

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA
JOÃO FELIPE DE SOUZA

UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE AS POSSIBILIDADES INTERDISCIPLINARES NO
ENSINO DE FUNÇÕES APLICADAS À QUÍMICA E À FÍSICA

SÃO JOÃO EVANGELISTA
2019

JOÃO FELIPE DE SOUZA

**UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE AS POSSIBILIDADES INTERDISCIPLINARES NO
ENSINO DE FUNÇÕES APLICADAS À QUÍMICA E À FÍSICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista - como exigência parcial para obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Alves de Farias

Coorientador: Prof. Me. Wálmisson Régis de Almeida

SÃO JOÃO EVANGELISTA

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

S719i
2020 Souza, João Felipe de.

Uma investigação sobre as possibilidades interdisciplinares no ensino de funções aplicadas à química e à física. / João Felipe de Souza. – 2020.
56fl. ; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2020.

Orientador: Dr. Marcos Alves de Farias.

Coorientador: Me. Wálmisson Régis de Almeida.

1. Interdisciplinaridade. 2. Ensino de funções 3. Matemática aplicada à Química e à Física. I. Souza, João Felipe de. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. III. Título.

CDD 515.7

Elaborada pela Biblioteca Professor Pedro Valério
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
Campus São João Evangelista
Bibliotecária Responsável: Rejane Valéria Santos – CRB-6/2907

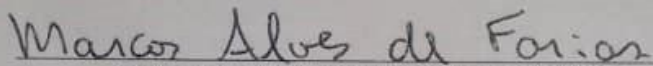
JOÃO FELIPE DE SOUZA

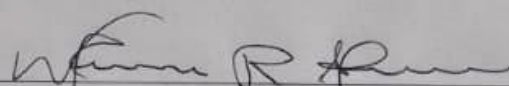
**UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE AS POSSIBILIDADES INTERDISCIPLINARES NO
ENSINO DE FUNÇÕES APLICADAS À QUÍMICA E À FÍSICA**

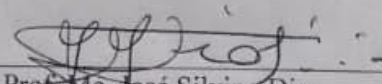
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista - como exigência parcial para obtenção do título de Licenciado em Matemática.

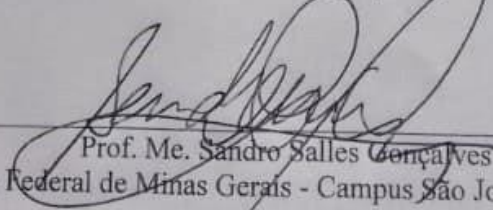
Aprovado em: ...09/...12/...2019

BANCA EXAMINADORA


Orientador: Prof. Dr. Marcos Alves de Farias
Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Bambuí


Coorientador: Prof. Me. Walmisson Régis de Almeida
Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista


Prof. Me. José Silvino Dias
Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista


Prof. Me. Sandro Salles Gonçalves
Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista

AGRADECIMENTOS

Eu, João Felipe, agradeço, primeiramente a Deus por ter me dado força, vida e saúde. À minha família, principalmente a minha mãe pelo apoio e carinho, que foram necessários para alcançar meus objetivos. Ao professor Dr. Marcos Alves de Farias pela orientação e dedicação durante a pesquisa, sem o qual nada do que foi realizado teria sido possível. Ao coorientador do trabalho Me. Wálmisson Régis de Almeida e a professora Dra. Sandra Regina do Amaral, por me incentivarem e me ajudarem durante todas as etapas da pesquisa. Aos mestres e doutores da Licenciatura em Matemática do IFMG-SJE que compartilharam seus conhecimentos e vivências profissionais durante a graduação, contribuindo para minha formação tanto pessoal quanto profissional. Agradeço a todos os meus colegas com os quais foram compartilhados momentos de alegria e tristeza durante a graduação. E a todos que de alguma forma contribuíram para o bom andamento deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

*“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar,
divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais
bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua
misterioso diante de meus olhos.”*

(Isaac Newton)

RESUMO

O presente trabalho traz resultados de uma pesquisa-ação de cunho qualitativo, realizada com alunos da Escola Estadual Josefina Pimenta de São João Evangelista, com o objetivo de verificar quais seriam as possibilidades e dificuldades em se utilizar metodologias que privilegiam o ensino interdisciplinar do conteúdo de funções. Este estudo foi realizado com base em referenciais teóricos e a partir da realização de oficinas interdisciplinares, explorado as aplicações das funções nas disciplinas de Química e Física. Os resultados apresentados permitiram perceber algumas possibilidades que podem surgir na utilização de oficinas interdisciplinares, como, despertar um maior interesse nos alunos pelo conteúdo ensinado, fato que pode contribuir no processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Ensino de funções. Matemática aplicada à Química e à Física.

ABSTRACT

This work presents the results of a qualitative action research carried out with students from the Josefina Pimenta de São João Evangelista State School, aiming to verify the possibilities and difficulties in using methodologies that favor the interdisciplinary teaching of the content of functions. This study was conducted based on theoretical references and from the holding of interdisciplinary workshops, exploring the applications of functions in the disciplines of chemistry and physics. The results presented allowed us to understand some possibilities that may arise in the use of interdisciplinary workshops, such as arousing a greater interest in students for the content taught, a fact that can contribute to the teaching and learning process.

Keywords: Interdisciplinarity. Teaching of functions. Applied Mathematics to Chemistry and Physics.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Alunos em trios realizando a atividade da primeira oficina.....	33
FIGURA 2 - Cartas do jogo de funções do primeiro grau	35
FIGURA 3 - Momento do jogo sobre função afim	37
FIGURA 4 - Momento do experimento com o ovo	40
FIGURA 5 - Momento de formalização do conteúdo ensinado durante a oficina de densidade	41
FIGURA 6 - Representação vetorial do veículo de Fernando.....	44
FIGURA 7 - Imagem do vídeo Chernobyl.....	49

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Acertos e erros dos grupos em cada questão do problema	34
--	----

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Materiais utilizados no experimento de densidade	37
QUADRO 2 - Respostas dos alunos referentes ao questionário sobre a oficina II	42
QUADRO 3 - Velocidade do carro de Fernando em função do tempo.....	44
QUADRO 4 - Variação da posição do carro de Fernando em função do tempo	46
QUADRO 5 - Texto sobre o acidente de Chernobyl.....	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Apresentação do tema.....	14
1.2	Problema	15
1.3	Justificativa	15
1.4	Objetivos.....	16
1.4.1	Objetivo Geral	16
1.4.2	Objetivos Específicos	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Matemática e educação: uma breve reflexão	17
2.2	Interdisciplinaridade no Ensino	19
3	METODOLOGIA.....	22
3.1	Sujeito da pesquisa	23
3.2	Descrição do percurso metodológico dentro dos métodos da pesquisa-ação	24
3.2.1	Análise e delimitação da situação inicial.....	25
3.2.2	Delineamento da situação final, em função dos critérios de desejabilidade e de factibilidade	26
3.2.3	Identificação de todos os problemas a serem resolvidos para permitir a passagem do primeiro ao segundo	26
3.2.4	Planejamento das ações correspondentes	27
3.2.5	Execução e avaliação das ações.....	27
3.3	Descrição do percurso metodológico dentro dos métodos da modelagem matemática	27
3.3.1	Escolha de temas.....	28
3.3.2	Coleta de dados.....	28
3.3.3	Análise de dados e formulação de modelos.....	28
3.3.4	Validação.	29
3.4	Descrição do percurso metodológico dentro dos métodos de resolução de problemas	29
3.4.1	Preparação do problema.	30
3.4.2	Leitura individual.....	30
3.4.3	Leitura em conjunto.....	30

3.4.4	Resolução do Problema.	30
3.4.5	Observar e incentivar.	30
3.4.6	Registro das resoluções na lousa.	30
3.4.7	Plenária.	31
3.4.8	Busca do consenso.	31
3.4.9	Formalização do conteúdo.	31
4	ANÁLISE E REFLEXÕES DOS TRABALHOS REALIZADOS.....	31
4.1	Oficinas Interdisciplinares	31
4.1.1	Oficina I - Movimento e Introdução às Funções	32
4.1.2	Oficina II - Densidade e Função linear	37
4.1.3	Oficina III - O Movimento Retilíneo Uniformemente Variado e as Funções Afim e Quadrática.....	43
4.1.4	Oficina IV - Decaimento Radioativo e a Função Exponencial.....	48
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
6	REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão apresentados os principais aspectos que nortearam a pesquisa, os caminhos metodológicos e as formas de coleta de dados para posteriormente serem analisados.

Na atualidade, os professores têm enfrentado grandes desafios em suas práticas devido à defasagem de conteúdos básicos apresentados pelos alunos e nas disciplinas de exatas, tal defasagem pode ser percebida de forma ainda mais aparente. No que diz respeito aos conteúdos matemáticos, muitos professores sentem dificuldade em recapitular conteúdos anteriores e no que tange ao Ensino Médio, a introdução de novas disciplinas, como a Física e a Química, só acentuam essas dificuldades.

Tomando como base os Parâmetros Curriculares Nacionais no Ensino Médio (PCNEM), pode-se perceber uma tendência específica para o direcionamento do ensino. Espera-se uma nova abordagem para os conteúdos ensinados em geral, tornando as disciplinas mais técnicas, práticas e aplicáveis, ou seja, carregadas de significado.

A Base Nacional Comum contém em si a dimensão de preparação para o prosseguimento de estudos e, como tal, deve encaminhar no sentido de que a construção de competências e habilidades básicas, e não o acúmulo de esquemas resolutivos pré-estabelecidos, seja o objetivo do processo de aprendizagem. É importante, por exemplo, operar com algoritmos na Matemática e na Física, mas o estudante precisa entender que, frente àquele algoritmo, está de posse de uma sentença de linguagem matemática, com seleção de léxico e com regras de articulação que geram uma significação e que, portanto, é a leitura e escrita da realidade ou de uma situação desta (BRASIL, 2000a, p.16).

Muito além dos problemas de defasagem, apresentados por parte dos alunos do Ensino Médio, observa-se um baixo aproveitamento em relação ao número de conteúdos ensinados. Os resultados das provas externas como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e o Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), demonstram que, boa parte dos alunos apenas passam pelos conteúdos, mas não conseguem consolidá-los, ou aplicar esses conhecimentos em questões contextualizadas de Matemática. Romper com os métodos tradicionais de ensino traz inúmeros desafios. Os PCN apontam direcionamentos quanto às práticas de ensino que privilegiam a interdisciplinaridade, possibilitando que disciplinas diferentes possam ser relacionadas. Tomaz e David (2008) fazem algumas considerações:

As reformulações curriculares sempre apontam para o ensino de Matemática contextualizado e interdisciplinar. A interdisciplinaridade pode ser entendida como diferentes propostas, com diferentes perspectivas, entre elas, aquelas que defendem um ensino aberto para inter-relações entre Matemática e outras áreas do saber científico ou tecnológico, bem como com as outras disciplinas escolares (TOMAZ & DAVID, 2008, p.14).

1.1 Apresentação do tema

A presente pesquisa teve como objetivo principal investigar as possibilidades e desafios que podem surgir ao adotar-se na prática as metodologias de ensino voltadas para a interdisciplinaridade. Neste caso em particular, foram exploradas as aplicações do estudo de funções que se faz na disciplina de Matemática aos conteúdos de Física e Química dentro do Ensino Médio.

A temática da interdisciplinaridade será discutida, principalmente na perspectiva dos documentos curriculares e de Ivani Fazenda (2008). Segundo a autora, interdisciplinaridade surgiu para romper com os processos de mecanização e fragmentação do ensino.

No que tange à metodologia de pesquisa, destacam-se a metodologia pesquisa-ação, em que o pesquisador gera uma ação e analisa os dados coletados, tem como objetivo a transformação do ambiente a partir de medidas corretivas dos problemas observados pelo pesquisador, sendo considerada uma metodologia participativa, de acordo com Michel Thiollent (2011).

