Fonte: Elaborada pelo pesquisador

As análises e discussões deste capítulo estão baseadas nas resoluções da primeira questão da lista de exercícios, feitas pelos alunos pesquisados, uma vez que as outras duas questões tratam da mesma problemática, diferindo algebricamente pela variável a ser determinada e numericamente pelos valores fornecidos em cada exercício.

Embora se tenha conhecimento que neste trabalho não foram utilizados problemas, e sim exercícios, quando foi necessário justificar as resoluções feitas pelos estudantes tendo como referência as fases descritas por Polya (1995), utilizou-se o termo “problema” ao invés de “exercício”, para constituir uma relação com o tema pesquisado nesta monografia.

O ponto de partida foi a resolução registrada pela aluna M da turma D, que foi o único estudante dentre as duas turmas pesquisadas que cumpriu com rigor todas as ações esperadas descritas na tabela 1.

**Figura 3:** Resolução completa da questão 01 feita pela aluna **M**.

1º) Uma carga elétrica puntiforme com  $4 \cdot 10^{-6}$ , que é colocada em um ponto P do vácuo, fica sujeita a uma força elétrica de intensidade do campo elétrico nesse ponto P.

$q = 4 \mu\text{C}$        $E = \frac{F}{q}$        $E = \frac{1,2}{4 \cdot 10^{-6}}$   
 $F = 1,2 \text{ N}$   
 $E = ?$        $E = 0,3 \cdot 10^5 \text{ V/C}$

Fonte: Elaborada pela aluna **M**.

A questão 1 solicitou a determinação da intensidade do campo elétrico, no qual estava uma carga elétrica de  $4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  que sofria ação da força elétrica de intensidade 1,2 N. Verificou-se através da figura 3 que a aluna **M** listou os dados fornecidos na questão, assim como indicou o que era preciso determinar, demonstrando compreender o problema (etapa A). Ela apresentou um correto planejamento ao expor a equação que a conduziria à solução do problema, assim como substituiu adequadamente os dados fornecidos nas variáveis da função (etapa B). Durante a fase de execução, **M** usou um método prático e compreensível para a resolução da equação, além de não errar a divisão exigida nesse caso (etapa C). **M** finalizou a resolução do problema indicando na solução a unidade de medida exigida pelo Sistema Internacional de Unidades para a grandeza **campo elétrico** (etapa D).

Em relação à primeira fase da resolução da questão 1, uma parte considerável de alunos não estabeleceu em seu questionário os dados da questão e/ou a grandeza física que se pretendia determinar. Foi o caso do aluno **E**, que, além de não compreender o problema, demonstrou não ter esboçado um plano para executar.

**Figura 4:** Falhas cometidas pelo aluno **E** em todas as etapas da resolução.

Uma carga elétrica de  $5 \cdot 10^6 \text{ C}$  sob ação de um campo elétrico de intensidade  $2,5 \cdot 10^5 \text{ N/C}$ . Determine a intensidade da força elétrica que atua sobre esta carga.

Resposta

(B)  $E = \frac{4 \cdot 10^6}{2,5 \cdot 10^5}$   
 $E = 1,6 \cdot 10^{11} \text{ N}$

Fonte: Elaborada pelo aluno **E**.

Por esta resolução, ficou claro que o aluno **E**, assim como outros, tem dificuldades com a utilização da simbologia matemática e com a identificação de variáveis. Por essa razão, ele calculou um produto entre os dados fornecidos na questão, parecendo que sua compreensão era a de determinar sempre o valor da variável **F**, aplicando uma multiplicação direta com os valores explícitos na questão. Este aluno demonstrou ainda erro de cálculo entre potências de mesma base e falta de cuidado com o uso das unidades de medida das grandezas físicas envolvidas.

O aluno **S** cometeu erros semelhantes aos do aluno **E** no desenvolvimento da resolução dessa questão, mesmo explicitando os dados e demonstrando entender qual seria a variável a ser determinada. **S** também não associou uma divisão à equação que ele escreveu e resolveu realizar a multiplicação.