No que tange à metodologia de intervenção, destacam-se as metodologias de resolução de problemas e a modelagem matemática. Para Fazenda (2008b), a Matemática surge para resolver problemas práticos do cotidiano, seguindo esse pensamento, para a autora, a Matemática nasceu carregada de significado. Apesar disso, com o passar dos anos, o seu ensino na Educação Básica foi “fragmentado” e separado de suas aplicações, tornando-a uma disciplina “mecânica”, de repetição e replicação de algoritmos preestabelecidos, perdendo grande parte da sua perspectiva de criação humana.

O conteúdo de Funções, é extremamente rico em aplicações, descrevendo padrões que ocorrem na natureza e no âmbito social de diversas maneiras. Disciplinas como Física e Química muito se utilizam de seu conteúdo, de modo que uma abordagem interdisciplinar na qual se utilize o ensino de Funções para uma melhor aprendizagem nos campos da Física e Química pode ser proposta (BRASIL 2000b).

1.2 Problema

Ao longo da educação escolar, o ensino de Matemática perdeu muito do seu significado devido à compartimentação e fragmentação de conhecimentos, modelo que foi por muitos anos perpetuado devido à própria formação dos professores, que tendem a replicar essa prática em suas aulas (FAZENDA, 2008b).

Para Fazenda (2008), o professor formado no modelo tradicional de ensino depara-se com situações para as quais não foram preparados, dentre elas, a abordagem interdisciplinar no processo de ensino. No entanto a interdisciplinaridade pode ser uma valiosa ferramenta, na tentativa de proporcionar aos alunos uma formação que possibilite refletir sobre sua realidade, facilitando o enfrentamento da crise de conhecimento e das ciências.

O ensino interdisciplinar de Matemática foi abandonado ao longo do tempo por diversos fatores e, por isso, retomar essa metodologia de ensino poderá acarretar grandes desafios. Como seria possível reverter o paradoxo imposto pela fragmentação e mecanização do ensino, buscando estratégias didáticas em que a Matemática se apresente de forma contextualizada e interdisciplinar?

Faz-se necessário investigar como tornar possível na prática essa perspectiva, além de fazer uma análise quanto às possibilidades e as principais dificuldades que poderão ser enfrentadas pelos docentes ao utilizar tais métodos em suas aulas. Portanto, apresenta-se a seguinte questão norteadora: “como trabalhar o conteúdo de Funções no primeiro ano do Ensino Médio de maneira interdisciplinar aplicada à Química e à Física? E quais seriam as possibilidades e desafios dessas práticas?”.

1.3 Justificativa

O tema interdisciplinaridade no ensino de Matemática vem sendo discutido como forma de contextualizar as suas aplicações, possibilitando um maior aprendizado em uma ou mais disciplinas. Física e Química são disciplinas que podem se beneficiar diretamente de um trabalho interdisciplinar com a Matemática, pois têm nessa ciência as suas principais ferramentas de análise e descrição de fenômenos. Observa-se que os métodos de ensino utilizados na Educação Básica para ensinar Matemática não têm sido beneficiados dessas inter-relações existentes, que poderiam enriquecer suas práticas, limitando-se ao processo de decorar

fórmulas e teoremas, perdendo toda a discussão e construção de conhecimento junto aos alunos por apresentar apenas modelos prontos.

Os PCN apontam uma necessidade de retornar o ensino de Matemática no âmbito da Educação Básica para a sua gênese, ou seja, há uma necessidade de criar práticas que favoreçam uma reconexão entre as Ciências e a Matemática. Para Fazenda (2008) “Essa reconexão ou religação deixa de enfatizar apenas as partes e articula-se com o todo, em todas as suas implicações, em toda a sua complexidade e riqueza, já que o todo contém sempre algo mais que a soma das partes” (FAZENDA, 2008b, p.72).

Este trabalho se justifica pela necessidade de investigar a prática, possibilidades e desafios de trabalhar os conteúdos matemáticos de forma contextualizada, realizando um trabalho interdisciplinar. Além disso, pela possibilidade de apresentar formas eficazes de desenvolver essas aulas, possibilitando a criação de um material que possa inspirar novas práticas voltadas para interdisciplinaridade.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Investigar as possibilidades e desafios do Ensino Interdisciplinar no conteúdo de Funções, com aulas que contextualizam a Matemática em suas aplicações na Química e na Física, em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Planejar e aplicar oficinas interdisciplinares nas aulas de Matemática, abordando o conteúdo de Funções de forma aplicada a Química e a Física.
- Registrar e analisar os resultados obtidos no decorrer da pesquisa, como: questionários; recolha de protocolos escritos (atividades avaliativas, trabalhos em grupo, avaliações bimestrais); observações (relatórios sobre as atividades desenvolvidas durante as oficinas).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Matemática e educação: uma breve reflexão

A educação matemática tem atualmente, em suas linhas de frente, segundo Fonseca (1995):

[...] um cuidado crescente com o aspecto sociocultural da abordagem matemática. Defendem a necessidade de contextualizar o conhecimento matemático a ser transmitido, buscar suas origens, acompanhar sua evolução, explicitar sua finalidade ou seu papel na interpretação e na transformação da realidade do aluno [...] ampliar a repercussão que o aprendizado daquele conhecimento possa ter na vida social, nas opções, na produção e nos projetos de quem aprende (p.53).

Buscando assim implementar uma prática pedagógica, diferente daquela defendida nas concepções tradicionais. A abordagem tradicional de ensino é, segundo Mizukami (2009, p.11), “caracterizada pela concepção de educação como um produto, já que os modelos a serem alcançados estão pré-estabelecidos, daí a ausência de ênfase no processo. Trata-se, portanto, da transmissão de ideias selecionadas logicamente”. Neste sentido, “aos alunos são apresentados somente os resultados desse processo, para que sejam armazenados” (p.10).

Diz respeito a uma concepção de ensino e aprendizagem baseado no modelo transmissão-recepção que é retratada na prática quase que exclusivamente para a retenção do que se considera “saber sistematizado”, de posse do professor, transmitido ao aluno, considerado, conforme explica Schnetzler e Aragão (1995), como “tábula rasa”. Nesse modelo, o professor atua como transmissor de conhecimento e os alunos receptores, não havendo nenhuma contribuição dos alunos no processo de ensino e aprendizagem.

Como consequência disso, criou-se uma geração de alunos com um raciocínio mecanizado, forjado pelo modelo tecnicista, no qual a exercitação exaustiva das regras operatórias do cálculo algébrico visando a memorização prejudicou a compreensão e a contextualização, necessárias para a aprendizagem significativa em matemática. Desta geração, muitos alunos, como eu, tornaram-se professores da disciplina, levando para a sua prática docente esta formação, resultado da aplicação distorcida da matemática moderna, mais de trinta anos depois do seu início (FAZENDA, 2008b, p.107).

Paulo Freire (1996) descreveu essa abordagem de ensino como “educação bancária”. Que tem como foco o professor, aquele que tudo sabe e faz seu depósito no aluno, que recebe passivamente o conhecimento. Contrapondo-se a esta perspectiva tradicional, o autor propõe uma relação dialógica horizontal, no qual o professor facilita o acesso às informações de forma contextualizada, e o aluno tem a oportunidade de construir seu conhecimento e sua consciência de mundo.

Fazenda (2008b) em defesa da relação horizontal, frisa que na relação vertical:

[...] não há espaço para o diálogo, a interação, a criatividade e a transformação. É um processo autoritário, no qual o professor "tudo sabe" e usa de uma falsa "generosidade" quando doa um pouco de seu saber para o aluno que "nada sabe". Esta relação é uma forma de manter a ideologia da opressão, pois o aluno vê, no professor, o opressor da sociedade. Partindo da premissa de que a interdisciplinaridade parte muito mais da interação entre as pessoas do que entre os conteúdos das disciplinas, se não há espaço para o diálogo, a interação entre as pessoas não encontrará espaço para ser exercida. Deste modo, o ensino da matemática tal como o descrevemos está longe dos princípios da interdisciplinaridade: humildade, espera, respeito, coerência e desapego. Especialmente aos professores é necessária humildade para entenderem que estão tecendo juntos com os alunos uma rede de significados e que a contribuição do outro é fundamental. É preciso saber esperar o momento oportuno no qual cada um esteja pronto e se apresente, tal qual a borboleta (p.103).

Neste pensar, o saber matemático deveria permitir a pessoa intervir criticamente nas ações cotidianas, capacitando para construção de argumentos frente às problemáticas de vida. Cabendo ao professor, de acordo com Lopes (2011, p.7) “[...] redimensionar a abordagem dos conceitos matemáticos, considerando que estes foram construídos sócio-historicamente e essa trajetória não pode ser ocultada”.

Fazenda (2008b) também chama atenção para o papel do professor ao afirmar que:

Fala-se em crise de teorias, de modelos, de paradigmas, e o problema que resta a nós educadores é o seguinte: é necessário estudar-se a problemática e a origem dessas incertezas e dúvidas para conceber uma educação que as enfrente. Tudo nos leva a crer que o exercício da interdisciplinaridade facilitaria o enfrentamento dessa crise de conhecimento e das ciências (p.70).

As novas propostas de ensino para Matemática, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997) pretendem romper seu estigma de disciplina “difícil”. Seguindo as perspectivas apresentadas pelos documentos oficiais norteadores das práticas pedagógicas, há a defesa da importância de uma formação aos alunos voltada para a vida em sociedade e mercado de trabalho. Nesta lógica, a disciplina de Matemática, vista antes como “filtro social” que separava os alunos por níveis intelectuais, precisa atravessar as barreiras impostas pelo conteúdo e desempenhar seu novo papel. Entende-se assim que:

Quando ocorrer a adesão ao novo, surgirá nova visão do ensino da Matemática, não só como retenção, dificuldades e formulação de conceitos definidos e não assimilados, que é a realidade que por hora se apresenta. Que se quer no momento presente não é o treino, mas a aquisição de conhecimentos pelo gosto das características que enriquecem o ensino matemático (BRASIL 1997, p.34-35).

Ao reconhecer a necessidade de mudança e estabelecimento de uma nova abordagem de ensino, o documento defende que a Matemática:

[...] deve ser vista pelo aluno como um conjunto de técnicas e estratégias para serem aplicadas a outras áreas do conhecimento, assim como para a atividade profissional. Não se trata de os alunos possuírem muitas e sofisticadas estratégias, mas sim de desenvolverem a iniciativa e a segurança para adaptá-las a diferentes contextos, usando-as adequadamente no momento oportuno (BRASIL, 2000b, p.40).

A Matemática presente no Ensino Médio é muito mais que uma formalização das Exatas, tendo em si todos os significados que uma Ciência requer. Quando se pensa em Matemática, algumas pessoas logo pensam em exercícios de execução de algoritmos, como expressões, equações e funções. No entanto, a Matemática é muito mais do que isso, ela valida e dá significado aos conhecimentos resultantes das vivências do cotidiano da sociedade, sendo necessária, por exemplo, para o ensino de Química e Física, ou seja, é a linguagem que possibilita a expressão e materialização de outras ciências (BRASIL, 2000b).

Sobre a importância de conceitos matemáticos, e suas aplicações nas outras disciplinas como, por exemplo, a Química, Walvy (2003) considera que:

[...] os conceitos matemáticos que fazem parte da bagagem cultural que os alunos trazem da escola primária, foram adquiridos de uma forma mecânica, foram impostos e não construídos por eles, foram abordados como tendo um fim em si mesmos e não foram vistos em situações concretas. Se os alunos não compreendem de que modo os conhecimentos básicos para o estudo da Química estão ligados ao mundo real, eles nunca os considerarão como ferramentas válidas (p.1).

De acordo com Barboza (2016), como parte da conclusão de sua pesquisa de monografia, percebeu-se que para os alunos, os conteúdos de Matemática estão inseridos na Química, porém de forma bem rasa e apenas nas partes onde são necessárias as efetuações de cálculos. E quanto aos conceitos que são vistos em um mesmo bimestre, percebe-se que acabam sendo “descartados” para que outro conteúdo diferente seja introduzido, instituindo assim um processo que acontecesse repetidas vezes, dificultando a percepção de que tais conceitos seriam necessários para a construção de conteúdos mais complexos.