**Figura 5:** Falhas cometidas pelo aluno **S** em etapas intercaladas.

1: Uma carga elétrica puntiforme com  $4 \cdot 10^{-6}$  C, que é colocada em um ponto P do vácuo fica sujeita a uma força elétrica de intensidade 1,2 N. Determine a intensidade do campo elétrico nesse ponto P.

$$E = \frac{F}{q}$$

$$E = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 1,2 \cdot 10^6$$

$$E = 48 \cdot 10^{-12} \text{ N}$$

$$F = 1,2$$

$$q = 4 \cdot 10^{-6}$$

Fonte: Elaborada pelo aluno **S**.

Uma resolução um pouco confusa foi feita pela aluna **G**. Seus registros demonstraram suas dificuldades em fazer associações entre um exercício resolvido e um novo exercício, pois ela transcreveu parte do exemplo resolvido pelo professor, o qual exigia a determinação da força elétrica. Inicialmente, ela definiu a regra que utilizaria, escrevendo a equação. Em seguida, resolveu a equação, mas fez cálculos errados. Depois listou um dado da questão. Por fim, deixou como incógnita o valor da grandeza força elétrica, como sendo resultado de um produto que envolvia a própria força.

**Figura 6:** Confusão e erros da aluna **G**.

1- Uma carga elétrica pontiforme com  $4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ , que é colocada em um ponto  $p$  do vácuo, fica sujeita a uma força elétrica de intensidade  $1,2 \text{ N}$ . Determine a intensidade do campo elétrico nesse ponto  $p$ .

$$E = \frac{F}{q}$$

$$E = \frac{1,2}{4 \cdot 10^{-6}}$$

$$E = 3,30 \cdot 10^5$$

$$q = 4 \cdot 10^{-6}$$

$$F = 6 \cdot 10^{-6} \cdot 1,2$$

$$F =$$

Fonte: Elaborada pela aluna **G**.

Apesar de não ter compreendido bem o exercício e não ter identificado claramente as variáveis envolvidas, **G** destacou um resultado, parecendo que queria indicar que naquele destaque estaria a solução da questão. Mesmo assim, fica claro que a aluna detém um campo conceitual desestruturado. Segundo Vergnaud (1986, p. 84), “um campo conceitual pode ser definido como um conjunto de situações, cujo domínio requer uma variedade de conceitos, de procedimentos e de representações simbólicas em estreita conexão”.

Percebeu-se, através da resolução feita pela aluna **G** e por outros alunos, que existiu uma falha na conexão entre as fases defendidas por Polya (1995). Foi o caso do aluno **H**, que também não conseguiu avançar através das etapas. O aluno identificou as variáveis explícitas na atividade, mesmo que omitindo a vírgula num dos valores, e ainda atribuiu um valor qualquer à incógnita da questão. Mesmo tendo partido para a fase de execução do problema, ele deve ter sentido dificuldade em realizar a operação matemática envolvida. **H**, certamente, não compreendeu a questão e, ficando sem estratégias para a execução do seu plano, abandonou tal resolução.

**Figura 7:** Registro incompleto nas etapas A e B pelo aluno **H** e abandono da resolução.

10- Uma carga elétrica pontiforme com  $4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ , que é colocada em um ponto  $P$  do vácuo fica sujeita a uma força elétrica de intensidade  $1,2 \text{ N}$ . Determine a intensidade do campo elétrico nesse ponto  $P$ .

$$E = \frac{F}{q} \quad E =$$

$$\frac{1,2}{4 \cdot 10^{-6}} \quad \frac{1,2}{4 \cdot 10^{-6}}$$

$$q = 4 \cdot 10^{-6}$$

$$F = 1,2 \text{ N}$$

$$C = 9$$

Fonte: Elaborada pelo aluno **H**.

Diversos alunos tiveram dificuldades na resolução dos três exercícios, tendo em cada uma das questões que ser determinada a força elétrica ( $F$ ), a carga elétrica ( $q_0$ ) ou o campo elétrico ( $E$ ). As tabelas 2, 3 e 4 estão relacionadas, respectivamente, às questões 1, 2 e 3 do questionário aplicado aos 42 alunos das turmas **D** e **E** e indicam a quantidade de alunos que cometeram, pelo menos, uma das falhas em cada etapa de resolução, mencionadas na tabela 1.