Destaca-se assim a importância de o aluno perceber “[...] que as definições, demonstrações e encadeamentos conceituais e lógicos têm a função de construir novos conceitos e estruturas a partir de outros e que servem para validar intuições e dar sentido às técnicas aplicadas” (BRASIL, 2000a, p.40-41).

2.2 Interdisciplinaridade no Ensino

Considerando que no mundo globalizado, surge a necessidade de criar novas formas de ensinar, garantindo que estas práticas sejam voltadas para as necessidades reais da sociedade

(FAZENDA, 2008a), entende-se que trabalhar Matemática em conjunto com outras disciplinas pode transpor a fragmentação, proporcionando o desenvolvimento de competências necessárias em outras áreas.

Uma educação que abraça a interdisciplinaridade navega entre dois polos: a imobilidade total e o caos. [...] O processo interdisciplinar desempenha um papel decisivo no sentido de dar corpo ao sonho de fundar uma obra de educação à luz da sabedoria, da coragem e da humanidade (FAZENDA, 2008a, p. 8).

Interdisciplinaridade é, segundo Fazenda (2008b, p.72), um termo novo, que surgiu para suprir antigas reivindicações, explica que: “Para alguns, surgiu da necessidade de reunificar o conhecimento; para outros, como um fenômeno capaz de corrigir os problemas procedentes dessa fragmentação; outros ainda a consideram uma prática pedagógica”.

Fazenda (2008b, p.94) explica ainda que “A interdisciplinaridade passa, então, a não ser mais vista como a negação da disciplina. Ao contrário, é justamente na disciplina que ela nasce. Muito mais que destruir as barreiras que existem entre uma e outra, a interdisciplinaridade propõe sua superação”.

É por isto que a pergunta sobre o sentido de se aprender uma disciplina desvinculada da sua aplicação no cotidiano, devido à enorme distância entre a matemática do aluno e a dos cientistas, nos conduz à prática interdisciplinar, na tentativa de superar os problemas de compreensão e de aprendizagem (FAZENDA, 2008b, p.106)

Documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), defende uma abordagem interdisciplinar, mas evidenciam que:

[...] a interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Em suma, a interdisciplinaridade tem uma função instrumental. Trata-se de recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos (BRASIL, 2000b, p. 21).

Tais documentos destacam ainda a função da interdisciplinaridade como eixo integrador, podendo ser desenvolvida por meio de um plano de intervenção ou projeto de investigação, orienta-se nestes casos que:

[...] deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários. Explicação, compreensão, intervenção são processos que requerem um conhecimento que vai além da descrição da realidade e mobiliza competências cognitivas para deduzir, tirar inferências ou fazer previsões a partir do fato observado (BRASIL, 2000a, p.76).

Nesta perspectiva, quando os assuntos são tratados em prol de uma compreensão global, articulando-se competências desenvolvidas em uma área ou no conjunto delas, podendo assumir um aprendizado de âmbito, ao mesmo tempo, multidisciplinar e interdisciplinar. Enfim, é possível, mesmo que dentro de cada disciplina, que se desenvolva uma perspectiva mais abrangente que transborde os limites disciplinares (BRASIL, 2000a).

O ensino de forma interdisciplinar pode contribuir para o bom aprendizado da Matemática, pois favorece o desenvolvimento de habilidades nos alunos como: identificar, relacionar e utilizar conceitos da Matemática presentes nas demais disciplinas, estabelecer conexões entre diferentes temas matemáticos e o conhecimento de outras áreas do currículo (BRASIL, 2000b).

Ao se pensar nos conteúdos matemáticos propostos para o Ensino Médio num contexto interdisciplinar, os PCNEM (BRASIL, 2000b) cita o estudo das funções, que podem ser utilizadas em outras disciplinas, neste sentido afirma-se que:

O estudo das funções permite ao aluno adquirir a linguagem algébrica como a linguagem das ciências, necessária para expressar a relação entre grandezas e modelar situações-problema, construindo modelos descritivos de fenômenos e permitindo várias conexões dentro e fora da própria Matemática. Assim, a ênfase do estudo das diferentes funções deve estar no conceito de função e em suas propriedades em relação às operações, na interpretação de seus gráficos e nas aplicações dessas funções (BRASIL, 1997, p.121).

Permite-se pensar então que as funções afim e quadrática podem ser utilizadas em outras disciplinas, como por exemplo, na Física, para o estudo dos movimentos uniforme e uniformemente variado; assim como a função logarítmica pode ser empregada na Química, para o estudo do pH das soluções ácidas.

A modelagem matemática, segundo Bassanezi (2015), é a habilidade criativa de desenvolver modelos matemáticos capazes de solucionar problemas concretos de outras áreas do conhecimento. A utilização de tal metodologia possibilita o desenvolvimento da autonomia dos alunos e os coloca como protagonistas do processo de ensino e aprendizagem.

Já a metodologia de resolução de problemas, proposta por Onuchic (1999); Onuchic e Zuffi (2007); Allevato e Onuchic (2011), trabalham com a perspectiva que problema é tudo o que o aluno não sabe fazer, mas que terá interesse em resolver. Para trabalhar nessa metodologia, é necessário que o professor crie situações-problema que estimulem o aluno a

pensar, que lhe cause uma sensação de desafio, e por fim o motive a resolvê-la. Também é desejável que ela tenha reflexo na realidade dos alunos a que se destina.

Fazenda (2008b) aponta a resolução de problemas práticos do cotidiano, como uma importante ferramenta para o desenvolvimento do raciocínio, estando assim diretamente relacionada a ciência matemática e seu caráter prático por natureza.

Lopes (2011, p.7) destaca ainda que “o estudo da Matemática se torna significativo quando os alunos percebem as relações entre o conhecimento matemático produzido pela humanidade e os conhecimentos produzidos por outras áreas”.

3 METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa, inicialmente realizou-se uma revisão bibliográfica a respeito do tema interdisciplinaridade. Foram consultados os PCN, os PCNEM, além de livros e artigos da área, tendo Ivani Fazenda como a principal referência. Em sua parte prática, foram aplicados os métodos da pesquisa-ação, modelagem matemática e resolução de problemas.

Sobre a pesquisa-ação pode-se dizer que ela é um tipo de pesquisa que depende de uma ação que possa solucionar um problema, ou proporcionar uma transformação no meio em que a pesquisa ocorre. Michel Thiollent (2011) um dos principais estudiosos e autores sobre o tema define a pesquisa-ação como:

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 no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2011, p.20).

Segundo o autor supracitado, a pesquisa-ação tem a finalidade de possibilitar os meios para resolver os problemas vivenciados no campo de pesquisa, valendo-se de uma ação transformadora que modifica o ambiente, facilitando a busca de soluções, parte que a pesquisa tradicional tem pouco alcance.

O papel da Modelagem Matemática nesse trabalho foi o de conectar a Matemática aos conceitos físicos e químicos. As Ciências Exatas e da Natureza estudam os fenômenos físicos e as transformações químicas que ocorrem no ambiente, indo ao encontro dessa proposta, que se utiliza problemas de outras áreas do conhecimento humano para serem solucionados

matematicamente, criando-se modelos que generalizem os padrões de ocorrência desses eventos. De acordo com Bassanezi (2015), a modelagem matemática pode ser descrita como:

A habilidade de empregar matemática em situações concretas e em outras áreas do conhecimento humano consiste em tomar um problema prático relativamente complexo, para transformá-lo em um modelo matemático, ou seja, traduzir a questão na linguagem de números, gráficos, tabelas, equações etc., e procurar uma solução que possa ser reinterpretada em termos da situação concreta original (BASSANEZI, 2015, p.10).

Segundo Bassanezi (2015, p.12). “O uso da modelagem no processo de ensino-aprendizagem proporciona a oportunidade de exercer a criatividade não somente em relação às aplicações das habilidades matemáticas, mas principalmente, na formulação de problemas originais”.

Dentro do processo de ensino interdisciplinar, outra metodologia que favoreceu esse trabalho foi a resolução de problemas. Segundo Allevato e Onuchic (2011, p. 80), “o problema é visto como ponto de partida para a construção de novos conceitos e novos conteúdos; os alunos sendo coconstrutores de seu próprio conhecimento e os professores, os responsáveis por conduzir esse processo”.

A ausência de um modelo ou fórmula dentro da metodologia de resolução de problemas favorece a relação adicional dessa metodologia com a modelagem matemática. A união dessas duas metodologias possibilita o planejamento de aulas dinâmicas, nas quais surge a interdisciplinaridade dos conteúdos de forma natural. O ensino de matemática via resolução de problemas estimula o desenvolvimento autônomo do aluno, já que a formalização do conteúdo se dá após a exploração do tema. De acordo com Onuchic e Zuffi (2007).

Compreender os dados de um problema, tomar decisões para resolvê-lo, estabelecer relações, saber comunicar resultados e ser capaz de usar técnicas conhecidas são aspectos que devem ser estimulados em um processo de aprendizagem através da resolução de problemas. No decorrer desse processo, a formalização, o simbolismo e as técnicas precisas são introduzidas depois da resolução trabalhada, dando-se liberdade aos alunos, evitando-se direcioná-los para "o que pensar" ou "o que fazer", conduzindo-os somente em casos de maiores dificuldades, ou seja, quando eles não sabem como agir. (ONUICHIC & ZUFFI, 2007, p. 83).

3.1 Sujeito da pesquisa

A população escolhida foram os alunos da Escola Estadual Josefina Pimenta (escola situada no município de São João Evangelista, MG), principalmente pelo fato de ser uma escola na qual o pesquisador realiza trabalhos no âmbito da Residência Pedagógica. Segundo a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) o Programa de Residência

Pedagógica é uma das ações que integram a Política Nacional de Formação de Professores e tem por objetivo induzir o aperfeiçoamento do estágio curricular supervisionado nos cursos de licenciatura, promovendo a imersão do licenciando na escola de educação básica, a partir da segunda metade de seu curso.

A amostra escolhida foram os alunos de uma turma do primeiro ano do Ensino Médio do turno da manhã, sendo uma amostra total de 40 alunos. A principal motivação para a escolha deu-se pelo fato de ser uma turma do primeiro ano do Ensino Médio em que o conteúdo de funções já está programado no plano anual da escola, portanto não haverá nenhuma alteração no conteúdo a ser estudado pela turma.

3.2 Descrição do percurso metodológico dentro dos métodos da pesquisa-ação

Para a realização do trabalho, foi necessário seguir alguns passos para o surgimento dos dados a serem coletados. Seguindo os preceitos preconizados por Thiollent (2011, p. 62), o material a ser analisado será obtido seguindo os seguintes passos.

1. Análise e delimitação da situação inicial;
2. Delineamento da situação final, em função dos critérios de desejabilidade e factibilidade;
3. Identificação de todos os problemas a serem resolvidos para permitir a passagem do primeiro ao segundo;
4. Planejamento das ações correspondentes;
5. Execução e avaliação das ações.

Seguindo os passos propostos por Thiollent (2011, p. 62) “Identificação de todos os problemas a serem resolvidos para permitir a passagem do primeiro ao segundo”. Foi necessário identificar os problemas referentes a primeira oficina destacando-se a necessidade de uma intervenção

A modelagem matemática para Bassanezi (2015), se inicia com a escolha de um tema. Quanto à escolha do tema, o pesquisador irá propor aos alunos pesquisas direcionadas ao conteúdo de funções aplicadas à Química e a Física. Segundo Bassanezi “o início da modelagem matemática se faz com a escolha de temas. Faz-se um levantamento de possíveis

situações de estudo as quais devem ser, preferencialmente, abrangentes para que possam proporcionar questionamentos em várias direções” (BASSANEZI, 2015, p.16).

A coleta de dados será realizada em sua maioria através de bibliografias e pesquisas na internet, de acordo com a realidade dos alunos que participarão das oficinas. Segundo Bassanezi (2015), as pesquisas podem ser realizadas “através de pesquisa bibliográfica, utilizando dados já obtidos e catalogados em livros e revistas especializadas” (p.18).

No próximo momento serão analisados os dados e formulados os modelos. Para essa etapa pesquisador e alunos se reunirão em sala e de maneira democrática debateram sobre os dados coletados possibilitando o surgimento de problemas. Posteriormente, seguindo as propostas de Onuchic e Allevato (2011), os alunos serão divididos em trios para trabalhar em conjunto a resolução desses problemas.