**Tabela 2:** Quantidade de alunos que cometeram falhas na resolução da **questão 1**.

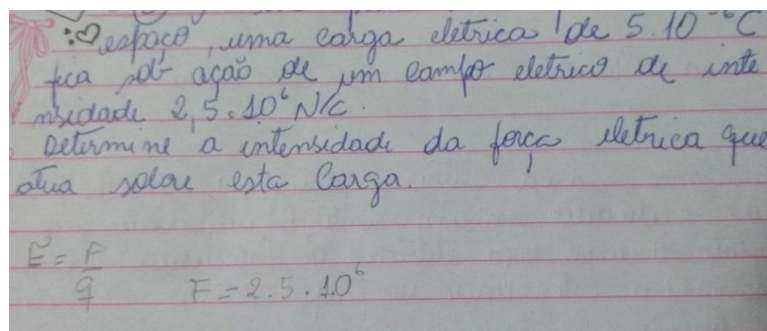
Etapa do problema	Quantidade de alunos que cometeram falhas na etapa
A. Compreensão	28
B. Planejamento	22
C. Execução	19
D. Conferência	17

Fonte: Elaborada pelo pesquisador

Os resultados da tabela 2 mostram que mais da metade desses alunos tiveram dificuldades para levantar os dados da questão e apontar qual o seu objetivo, além de não ter esboçado um plano para desenvolver a resolução da questão. Mesmo assim, um pouco mais da metade deles conseguiu calcular o valor procurado, mas dois quintos dos alunos não expressaram uma unidade de medida que desse significado à variável.

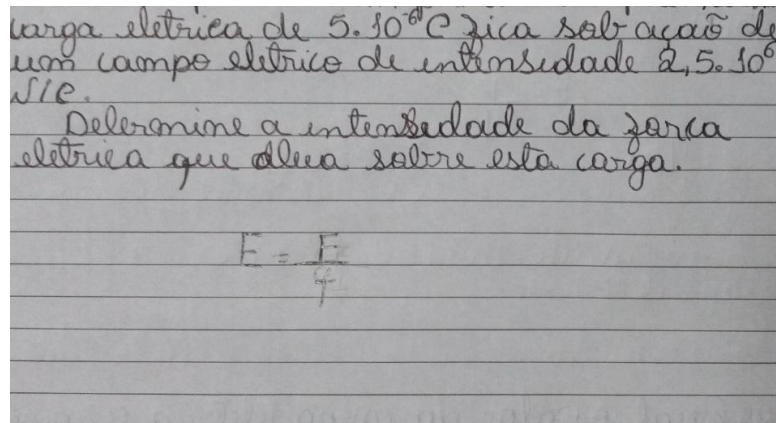
Na questão 2 era para o aluno determinar a intensidade da força elétrica ( $F$ ), podendo utilizar o exemplo resolvido pelo professor como modelo, que tinha o mesmo objetivo. Para isso, na execução da resolução, bastaria multiplicar o valor da carga ( $q_0$ ) pelo valor do campo elétrico ( $E$ ), já que  $F = E \cdot q_0$ . Entretanto, o que parecia ser a questão em que os alunos resolveriam mais facilmente, se transformou numa gama de incompreensão e abandono da atividade, como os apresentados pelos alunos **I** e **J**.

**Figura 8:** Aluno **I** não conseguiu associar os dados à função.



Fonte: Elaborada pelo aluno **I**.

**Figura 9:** Aluno **J** esboça apenas uma função que parece não lhe ter servido.



Fonte: Elaborada pelo aluno **J**.

Apesar de, praticamente, dois terços dos alunos terem acertado na multiplicação entre os valores, a grande maioria deles demonstrou incompreensão frente ao exercício, deixando de verificar seus resultados e as unidades de medida das variáveis. Os números da tabela 3 justificam esse fato.

**Tabela 3:** Quantidade de alunos que cometeram falhas na resolução da **questão 2**.

Etapa do problema	Quantidade de alunos que cometeram falhas na etapa
A. Compreensão	32
B. Planejamento	24
C. Execução	13
D. Conferência	32

Fonte: Elaborada pelo pesquisador

Neste exercício, o número de alunos que não tiveram sucesso nas etapas **A**, **B** e **D** foi maior em relação à primeira questão. A aluna **P**, como a grande maioria dos alunos, é um exemplo de quem não associou uma unidade de medida à grandeza **força elétrica**. Além disso, parece que ela pretendia calcular uma divisão, ao invés da multiplicação, consequência da incompreensão da questão.



**Figura 10:** Erro da aluna **P** nas etapas C e D.

Handwritten work for step C:  $q = 5 \cdot 10^{-6}$ ,  $E = 25 \cdot 10^5$ .  
 Handwritten work for step D:  $E = 2 \cdot 10^6$ .

Fonte: Elaborada pelo aluna **P**.

Na questão 3 a incógnita a se determinar seria a carga elétrica ( $q_0$ ). Neste exercício, o número de alunos que sentiram dificuldades para resolvê-lo, não se distancia significativamente em comparação aos outros dois exercícios. A quantidade de alunos expressa na tabela 4 explicita essa aproximação.

**Tabela 4:** Quantidade de alunos que cometeram falhas na resolução da **questão 3**.

Etapa do problema	Quantidade de alunos que cometeram falhas na etapa
A. Compreensão	30
B. Planejamento	25
C. Execução	16
D. Conferência	32

Fonte: Elaborada pelo pesquisador

Após a contagem das falhas cometidas em cada etapa de resolução nos três exercícios realizados pelos alunos, fez-se interessante calcular uma média aproximada entre essas quantidades em nível de conclusão (ver tabela 5).

**Tabela 5:** Quantidade média de alunos que cometeram falhas por etapa nas três questões.

Etapa	Quantidade média de alunos que cometeram falhas na etapa das três questões
A. Compreensão	30
B. Planejamento	23
C. Execução	16
D. Conferência	27

Fonte: Elaborada pelo pesquisador

Pode-se perceber, através dessas médias, que mais de dois terços desses alunos apresentaram dificuldades para compreender aos questionamentos, mais da metade não está

habituada a definir estratégias para a resolução de um problema e nem a concluir operações matemáticas ou a corrigir unidades de medida registradas incorretamente para uma determinada grandeza.

O capítulo seguinte trará as últimas considerações sobre este trabalho e as conclusões pertinentes ao tema pesquisado.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabe-se que o estudo de função é um conteúdo matemático muito importante no ensino médio e tem aplicações em várias ciências, possibilitando a construção de modelos para situações cotidianas e fenômenos naturais.

Sabe-se também que utilizar atividades de resolução de problemas em sala de aula, numa perspectiva investigativa, apesar de parecer algo complexo, pode se tornar uma ação didática promissora e capaz de consolidar diversos conceitos, princípios e modelos.

Sabe-se ainda que a Física é uma ciência presente no cotidiano do aluno, uma vez que permite explicar diversos fenômenos com a sua vasta aplicabilidade.

A função polinomial do primeiro grau é um conteúdo apresentado aos alunos na sala de aula. A resolução de problemas também está presente em seus contextos. A Física, nem se fala. Mas por que esses alunos não conseguem fazer relações, construir modelos, consolidar conceitos ou entender alguns fenômenos?

A distância entre a teoria e a prática parece estar cada vez mais colossal, uma vez que no ensino de Matemática e Física, os professores ainda não têm o hábito de utilizar modelos concretos, material visual ou atividades de teor investigativo.

Esta pesquisa proporcionou uma reflexão sobre a origem das dificuldades apresentadas pelos alunos da 3ª série do ensino médio em aplicar conceitos de função polinomial do primeiro grau na resolução de problemas de Física. Isto pode ser o resultado de abordagens fragilizadas na resolução de problemas matemáticos, o que acabam influenciando na resolução de problemas no âmbito da Física, uma vez que estes se utilizam da linguagem e procedimentos matemáticos, como é a função polinomial do primeiro grau, neste caso. Transtornos em fazer associações entre um exercício pronto e um novo exercício também podem estar vinculados a estas dificuldades.

Faz-se necessário refletir que, se o estudo de função começar a partir da ideia de relação e de suas representações visuais, como diagramas, tabelas e gráficos, o aluno poderá dar sentido a esse estudo e ter uma aprendizagem mais significativa. E se na sua prática, o professor considerar o aluno um participante ativo, os problemas como ferramentas de precisão e a atividade de resolução de problemas um conjunto de ações coordenadas, tudo isso poderá contribuir para minimizar as dificuldades sentidas pelos alunos.

## REFERÊNCIAS

BRASIL – **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. (3º e 4º ciclos do ensino fundamental)**. Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo, Contexto, 2002. 388 p.