Quanto à validação do modelo matemático, o pesquisador atuará de modo a auxiliar os alunos seguindo os procedimentos propostos por Allevato e Onuchic (2011), observando e incentivando os grupos, intervindo apenas nos momentos em que apresentarem dúvidas que os impossibilitem de avançar. Após será realizado o registro das resoluções no quadro por um representante de cada grupo, proporcionando uma plenária, momento em que o pesquisador buscará um consenso entre os grupos sobre a resposta correta para o problema.

Ainda no momento de validação do modelo, segundo Bassanezi (2015), dentro da modelagem matemática, o processo de validação é responsável por aceitar ou rejeitar o modelo criado pelo aluno para solucionar o problema. Foi proposto aos alunos que não conseguiram validar seus modelos, que verificassem as relações de dependência e proporcionalidade, melhorando o desenvolvimento de seus modelos, possibilitando a escrita da lei de formação desse problema.

Quanto a convergência do modelo, foi analisado pelo pesquisador a possibilidade de realizar a generalização quanto ao modelo encontrado pelos alunos, seguindo os critérios de convergência de sequências propostas por Bassanezi (2015).

3.2.1 Análise e delimitação da situação inicial

O primeiro passo foi realizar uma atividade diagnostica para verificar o nível dos alunos e testar seus conhecimentos quanto a matemática básica estudada no Ensino Fundamental. A atividade continha exercícios relacionados as operações fundamentais (adição, subtração,

multiplicação, divisão, potenciação e radiciação), também foram inseridos exercícios relacionados a resolução de expressões e probleminhas de proporção. Quanto a delimitação da situação inicial, foi percebido pelo pesquisador um grau de defasagem de alguns conhecimentos básicos necessários para avançar para a situação desejada, como dificuldade em divisão, potenciação e radiciação.

3.2.2 Delineamento da situação final, em função dos critérios de desejabilidade e de factibilidade

Na segunda fase, seguindo os moldes da pesquisa-ação, foram analisados os resultados obtidos através da atividade diagnóstica e, a seguir, planejadas e aplicadas oficinas interdisciplinares na turma de primeiro ano, abordando cada tipo de função com questões que contextualizam conceitos de Física e Química. A coleta de dados foi realizada durante quatro oficinas, com duração média de cinco aulas cada, que ocorreram ao longo de um bimestre escolar, com o intuito de introduzir os primeiros conceitos a respeito de cada tipo específico de função.

3.2.3 Identificação de todos os problemas a serem resolvidos para permitir a passagem do primeiro ao segundo

O terceiro passo para a realização e aplicação da pesquisa-ação foi identificar os ajustes necessários para a obtenção do resultado final. Para isso, foi necessária uma revisão e pesquisa quanto as metodologias empregadas, pois ensinar funções se valendo da sua aplicação em Química e Física pode se tornar complexo. O principal desafio foi relacionar a Matemática com as demais disciplinas sem que essa perca o seu lugar de destaque, para não tornar as aulas de Matemática em aulas de outras disciplinas.

Outro ponto observado foi a capacidade da turma e também de cada aluno de absorver os conteúdos abordados. Os alunos estavam acostumados a métodos tradicionais de ensino de Matemática e conseqüentemente, em um primeiro momento, não conseguiram acompanhar a dinâmica do método interdisciplinar. Esse método é carregado de informações, de modo que o simples fato de ressignificar a Matemática e torná-la aplicada já gerou estranhamento e até alguns conflitos.

Ainda sobre os problemas enfrentados, nas dinâmicas das aulas os materiais alternativos foram utilizados sempre que possível. Dentro desse contexto, o pesquisador se valeu da

utilização de jogos, brincadeiras e tecnologias digitais para manter a motivação dos alunos em continuar no processo de aprendizagem seguindo a proposta interdisciplinar.

3.2.4 *Planejamento das ações correspondentes*

Sobre a quarta etapa, devido à natureza da pesquisa, o processo de aplicação foi revisto e avaliado para promover ações corretivas ou reguladoras, que possibilitaram a correção quanto às ações que, a princípio, não obtiveram um bom resultado. Como o processo exigiu que sua realização fosse feita por etapas, conforme as oficinas foram executadas, também foram planejadas novas ações com a finalidade de solucionar os problemas que surgiram com o decorrer da aplicação da pesquisa.

3.2.5 *Execução e avaliação das ações.*

Na quinta e última etapa, realizou-se a execução das oficinas e avaliações, nas quais foi observado o desempenho e progresso dos alunos perante o conteúdo ministrado. Foram abordados desde os conceitos básicos de Funções, Função Afim, Função Quadrática e Função Exponencial. Os conteúdos de Funções foram ensinados nas oficinas de forma interdisciplinar contextualizando casos em que se aplicam a Química e a Física.

3.3 Descrição do percurso metodológico dentro dos métodos da modelagem matemática

Para Bassanezi (2015, p.16-23), a modelagem matemática possui alguns procedimentos a serem realizados para a sua utilização, conforme a descrição a seguir.

1. Escolha de temas;
2. Coleta de dados;
3. Análise de dados e formulação de modelos;
4. Validação;
5. Convergência e estabilidade.

3.3.1 Escolha de temas

A modelagem matemática foi uma das principais metodologias que foram utilizadas no decorrer da execução das oficinas, sendo levando em consideração todos os seus procedimentos propostos por Allevato e Onuchic (2011).

Quanto à escolha do tema, o pesquisador optou por propor aos alunos pesquisas direcionadas ao conteúdo de funções aplicadas à Química e a Física, não saindo totalmente fora da proposta. Segundo Bassanezi “o início da modelagem matemática se faz com a escolha de temas. Faz se um levantamento de possíveis situações de estudo as quais devem ser, preferencialmente, abrangentes para que possam proporcionar questionamentos em várias direções” (BASSANEZI, 2015, p.16).

3.3.2 Coleta de dados.

A coleta de dados foi realizada em sua maioria através de bibliografias e pesquisas na internet, de acordo com a realidade dos alunos que participarão das oficinas. Segundo Bassanezi (2015), dentro dos procedimentos de modelagem matemática, as pesquisas podem ser realizadas de acordo com os métodos a seguir:

- Através de entrevista e pesquisa executadas com métodos de amostragem aleatória – neste caso, a organização de um questionário eficiente e a utilização de alguns conceitos básicos de Estatística são fundamentais;
- Através de pesquisa bibliográfica, utilizando dados já obtidos e catalogados em livros e revistas especializadas;
- Através de experiências programadas pelos próprios alunos (BASSANEZI, 2015, p.18).

3.3.3 Análise de dados e formulação de modelos.

Essa etapa da modelagem é uma das mais importantes, pois a partir dela é possível trabalhar as relações existentes entre as variáveis envolvidas, proporcionando a formulação de um problema. O principal objetivo dessa etapa é chegar a um modelo matemático. De acordo com Bassanezi (2015):

Buscar um modelo matemático que expresse a relação entre as variáveis é, efetivamente o que se convencionou chamar de modelagem matemática. Muitas vezes, esses modelos são dados pela solução de sistemas variacionais. Dessa forma, é sempre conveniente entender como é a variação das variáveis envolvidas no fenômeno analisado (BASSANEZI, 2015, p.21).

3.3.4 Validação.

Quanto à validação do modelo matemático, trata-se da parte em que o pesquisador atuou de modo a promover a visualização mais direta da aplicação das funções dentro dos conteúdos investigados na Química e na Física. Dentro da modelagem matemática, o processo de validação é responsável por aceitar ou rejeitar o modelo criado pelo aluno para solucionar o problema. O modelo desenvolvido pôde ser melhorado, quando os alunos verificaram as relações de dependência e proporcionalidade existente entre as variáveis, possibilitando a escrita da lei de formação desse problema. Segundo Bassanezi (2015):

A validação de um modelo é o processo de aceitação ou rejeição deste, análise que é condicionada a vários fatores, sendo preponderante o confronto dos dados reais com os valores do modelo. Um bom modelo deve servir para explicar os resultados e tem capacidade de previsão de novos resultados ou relações insuspeitas. [...] Entretanto, nem sempre, um primeiro enfoque do problema ou um modelo simplista conduz a bons resultados, sendo necessária a sua reformulação, que, geralmente, é obtida com modificações nas variáveis ou nas leis de formação previamente estabelecidas (BASSANEZI, 2015, p.22).

3.4 Descrição do percurso metodológico dentro dos métodos de resolução de problemas

Para Allevato e Onuchic (2011, p.83-85), a resolução de problemas deve seguir alguns procedimentos conforme o roteiro a seguir:

1. Preparação do problema;
2. Leitura individual;
3. Leitura em conjunto;
4. Resolução do Problema;
5. Observar e incentivar;
6. Registro das resoluções na lousa;
7. Plenária;
8. Busca do consenso;
9. Formalização do conteúdo.

3.4.1 Preparação do problema.

Seguindo a proposta da interdisciplinaridade, foram escolhidos problemas para a abordagem do conteúdo de funções no contexto da Física e da Química, garantindo que o conteúdo ainda não tenha sido trabalhado em sala de aula.

3.4.2 Leitura individual.

A leitura do problema foi feita na segunda etapa de forma individual segundo a proposta das autoras.

3.4.3 Leitura em conjunto.

Em algumas oficinas, as atividades foram trabalhadas em grupos de três alunos, e na terceira etapa os grupos realizaram uma leitura em conjunto do problema. Nos casos em que houve necessidade, o pesquisador esclareceu as dúvidas sobre palavras que os alunos não conheciam seu significado.

3.4.4 Resolução do Problema.

Dentro dos grupos, os alunos atuaram colaborativamente na resolução do problema. Nessa perspectiva, os alunos foram os responsáveis por construir os conceitos planejados pelo professor a partir da resolução desse problema, que nesse caso específico foi um tipo de função.

3.4.5 Observar e incentivar.

Nessa etapa, o pesquisador apenas observou e mediu, favorecendo o trabalho em harmonia dentro dos grupos para se alcançar a solução do problema. Durante essa fase, o pesquisador motivou e observou os grupos, fazendo pequenas intervenções quando os alunos não conseguiam avançar.

3.4.6 Registro das resoluções na lousa.

Um representante de cada grupo fez os registros das resoluções no quadro. Neste momento, não houve preocupação quanto a respostas corretas, erradas ou solucionadas de forma diferente: o importante foi a discussão que ocorreu na etapa seguinte.

3.4.7 *Plenária.*

Nessa etapa, todos os grupos discutiram quanto a forma como foi resolvido o problema, se alcançaram o resultado esperado. Este momento foi importante para trabalhar a valorização do esforço coletivo e, até mesmo, possibilitar aos outros grupos formas diferentes de resolução do mesmo problema. O pesquisador foi o mediador das discussões, prezando pela participação de todos os alunos na argumentação e defesa das resoluções do problema.

3.4.8 *Busca do consenso.*

Após o momento de debate sobre os métodos utilizados na resolução do problema, o pesquisador buscou sanar dúvidas e incentivar um consenso sobre qual era a resposta correta para aquele problema.

3.4.9 *Formalização do conteúdo.*

Nessa última etapa, o pesquisador formalizou os conceitos referentes ao problema, escrevendo no quadro todas as ideias em linguagem matemática, padronizando os procedimentos realizados pelos alunos na resolução do problema.

4 ANÁLISE E REFLEXÕES DOS TRABALHOS REALIZADOS

4.1 Oficinas Interdisciplinares

A primeira atividade realizada foi o planejamento das oficinas. Dividiu-se o bimestre em quatro momentos. O primeiro momento abordou a introdução ao conteúdo de funções, em que foi realizada uma atividade prática para ilustrar uma situação-problema interdisciplinar, para despertar o interesse dos alunos no conteúdo de funções, utilizando a metodologia de resolução de problemas.