BONJORNO, J. R.; BONJORNO, R. A.; BONJORNO, V.; RAMOS, C. M. **Física Fundamental - Novo: volume único**. São Paulo: FTD, 1999.

CAETANO, P. A. S.; PATERLINI, R. R. **Matemática na prática: curso de especialização em ensino de Matemática para o ensino médio – módulo II**. Cuiabá/MT, Central de Texto, 2013.

CLEMENT, L.; TERRAZAN, E. A.; NASCIMENTO, T. B. **Resolução de problemas no ensino de Física baseado numa abordagem investigativa**. Bauru/SP: IV ENPEC, 2003.

CORREIA, L. C.; SIBILA, M.; SOUZA, N. A. **Erro e avaliação da aprendizagem: aproximando sentimentos e concepções**. Londrina/PR: I Jornada de Didática, 2012.

D'AMBROSIO, B. S. **Como Ensinar Matemática Hoje? Temas e debates**. SBEM, ano 2, n.2, Brasília, 1989, p.15-19. Disponível em: <http://www.academia.edu>.

FAGUNDES, T. B. **Os conceitos de professor pesquisador e professor reflexivo: perspectivas do trabalho docente**. Revista Brasileira de Educação, V. 21, N. 65, abr-jun, 2016.

GONSALVES, Elisa Pereira. **Iniciação à Pesquisa Científica**. 2ª ed. Campinas, SP. Editora Alínea, 2001.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo, Atlas, 2003.

LUCKESI, C. C. **Prática escolar: do erro como fonte de castigo ao erro como fonte de virtude**. São Paulo: FDT, 1998. Disponível em: <http://www.crmariocovas.sp.gov>.

MAGARINUS, R. **Uma proposta para o ensino de funções através da utilização de objetos de aprendizagem.** Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT). Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2013.

NETO, Ernesto R. **Didática da Matemática.** 11<sup>a</sup> ed. São Paulo, Ática, 2001.

PATY, Michel. **A matéria roubada.** EdUsp. São Paulo, 1995. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=zJ9egwiAlsGC&pg=PA303&lpg=PA303&dq=michel+paty+a+mat%C3%A9ria+roubada&source=bl&ots=KBSK8V9xqk&sig=uEAEAIICFTNrf2N0aCAxPIirNOg&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwi-5s639PfvAhUGslQKHQCaCJY4ChDoAQhCMAk#v=onepage&q=michel%20paty%20a%20mat%C3%A9ria%20roubada&f=false>

PEDUZZI, L. O. Q. **Sobre a resolução de problemas no ensino da física.** In: Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis/BRA, UFSC, v.14 n.3, p.229-253, 1997.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas.** Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

SANTOS, J. M. A.; ARAÚJO, L. S. A.; MELO, M. S.; SILVA, A. C. B. **Percepção dos alunos sobre a utilidade da matemática no cotidiano.** Campina Grande: V ENID, 2015.

SODRÉ, U. **Modelos matemáticos.** Londrina/PR: UEL, 2007.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração.** 2<sup>a</sup> ed. São Paulo, Atlas, 1998. Disponível em: <https://docslide.com.br/documents/vergara-sylvia-constant-projetos-e-relatorios-de-pesquisa-em-administracao.html>.

VERGNAUD, G. **Psicologia do desenvolvimento cognitivo e didática das matemáticas. Um exemplo: as estruturas aditivas.** *Análise Psicológica*, 1 (v), 1986, p 75-90.

**ANEXO – LISTA DE EXERCÍCIOS**

**Questão 1:** Uma carga elétrica puntiforme com  $4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  é colocada em um ponto P do vácuo e fica sujeita a ação de uma força elétrica de intensidade 1,2 N. Determine a intensidade do campo elétrico nesse ponto.

**Questão 2:** Ao ser posta num ponto do espaço, uma carga elétrica de  $5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  fica sob a ação de um campo elétrico de intensidade  $2,5 \cdot 10^6 \text{ N/C}$ . Determine a intensidade da força elétrica que atua sobre esta carga.

**Questão 3:** Qual o valor da carga elétrica  $q_0$ , que está sujeita à ação de uma força elétrica de  $7 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ , quando colocada num campo elétrico de intensidade  $2 \cdot 10^3 \text{ N/C}$ ?