O segundo momento compreendeu o ensino de funções afim. Foram realizadas atividades diferenciadas de acordo com as necessidades dos alunos, destacando-se atividades diagnósticas, oficinas e intervenções. Foram realizadas oficinas para o ensino de função afim, utilizando a metodologia de resolução de problemas. O intuito foi trabalhar as aplicações desse conteúdo dentro da Química e da Física, levando em consideração os conteúdos estudados pelos alunos nessas disciplinas, contando com o apoio dos professores regentes da turma.

O terceiro momento consistiu na realização de uma oficina de revisão do conteúdo de função afim e introdução do conteúdo de função quadrática. Foram utilizados conceitos da Física que os alunos já haviam estudado na contextualização de um problema matemático do qual não possuíam conhecimento prévio, por meio da metodologia de resolução de problemas, propiciando assim uma oficina interdisciplinar.

No quarto momento realizou-se uma oficina para ensinar o conteúdo de função exponencial e logarítmica. Devido ao pouco tempo restante no bimestre decidiu-se, em comum acordo entre o pesquisador e a professora regente da turma, que a função logarítmica seria trabalhada apenas como forma de pesquisa para os alunos. Nesse momento, foi utilizada a metodologia de modelagem matemática, com a finalidade de explorar seu caráter investigativo, que incentiva a pesquisa. A seguir, serão descritas com mais detalhes essas quatro oficinas que proporcionaram o trabalho interdisciplinar entre a Matemática, a Física e a Química.

4.1.1 Oficina I - Movimento e Introdução às Funções

Para a realização da oficina I, foi apresentado aos alunos como seriam as dinâmicas das atividades, os principais objetivos e as competências envolvidas em torno da função afim. Propôs-se uma questão-problema, que abordou o conteúdo introdutório da teoria de funções, de modo que os conceitos foram trabalhados de forma interdisciplinar entre a Matemática e a Física.

Na atividade, que foi realizada fora da sala de aula, os alunos foram divididos em trios. Num primeiro momento, dois membros de cada trio deveriam correr separadamente e o terceiro registraria seus tempos. Após esse registro, seria analisado qual dos dois corredores representaria a equipe em uma competição. Sabendo que foi registrado apenas o tempo de uma volta de ambos os alunos A e B, na quadra que possui 100 metros de perímetro, foi pedido que construíssem 10 intervalos, com comprimentos iguais aos tempos que os alunos levaram para percorrer a volta, considerando a velocidade do atleta como sendo a velocidade média que o aluno desenvolveu em sua primeira volta. Pediu-se que os alunos determinassem, em cada instante de tempo, a partir da tabela criada, a distância percorrida pelos alunos corredores, expressando as distâncias em metros e os tempos em segundos. Por fim, a respeito da atividade realizada, foram passadas três questões abertas para que os alunos as discutissem:

- a) Construa um diagrama de Venn, que represente a relação entre o espaço percorrido e o tempo.

- b) Escreva a lei de formação da função obtida.
- c) Construa os gráficos representando o desempenho dos alunos A e B.

Terminadas as atividades, os grupos discutiram as soluções dos problemas, assim como outras formas de resolvê-los. Naqueles grupos nos quais os alunos apresentaram dificuldades, não conseguindo chegar à solução, foram necessárias pequenas intervenções por parte do professor.

Figura 1 - Alunos em trios realizando a atividade da primeira oficina

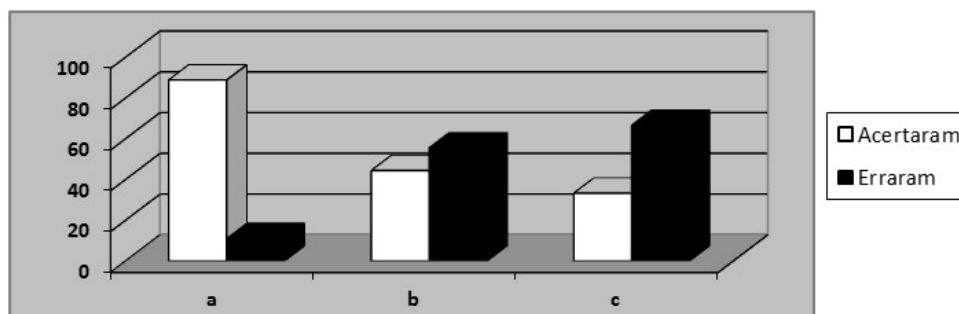


Fonte: Acervo do autor

No decorrer da atividade, foram enfrentados alguns contratempos devido à quantidade elevada de alunos, o que não comprometeu o bom desenvolvimento da proposta. No primeiro momento, os alunos foram direcionados para a quadra de esportes da escola e se organizaram em trios, realizando todas as propostas da atividade que, com o auxílio do professor, foram também direcionados a responder as questões abertas, acima apresentadas.

Com base nos dados do gráfico abaixo pode-se perceber que, conforme cresce o grau de abstração das perguntas, há um decréscimo na porcentagem de acertos por parte dos grupos que participaram da pesquisa. Apesar disso, percebeu-se um grande avanço ao que se refere à participação dos alunos em sala de aula, o que poderá refletir em melhores resultados para futuras avaliações.

Gráfico 1 - Acertos e erros dos grupos em cada questão do problema



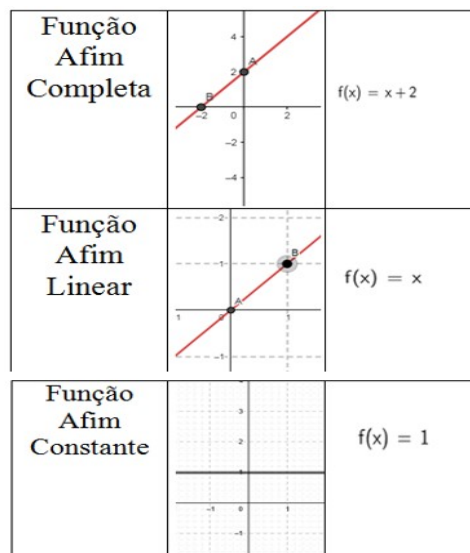
Fonte: Dados da pesquisa

Com base nos dados coletados conforme exposto no gráfico anterior, os alunos apresentaram dificuldades quanto o reconhecimento das diferentes representações de uma mesma função, ou seja, tiveram dificuldades em relacionar a fórmula com o seu gráfico, além de não ter fixado os nomes dos três tipos de função do primeiro grau estudadas (afim, linear e constante). Devido ao fato de os alunos não reconhecerem a natureza “semiótica” das funções, de acordo Duval (2009 e 2005): “A noção de representação semiótica pressupõe, então, a consideração de sistemas semióticos diferentes e de uma operação cognitiva de conversão das representações de um sistema semiótico para um outro” (DUVAL, 2009, p. 32). [...] “Trazer aos educandos a possibilidade de visualizar de maneiras distintas um mesmo objeto matemático é libertá-los do “enclausuramento” de registro que impede o aluno de reconhecer o mesmo objeto matemático em duas de suas representações bem diferentes” (DUVAL, 2005, p. 21). Para suprir essa necessidade foi criado um jogo de cartas, para possibilitar aos alunos enxergarem as diferentes representações existentes dentro do conteúdo de função afim. Quanto a natureza semiótica das funções descrita por Duval (2005 e 2009), elas não serão exploradas a fundo, devido a proposta da pesquisa já ter outros temas para serem tratados que estão mais alinhados com a proposta de investigação.

A proposta do jogo foi trabalhar os conceitos de função afim, de forma que proporcionasse aos alunos uma atividade lúdica capaz de estimulá-los a participar das aulas de forma interativa com a formação de grupos e interação entre eles. Foi criado pelo autor, um jogo de cartas com as seguintes regras: as cartas são separadas em três montes, de acordo com o seu tipo, um monte contém cartas apenas com nomes de funções afim, outro com as leis das funções e outro com sua representação gráfica. Cada aluno deve pegar três cartas de cada monte e tentar formar os trios de cartas referentes às suas formas de representação, ou seja, nome da função, equação formadora da função e seu respectivo gráfico. A cada rodada cada aluno pode

comprar uma carta de cada monte e deve descartar três cartas, referente a seu respectivo monte, o próximo jogador pode pegar as cartas descartadas pelo jogador anterior ou pegar novas cartas no monte. Vence quem fizer os três trios de cartas primeiro. Segue abaixo alguns modelos de cartas.

Figura 2 - Cartas do jogo de funções do primeiro grau



Fonte: Figura criada do autor

A atividade ocorreu no galpão da escola, onde os alunos se reuniram em grupos para a realização do jogo. O pesquisador explicou as regras do jogo, e deu autonomia para que os alunos explorassem as cartas e se divertissem. Como forma de avaliação, foi solicitado aos alunos que fizessem um pequeno parágrafo falando sobre a atividade realizada, conforme segue abaixo alguns relatos feitos pelos alunos e transcrito aqui pelo autor.

“Em minha opinião o jogo desenvolvido nesta quinta-feira foi de suma importância para tirar as dúvidas relacionadas a funções matemáticas. Achei bastante interessante a ideia do jogo, pois além de despertar maior interesse na matéria, faz com que fuja da monotonia do dia a dia do quadro (Aluno A)”.

“É um jogo muito bom, ajuda no aprendizado a entender a “reta” e as funções, é um pouco difícil, mas depois ficou mais fácil de compreender (Aluno B)”.

“Eu particularmente gostei muito da experiência do jogo, a intenção do jogo foi ótima além de “quebrar esse gelo da função” nos mostrou uma maneira mais divertida de aprender e

esclarecer algumas dúvidas com relação as fórmulas, gráficos e identificação da função “crescente, constante e decrescente” (Aluno C)”.

“Eu acho uma forma bem interessante e criativa de se aprender a matéria. Acho que poderia ter mais aulas assim nesse estilo, que estimula o raciocínio rápido. Eu particularmente, apesar de ter perdido todas as partidas achei muito divertido (Aluno D)”.

“Foi muito bom até porque foi uma aula diferenciada e espero que o professor passe mais coisas interessantes iguais a esse jogo que ele passou hoje. Quanto mais coisas legais o professor passar, mais interessante e legal as aulas dele fica (Aluno E)”.

“Achei interessante a proposta de poder ensinar melhor a função com o jogo, e de poder dar uma mudada nas aulas, mas o problema é que como eu muitas pessoas tem dificuldade na matemática e também não sabiam jogar o jogo. Mas se eu soubesse a matéria, tenho certeza que gostaria muito do jogo (Aluno F)”.

“É um jogo muito bom, ajuda no aprendizado a entender a reta e as funções é um pouco difícil, mas depois ficou mais fácil de compreender (Aluno G)”.

Pode-se perceber pelo depoimento dos alunos que o jogo foi uma atividade agradável e que propiciou um momento de fixação para o conteúdo de forma lúdica. Essa intervenção foi necessária para quebrar a rotina e proporcionar aos alunos uma atividade prazerosa que mostrasse a matemática de forma divertida.

Com o andamento da pesquisa foram sendo percebidas as necessidades dos alunos e utilizadas metodologias diversas para suprir essas necessidades. A realidade da sala de aula impõe aos professores desafios, os educadores precisam estar conscientes que apenas uma metodologia de ensino não consegue suprir todas as necessidades, a rotina acaba prejudicando a forma de interação dos alunos por falta de interesse no conteúdo a ser ensinado. Segue abaixo fotos dos momentos em que os alunos estavam jogando.

Figura 3 - Momento do jogo sobre função afim



Fonte: Acervo do autor

4.1.2 Oficina II - Densidade e Função linear

A segunda oficina destinou-se à realização de uma atividade prática de laboratório, com a intenção de contextualizar de forma interdisciplinar a Matemática e a Química. Após uma conversa com a professora de Química da turma, descobriu-se que os alunos já haviam iniciado os estudos acerca dos conceitos de densidade. Sendo assim, foi preparada para a segunda oficina uma aula em laboratório com o intuito de utilizar os conceitos sobre a densidade da água para trabalhar o bom entendimento das funções afim. A seguir no quadro 1, tem-se a lista de materiais utilizados:

Quadro 1 - Materiais utilizados no experimento de densidade

Densidade dos materiais aproximadas e consideradas constantes a uma mesma temperatura		
Utensílios	Materiais	Densidade
• Balança • Copo medidor (Becker) de 1000 ml	1000 ml de água da torneira	1,0 g/ml
	200 g Sal de cozinha	2,165 g/ml
	Copo de vidro 200 ml	2,5 g/ml

● Colher de sopa	Copo de plástico descartável de 300 ml	1,08 g/ml
	Um ovo de galinha	1,18 g/ml
	Latinha de refrigerante 350 ml	2,7 g/ml

Fonte: Quadro criado pelo autor

A tabela anterior foi criada através de pesquisas em livros e na internet, sendo utilizada como base para realização dos cálculos, facilitando a abordagem do pesquisador e a compreensão dos alunos, não tendo grandes pretensões quanto à precisão dos valores de densidade dos materiais. Os alunos foram informados que essa constante sofre influência de outros fatores externos, como a temperatura por exemplo, mas o foco principal da oficina foi o de utilizar os conceitos de densidade para propor uma aula interdisciplinar sobre o estudo das funções afim, sem a preocupação de reforçar conceitos de Química, porque a professora da turma já havia abordado esse assunto. A balança utilizada não era de precisão, portanto, apenas a água e o sal foram pesados, sendo mais utilizado na realização dos cálculos o volume da água e das soluções homogêneas obtidas a partir das experiências.

A aula em laboratório pode ser vista nesta pesquisa como uma atividade diferenciada para a disciplina de Matemática, ao utilizar de materiais do cotidiano dos alunos para despertar o interesse e possibilitar uma aprendizagem significativa com a parceria das duas disciplinas. Após a retomada de conceitos fundamentais sobre densidade, foi passado no quadro os valores de densidade da água, e indagado aos alunos por que alguns objetos afundam e outros não. No primeiro momento, alguns alunos se mostraram em dúvida, mas em seguida de forma confiante afirmaram que afundam os objetos mais densos que a água, lembrando dos conceitos aprendidos nas aulas de Química.

O primeiro material utilizado foi o Becker com água, colocado na balança para que os alunos observassem que 1000 ml de água em temperatura ambiente pesavam aproximadamente 1000 g. Isso gerou algumas discussões sobre a possibilidade de, em algum momento, a massa não ser igual ao volume. Por causa da dúvida dos alunos, por meio da fórmula da densidade foi demonstrado com outros valores hipotéticos que o cálculo da densidade da água sempre resultava no mesmo valor. Uma aluna percebeu que em uma condição de temperatura e pressão

constante, a água manteria sua densidade constante, independente da variação da massa e do volume, já começando a dar indícios das relações existentes entre o cálculo da densidade e a função afim.

Os três tipos de copos foram os próximos materiais utilizados. Antes de mergulhar os objetos dentro do Becker com água, o pesquisador perguntava aos alunos quais materiais eram menos densos que a água. Os alunos no começo respondiam inseguros, mas, após o segundo copo, conseguiram perceber que a partir dos valores de densidade tabelados, seria possível determinar quem afundaria sem a necessidade de coloca-los dentro do Becker com água.

Após testar todos os copos, o pesquisador mostrou na lousa como seriam feitos os cálculos, para que os alunos vissem a diferença nos valores de densidade existente entre o copo descartável e a água. Os alunos perceberam que era um valor muito pequeno e, em seguida, foi sugerido pelo pesquisador adicionar sal na água para criar uma solução que fosse mais densa que o copo, possibilitando que o copo flutuasse na água. A seguir, foi perguntado aos alunos qual seria a densidade da água com sal, sendo apresentada a eles a fórmula da densidade de soluções. Novamente, o pesquisador indagou se haveria algum modo de descobrir a massa de sal necessária para fazer o copo flutuar. A partir desse momento, os alunos começaram a desconfiar que haveria alguma relação de função entre a massa e o volume da solução, já que a densidade seria uma constante.

O próximo material testado foi o ovo. Os alunos não sabiam a densidade do ovo, então após colocarem na água sem sal e ele afundar, concluíram que ele era mais denso que a água e decidiram acrescentar sal na água até ela ficar mais densa que o ovo. Após adicionar 200 g de sal, a solução se tornou mais densa que o ovo, e assim novamente os alunos foram questionados sobre como calcular a densidade do ovo a partir da massa e do volume obtidos. Com auxílio do pesquisador, conseguiram fazer os cálculos necessários para encontrar a densidade da solução de água com sal, o que os fez constatar que a adição de sal aumentava a densidade da água possibilitando a solução ser mais densa que o ovo.

Figura 4 - Momento do experimento com o ovo



Fonte: Acervo do autor

O último material utilizado foi a latinha de refrigerante. Quando colocada no Becker contendo uma solução de água com sal, ela afundou. Os alunos pensaram em adicionar mais sal até que a concentração da solução fosse maior que a da latinha de refrigerante. Eles começaram a fazer cálculos para saber quanto de sal seria necessário para elevar a densidade da solução de água com sal de $1,18 \text{ g/ml}$, para $2,7 \text{ g/ml}$ que é a densidade aproximada do alumínio. Depois de fazerem alguns cálculos, perceberam que mesmo que fosse adicionado mais sal à solução, a maior densidade que ela poderia atingir seria a de $2,165 \text{ g/ml}$ que é a densidade do sal puro, não sendo possível fazer uma solução de água com sal mais densa que o alumínio.

Depois de testar as densidades desses materiais, foi retomada a seguinte pergunta: existe uma forma de calcular a massa de sal necessária para o ovo flutuar, já que a balança com a qual estávamos trabalhando não era de precisão? Além disso, foi retomado o pensamento da aluna sobre a densidade ser uma constante. Partindo dessas informações, o pesquisador começou a explorar as relações existentes entre funções afim e densidade. A densidade é uma grandeza inversamente proporcional ao volume do material e diretamente proporcional a sua massa. Fazendo-se um paralelo com a lei geral de formação de uma função afim, pode-se perceber que, o coeficiente angular (representado pela constante “a”) de uma função afim também é inversamente proporcional a variável independente (representada pela incógnita “x”), e diretamente proporcional a variável dependente (representada pela incógnita “y”).

O Becker foi nosso principal instrumento na hora de determinar o volume das soluções, abrindo precedentes para, nesse caso específico, considerar o volume a nossa “variável independente”, e a massa ficou representando a “variável dependente”. Pelo caráter constante da densidade em ambientes com temperatura fixa, ela foi considerada como o “coeficiente angular” da função afim. Então, a fórmula de densidade foi colocada novamente no quadro,

juntamente com a lei geral formadora de uma função afim, e algumas manipulações e cálculos foram feitos de forma a explorar as similaridades de ambas, como mostra a figura a seguir:

Figura 5 - Momento de formalização do conteúdo ensinado durante a oficina de densidade

Função Afim Linear

$$f(x) = a \cdot x$$

$$a = \frac{500}{x}$$

$$f(x) = a \cdot x = m = d \cdot V$$

$$f(x) = m; a = d; x = V$$

Densidade

$$d = \frac{m}{V}$$

$m = \text{massa}$
variável dependente

$V = \text{volume}$
variável independente

$$d = \frac{m}{V} = a = \frac{500}{x}$$

$$d = a; m = 500; V = x$$

Fonte: Acervo do autor

Após essas informações, foi proposto para a turma, junto ao pesquisador, construir uma função que determine a quantidade de sal necessária para elevar a densidade da água até que ela fosse maior ou igual à densidade do ovo. Os alunos realizaram os passos inversos e, com auxílio do pesquisador, obtiveram o resultado esperado, que foi a massa de sal igual a 200 g. Além dessa informação, também foi mostrada a possibilidade de utilizar a função afim para encontrar a quantidade de massa de sal necessária para que o ovo flutuasse em quaisquer quantidades de volume, mais uma vez relacionando o volume à variável independente “x”.

No final da oficina, foi passado um questionário para que os alunos respondessem sobre as atividades desenvolvidas. Com uma análise breve das respostas, foi possível observar que a interdisciplinaridade é uma via de mão dupla. Muitos conceitos químicos referentes à densidade foram explorados e absorvidos pelos alunos, mesmo que nenhum deles tenha assimilado como ocorre a relação entre os cálculos de densidade e a função afim linear. Em alguns casos, eles demonstraram mais interesse pelo estudo de ambas as disciplinas, o que pode significar que, em próximas atividades, já tenham amadurecido essas ideias, podendo reconhecer as funções dentro de conteúdos mais complexos. Segue na tabela abaixo algumas das principais perguntas e respostas dos alunos referentes ao questionário aplicado na segunda oficina:

Quadro 2 - Respostas dos alunos referentes ao questionário sobre a oficina II

Questionário sobre a oficina II				
Perguntas	Aluno A	Aluno B	Aluno C	Aluno D
(1) Escreva o que você compreendeu por densidade da água	Densidade é a relação existente entre a massa e o volume de um material.	Independentemente da quantidade de massa, o volume sempre será o mesmo, que no caso é constante.	$d = m/v$ $d = \frac{500g}{500ml}$ $d = 1$	$d = m/v$ $m = \text{massa}$ $v = \text{volume}$ $d = \frac{500g}{500ml}$
(2) No modelo de função linear $f(x) = ax$, que estudamos, o que representaria no problema estudado o coeficiente angular dessa função?	O volume.	Seria o volume.	O (a) seria o volume.	$f(x) = 2x$ 1p (0,0) 2p (1,5)
(3) De que maneira você enxerga a relação entre a Química e a Matemática?	São matérias que dependem uma da outra para existir.	Acho que a relação é muito comum.	A Química necessita dos conceitos matemáticos pra introduzir seu tema.	Eu vejo que algumas funções da Química são iguais as da Matemática.

(4) Você acredita que as funções estudadas na Matemática possam ser utilizadas para resolver os problemas advindos da Química?	Sim, pois através dos conhecimentos matemáticos podemos aplicá-los na Química.	Não acreditaria, mas pelo pouco que sei é possível.	Sim, pois as funções podem ser usadas em todas as matérias.	Acredito que sim, pois algumas funções da Química são iguais as da Matemática.
(5) Você seria capaz de descrever outros problemas da Química que poderiam ser resolvidos com a utilização das funções linear e afim?	Podem ser resolvidos não só problemas da Química com funções, mas também da Física.	Acho que não, tenho dificuldade.	Não.	Acho que não.

Fonte: Dados da pesquisa

4.1.3 Oficina III - O Movimento Retilíneo Uniformemente Variado e as Funções Afim e Quadrática

Tendo sido constatado que os alunos já haviam iniciado os estudos referentes aos movimentos retilíneos uniformemente variados, na disciplina de Física, nesta terceira oficina tais conceitos de movimentos foram utilizados para a realização de uma abordagem interdisciplinar dos conteúdos de funções afim e quadrática.

Como atividade foi proposto uma situação-problema para serem discutidos em trios, que possibilitasse a exploração de cálculos e a construção de gráficos. No primeiro momento os alunos realizaram a leitura das atividades, sendo incentivados pelo pesquisador a resolvê-las em seguida. Após a resolução, um membro de cada grupo registrou seus resultados no quadro

e foram promovidas discussões sobre as respostas, buscando algum consenso. Ao final da atividade, o pesquisador apresentou os conceitos, a respeito das funções estudadas, e formalizou o conteúdo abordado, conforme sugere o modelo de resolução de problemas proposto por Allevato e Onuchic (2011). Abaixo, seguem as questões abertas abordadas na Oficina III e as respostas de alguns grupos.

ATIVIDADES

Percorrendo uma estrada, em linha reta, Fernando em seu carro parte de um dado ponto A da estrada conforme a figura 6.

Figura 6 - Representação vetorial do veículo de Fernando



Fonte: Figura criada pelo autor

Atividade 1: A velocidade do carro de Fernando, registrada em metros por segundo, pode ser calculada pela seguinte função afim

$$v(t) = 15 + 10t$$

em que o parâmetro t corresponde ao tempo transcorrido, medido em segundos. Nestas condições, preencha a tabela abaixo, calculando a velocidade do carro de Fernando em cada instante de tempo pedido.

Quadro 3 - Velocidade do carro de Fernando em função do tempo

Tempo (t)	Velocidade ($v(t) = 15 + 10t$)
0 s	$v(0) = 15 + 10 \times 0 = 15 \text{ m/s}$

1 s	$v(1) = 15 + 10 \times 1 = 25 \text{ m/s}$
2 s	$v(2) = 15 + 10 \times 2 = 35 \text{ m/s}$
3 s	$v(3) = 15 + 10 \times 3 = 45 \text{ m/s}$
4 s	
5 s	
6 s	
7 s	
8 s	
9 s	
10 s	

Fonte: Quadro criado pelo autor

A primeira atividade teve por objetivo apresentar aos alunos um modelo de função afim, descrito dentro de uma situação possível de movimento, e praticar a percepção de similaridade e associação na tarefa em que deveriam seguir um modelo apresentado. De acordo com as observações do pesquisador pode-se concluir que referente a essa primeira questão, os alunos não apresentaram dificuldades, sendo concluída com sucesso por todos os grupos.

Atividade 2: A posição do carro de Fernando na estrada pode ser calculada pela função quadrática

$$S(t) = 3 + 15t + 5t^2$$

em que t , em segundos, corresponde ao tempo e $S(t)$, em metros, a posição do veículo. Nestas condições, preencha a tabela abaixo, calculando a posição do carro de Fernando em cada instante de tempo pedido.

Quadro 4 - Variação da posição do carro de Fernando em função do tempo

Tempo (t)	Posição ($S(t) = 3 + 15t + 5t^2$)
0 s	$S(0) = 3 + 15 \times 0 + 5 \times 0^2 = 3m$
1 s	$S(1) = 3 + 15 \times 1 + 5 \times 1^2 = 23m$
2 s	$S(2) = 3 + 15 \times 2 + 5 \times 2^2 = 53m$
3 s	$S(3) = 3 + 15 \times 3 + 5 \times 3^2 = 93m$
4 s	
5 s	
6 s	
7 s	
8 s	
9 s	
10 s	

Fonte: Quadro criada pelo autor

A segunda atividade utilizou uma proposta similar à primeira, para apresentar um modelo de função quadrática e promover uma similaridade entre os conceitos abordados. Assim como na primeira, todos os grupos responderam com êxito as questões apresentadas.

Atividade 3: Responda as questões abaixo:

(a) No percurso realizado por Fernando, o que representa a velocidade $v(0) = 15 \text{ m/s}$ e a posição $S(0) = 3m$?

Abaixo, seguem algumas das respostas dos grupos:

“ $v(0) = 15 \text{ m/s}$ significa que em uma distância de 15m ele gasta uma determinada quantidade de segundos (Grupo A).”

“A posição do veículo na estrada (Grupo B).”

“O coeficiente linear (Grupo C).”

Nas respostas dadas pelos grupos pode-se perceber a dificuldade de interpretação da pergunta e da falta de entendimento quanto aos termos utilizados por eles. O grupo A deu uma resposta que tangencia a esperada, porém confunde ou não se atenta que $v(0)$ corresponde à velocidade inicial do veículo, ou seja, que o veículo não começou o trajeto partindo do repouso. Além de que o grupo também não conseguiu compreender que com 15 m/s , o veículo percorreu uma distância de 15m a cada segundo transcorrido.

O grupo B conseguiu de forma simplificada responder o que significa $S(0) = 3\text{m}$, porém faltou indicar sobre qual representação estava se referindo, demonstrando mais uma vez a falta de atenção que os alunos têm para responder questões que demandam reflexão e respostas textuais.

Quanto ao grupo C, ficou demonstrado possuir algum conhecimento sobre função afim, ao reconhecer que as partes numéricas de uma função podem ser descritas como coeficientes, porém não conseguiu compreender a proposta da questão, que se tratava de uma interpretação qualitativa de um dado numérico apresentado.

(b) Na função afim, que corresponde à velocidade do carro de Fernando,

$$v(t) = 15 + 10t$$

o que representam os números 15 e 10?

Como respostas do item (b), o grupo B não interpretou a pergunta de forma correta, sua resposta foi que 15 e 10 representavam a velocidade mais o tempo. Quanto ao grupo C, o erro foi em relação à ordem dos coeficientes, podendo ser por uma generalização sobre a posição dos termos na função afim ou por ainda não terem fixado os conceitos sobre coeficientes angular e linear.

(c) Faça o gráfico da função $v(t) = 15 + 10t$ no plano cartesiano $t \times v$.

Os alunos conseguiram esboçar o gráfico corretamente com alguns pequenos desvios, principalmente pela falta de atenção sobre o enunciado. Na maioria dos gráficos construídos, os alunos representaram de forma automática os eixos pelas variáveis $x \times y$, não se atentando ao comando de utilizarem as letras $t \times v$.

(d) Na função quadrática, que corresponde à posição do carro de Fernando,

$$S(t) = 3 + 15t + 5t^2$$

o que representam os números 3, 15 e 5?

Na questão (d) o grupo B não conseguiu responder de forma correta, eles responderam que os números 3, 15 e 5 representam os tempos que o veículo percorreu no momento desses números. Cometendo um equívoco sobre a interpretação dessa pergunta.

(e) Faça o gráfico da função $S(t) = 3 + 15t + 5t^2$ no plano cartesiano $t \times S$.

Na questão (e) apenas um grupo construiu o gráfico de forma correta. O pesquisador acredita que o principal motivo do erro se deve à falta de compreensão a respeito da construção de gráficos. Os alunos esperavam utilizar apenas os pontos obtidos na tabela para as construções, o que causou dificuldades, devido ao tamanho da tabela e a ordem de grandeza dos números.

A oficina sobre funções afim e quadrática, explorando o movimento retilíneo uniforme, mostrou que os alunos não estão familiarizados à prática da Matemática crítica, ou seja, apresentam muita dificuldade no exercício crítico e interpretativo da Matemática em outros contextos. A mecanização e a fragmentação no ensino da Matemática podem ser alguns dos fatores que causam dificuldades em metodologias que contemplem uma abordagem de interdisciplinaridade entre os conteúdos.

4.1.4 Oficina IV - Decaimento Radioativo e a Função Exponencial

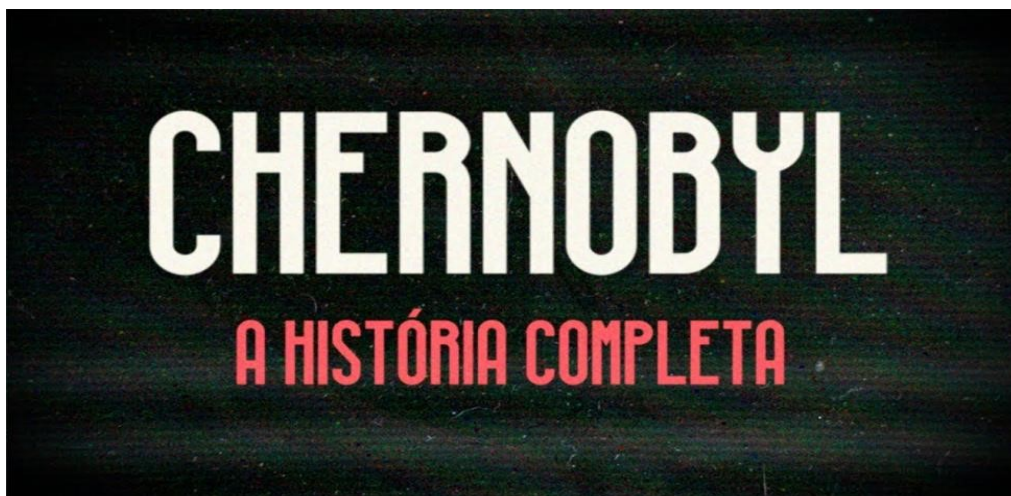
Na quarta oficina, seguindo a ordem em que os conteúdos matemáticos aparecem no primeiro ano do Ensino Médio, procurou-se trabalhar com as funções exponenciais e logarítmicas.

Numa aula que antecedeu a realização da Oficina IV, foi pedido aos alunos que realizassem uma pesquisa sobre as aplicações das funções exponenciais e logarítmicas, para que durante a realização da oficina, o tema fosse debatido. Os alunos então trouxeram pesquisas relacionadas a problemas de decaimento radioativo e de índices de pH, o que foi de encontro com a proposta do pesquisador, que havia preparado como tema da oficina, questões relacionadas ao decaimento de materiais radioativos.

Ao analisar os textos produzidos pelos alunos, observou-se uma grande dificuldade em articular ideias ou até mesmo expressar opiniões. No que se refere aos objetivos propostos para a formação de um cidadão, esse é um dado preocupante, pois demonstra que há uma necessidade de trabalhar metodologias ativas que proporcionem aos alunos uma formação mais crítica.

Na segunda etapa da Oficina IV, para motivar a realização das tarefas apresentadas, foi lhes passado um filme documentário, a respeito da explosão na usina de Chernobyl.

Figura 7 - Imagem do vídeo Chernobyl



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=DiGqjYkRQ6o>. Acesso em 5 jul. 2019

Também foi utilizado como material de discussão o texto a seguir, contendo informações sobre os impactos sociais e ambientais da explosão ocorrida na usina de Chernobyl.

Quadro 5 - Texto sobre o acidente de Chernobyl

Acidente de Chernobyl – O Que Houve Afinal?

No final de agosto de 1986, o governo soviético divulgou relatório de 382 páginas sobre o acidente identificando a causa como tendo sido o fato dos operadores, durante um teste de segurança, terem desligado três sistemas de segurança. Em 30.07.1987, seis russos (**Viktor Petrovich Bryukhanov** - chefe da usina, **Nikolai Maksimovich Fomin** - engenheiro chefe, **Anatoly Stepanovich Dyatlov** adjunto do engenheiro chefe, Kovalenko, Rogozhkin, Laushkin) foram levados a julgamento por violação das normas de segurança que levaram à explosão do reator. Três foram declarados culpados (em negrito) e sentenciados a 10 anos em campo de trabalhos forçados.

Uma das principais conclusões da Conferência Internacional, uma década após Chernobyl, organizada em Viena pela União Europeia, AIEA e Organização Mundial da Saúde, foi a estatística das vítimas do acidente de abril de 1986.

Um total de 237 pessoas, trabalhadores envolvidos com o acidente foram hospitalizados, destes, 134 foram diagnosticados com síndrome aguda de radiação. O total oficial de mortos em virtude da radiação emitida pelo acidente no reator foi de 31 pessoas, vitimadas pela participação direta no combate aos incêndios da unidade. Duas pessoas faleceram atingidas diretamente pela explosão do reator, e uma terceira, de infarto. No entanto, milhares de pessoas sofreram e sofrem as consequências da exposição à radiação até hoje.

Em janeiro de 1993, a AIEA refez sua análise do acidente e atribuiu como sendo a causa principal o projeto do reator e não mais a erro operacional (excesso de confiança, falha na comunicação entre os operadores e a equipe que conduzia o teste, desligamento dos sistemas de segurança) conforme relatório de 1986.

O RBMK tem defeitos de nascença. O reator se torna instável, elevando temperatura e aumentando a reatividade em baixa potência. O reator é suscetível a formação de bolhas de vapor no seu interior e a refrigeração promovida pelo vapor é menos eficiente que a água. Por sua vez, a formação de vapor aumenta a potência da reação, porque diminui a absorção de nêutrons. Algo como se alguém pisasse no freio de um veículo e a velocidade aumentasse.

Gravações de vídeo, fotografias tiradas após o acidente apresentam “ruidos” (flashes) provocados pela ação da radiação. O número de crianças acometidas de problemas na tireoide e casos de leucemia aumentaram desde então. Observou-se que um grande número de crianças

passou a ter perda de todos os pelos do corpo. Crianças que nunca serão como as outras que puderam brincar, subir em árvores, alimentar-se com frutas e leite saudáveis.

Em 1991 as repúblicas soviéticas se separaram e a Ucrânia voltou a existir como país independente. Nomes, como Chernobyl e Kiev – a capital, passaram para a forma ucraniana - Chornobil e Kiif.

A unidade 1 foi desligada em março de 1992 e depois funcionou até 1996. A unidade 2 sofreu um incêndio no salão da turbina em outubro de 1991, com isto apressou a decisão do Parlamento ucraniano que imporia moratória nuclear em 1995 e a trouxe para 1993. A unidade 3 teve problema com válvulas e foi desligada em abril de 1992.

Na ocasião, em 1993, o sistema de geração elétrica estava prestes a desligar e suspenderam a moratória. Em 1995, o sistema elétrico ucraniano foi conectado ao sistema elétrico russo, mas por falta de pagamento, permaneceu depois algum tempo desinterligado. Com isto o reator 3 voltou a funcionar.

A independência da Ucrânia da URSS e a crise econômica e política que vigora na região fez com que muitos vizinhos europeus tivessem que investir em proteção em Chernobyl. A Noruega calcula ter recebido 6% do material da explosão com o deslocamento da pluma radioativa sobre seu território. Belarus, 25%, Ucrânia, 5% e Rússia, 0,5%. Muitos operadores de nacionalidade russa em busca de melhor salário retornaram à Rússia.

Doze anos depois a região alpina na Europa continua muito contaminada pela precipitação nuclear. Uma análise revelou níveis bastante altos do isótopo radioativo cézio 137, noticiou o jornal francês Le Monde. Em alguns lugares a radioatividade era 50 vezes maior do que os padrões europeus para lixo nuclear. As amostras mais contaminadas vieram do Parque Nacional Mercantour, no sudeste da França; do monte Cervino, na fronteira ítalo-suíça; da região de Cortina, na Itália; e do Parque Hohe Tauern, na Áustria. As autoridades pediram aos países afetados que monitorem os níveis de radiação da água e de alimentos sensíveis à contaminação, como cogumelos e leite.

Fonte: <https://www.coladaweb.com/quimica/quimica-nuclear/chernobyl-o-que-houve-afinal>. Acessado em 5 de jul. de 2019.

Após a apresentação do tema para os alunos, o pesquisador explanou a respeito de conceitos relativos à meia vida das substâncias radioativas e apresentou algumas questões relacionadas ao assunto para serem discutidas.

ATIVIDADES

O Estrôncio (Sr^{90}) é um elemento químico radioativo que sofre desintegração com o passar do tempo, experimentalmente é comprovado que a quantidade de Estrôncio presente num determinado ambiente pode ser calculada pela função exponencial

$$N(t) = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{28}}.$$

Na qual N_0 representa a quantidade inicial, em quilos de Estrôncio, t representa o tempo, em anos, e $N(t)$ a quantidade de Estrôncio num dado instante de tempo t .

Questão 1: Determine a meia-vida do elemento químico Estrôncio.

Questão 2: Supondo que se tenha uma quantidade inicial de 300kg de Estrôncio, determine a quantidade de Estrôncio após passados 56 anos. Calcule também a quantidade de Estrôncio que se desintegrou nesses 56 anos.

Questão 3: Supondo que se tenha uma quantidade inicial de 300kg de Estrôncio, determine a quantidade de Estrôncio após passados 14 anos.

Questão 4: Esboce o gráfico da função exponencial $N(t) = 300 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{28}}$.

Questão 5: O acidente no reator de Chernobyl, em 1986, lançou na atmosfera uma grande quantidade de Estrôncio radioativo. Supondo que esse isótopo fosse a única contaminação radioativa e que a região poderá ser considerada segura após a quantidade de Estrôncio ser reduzida, por desintegração, a $\frac{1}{16}$ da quantidade inicialmente presente, determine, considerando o ano do acidente, o ano em que a região será considerada segura de novo.

Com relação ao desenvolvimento e resolução dos problemas, houve muito interesse dos alunos em encontrar as respostas corretas, tendo uma maior relevância a Questão 5, principalmente pelo fato de se tratar do tema apresentado no vídeo. No decorrer da oficina, foi necessário retomar os conceitos relativos ao estudo de potências, pois os alunos não recordavam

as suas principais propriedades. A dificuldade mais evidente foi com a interpretação de texto, alguns dos alunos não conseguiam compreender o que o problema propunha, mas observou-se que iniciar as oficinas com pesquisa, texto informativo, vídeo e debates favoreceram a aceitação quanto à relevância e importância do estudo das funções exponenciais.

Seguindo a proposta de modelagem matemática de Bassanezi (2015), após a exibição do documentário, leitura do texto e resolução das atividades, o pesquisador reservou um momento para debater o assunto radiação, sociedade e função exponencial e foi pedido aos alunos que formassem algumas questões relacionadas ao caso de Chernobyl, para serem modeladas, das quais duas foram escolhidas, dando sequência à Oficina IV:

- 1- Como a explosão nuclear de Chernobyl conseguiu lançar pelos ares a tampa do reator que pesava cerca de 2000 toneladas?
- 2- Quanto tempo será necessário para a cidade de Chernobyl se recuperar dos efeitos da radiação e ser habitável novamente?

Então, os alunos, incentivados a explorar o tema, foram mais uma vez conduzidos ao laboratório de informática para colherem informações a respeito dos problemas levantados. Os alunos foram convidados a realizarem a pesquisa com supervisão do autor do trabalho em um dos laboratórios de informática do IFMG-SJE, devido ao fato de os computadores do laboratório da escola não estarem em condições adequadas para a utilização.

Quanto às questões formuladas, após analisá-las, alguns ajustes foram feitos para que fossem direcionadas ao conhecimento escolar dos alunos, que com o consenso de todos, foram reescritas da seguinte forma:

- 1- Qual é o trabalho resultante da explosão ao lançar a tampa do reator de Chernobyl pelos ares? Considere que a tampa do reator foi arremessada verticalmente a uma velocidade de 14 metros por segundo e que sua massa era de 2000 toneladas.
- 2- Se considerarmos apenas a contaminação por plutônio, quanto tempo seria necessário para que seus átomos decaíssem para um sexto de sua massa inicial, sabendo-se que a massa total de plutônio presente no momento da explosão era de 16000 toneladas?

Analisando as questões separadamente, na primeira pergunta os alunos observaram que se tratava de um problema com origem na Física. Então, em parceria com a professora de Física,

o pesquisador orientou-os quanto ao conteúdo em que poderiam pesquisar para entender o problema, os direcionando ao estudo da energia cinética. Com isso, os alunos consultaram o livro de Física e encontraram as fórmulas necessárias para a sua resolução. A matéria de Física em questão estava prevista para ser estudada ainda no quarto bimestre, tendo sido beneficiada pela exploração do tema nesta oficina. No final, quanto ao grupo de alunos que alcançaram a resposta, não compreenderam as unidades de medida em que foi expressa.

A segunda questão, que se utilizaria dos conceitos estudados de função exponencial para resolvê-la, de imediato nenhum aluno apresentou resposta coerente, precisando de intervenções do pesquisador para que fosse resolvida.

A Oficina IV, pela forma diversificada com que foi conduzida, abordando múltiplos conteúdos e utilizando de diversas metodologias, se mostrou atraente para os alunos, que foram receptivos e interessados, hora pela história real dos acontecimentos em Chernobyl, hora pela busca das respostas para as perguntas que eles próprios formularam.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das oficinas realizadas no primeiro ano do Ensino Médio, a interdisciplinaridade pode ser vista como uma prática pedagógica que traça caminhos que vão além da fragmentação e compartimentação do ensino. Existem diversas metodologias de ensino e diversos tipos de alunos, cabendo aos professores utilizá-las da melhor maneira possível. Para a realização das oficinas, buscou-se meios diversificados de ensino para que a Matemática se tornasse mais atrativa, investigativa, podendo despertar o interesse dos alunos para o estudo dos conceitos de funções. A exploração interdisciplinar dos conteúdos mostrou-se ideal para à abordagem dos temas tratados nas aulas.

No decorrer das atividades, foi nítido o envolvimento dos alunos na resolução dos problemas. O ponto de maior destaque, na percepção do pesquisador, foi o fato das atividades propostas terem possibilitado uma maior participação dos alunos, além de ter proporcionado, no decorrer de sua resolução, momentos em que eles foram direcionados para a pesquisa, podendo desenvolver autonomia e participação ativa na construção do seu próprio conhecimento.

A pesquisa sugere que é possível a utilização de questões contextualizadas relativas aos conteúdos de Física e Química para o ensino de conceitos relacionados a funções. Essas oficinas

interdisciplinares possibilitaram aos alunos uma visão mais aprofundada das aplicações da Matemática dentro das disciplinas de Física e Química. Por fim, pode-se observar que os processos vivenciados no decorrer das oficinas proporcionaram um aprendizado por meio da investigação, que aguçou a curiosidade, o interesse e, principalmente, gerou uma maior participação dos alunos no processo de ensino-aprendizagem.

Quanto as principais possibilidades e desafios de trabalhar metodologias interdisciplinares no ensino de funções aplicadas à Química e à Física, destacam-se quanto as possibilidades: o trabalho em conjunto entre os professores de ambas as disciplinas, possibilitando um ensino de funções mais completo, em que os alunos tem mais condições de aprender devido a parceria dos professores de mais de uma disciplina. Olhares diferentes sobre um mesmo tema favorecem a inclusão dos alunos e seu envolvimento nas atividades propostas.

Quanto aos desafios, o trabalho em conjunto sempre gera conflitos por divergência de ideias, além de demandar um constante alinhamento entre os profissionais de ambas as áreas que irão atuar em conjunto, porém, este trabalho desafiador se justifica pela necessidade de superar a fragmentação e mecanização por hora emposta no ensino, romper com este paradigma é algo que vem sendo discutido como proposta de ensino dentro dos PCN e PCNEM.

Trabalhar novas práticas e novos métodos de ensino com um olhar interdisciplinar nos faz pensar na Matemática como uma ponte entre as Ciências Exatas. Com a utilização da interdisciplinaridade, a Matemática pode se tornar mais atrativa aos alunos, gerando uma maior motivação e eficiência em seu ensino. Os ganhos em aprendizagem no âmbito matemático também se mostraram relevantes, possibilitando aos alunos uma ampliação de horizontes, em que o conhecimento matemático está alinhado com a realidade que os cerca. A pesquisa realizada por meio dos dados coletados nas oficinas citadas acima não esgota a necessidade de novos estudos sobre o tema, ou seja, o campo de pesquisa continua amplo e rico em novas descobertas, quanto às possibilidades e desafios que podem surgir a partir da utilização de metodologias interdisciplinares no ensino de funções aplicadas a Química e a Física.

6 REFERÊNCIAS

ALLEVATO, N. S. G.; ONUCHIC, L. R. **Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas**. Bolema, Rio Claro (SP), v. 25, n. 41, p. 73-98, dez. 2011.

BARBOZA, A. K. A. **A (Inter) Relação da Matemática e a Química: Uma Visão Pontual de Alunos do 1º Ano do Ensino Médio**. 2016. 35 f. Monografia (Especialização). Instituto Latino-americano de Ciências da Vida e da Natureza (ILACVN), Foz do Iguaçu, 2016.

BARDINE, Renan Roberto. **Acidente de Chernobyl – O Que Houve Afinal: Conclusões sobre Chernobyl**. Cola da Web, Sertãozinho, São Paulo, p. 14-17, 26 abr. 2013. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/quimica/quimica-nuclear/chernobyl-o-que-houve-afinal>. Acesso em: 5 jul. 2019.

BASSANEZI, R. C. **Modelagem matemática: teoria e prática**. São Paulo: Contexto, 2015.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências – séries iniciais**/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000a.109p.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000b.58p.

CAPES. **Portal de Periódicos da Capes**. Disponível em: <https://capes.gov.br/educacao-basica/programa-residencia-pedagogica>. Acesso em: 20 nov. 2018.

CHERNOBYL: A História Completa. Direção: Pedro Loos e Greg de Souza. Produção: Pedro Loos e Greg de Souza. Intérprete: Pedro Loos. Roteiro: Pedro Loos. Brasil: Youtube, 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DiGqjYkRQ6o>. Acesso em: 5 jul. 2019.

D'AMBROSIO, U. **Educação matemática: da teoria à prática**. Campinas/SP: Papirus, 1989.

DEVLIN, K. **Matemática: a ciência dos padrões**. Tradução Alda M. Durães. Porto: Porto Editora, 2005.

DUVAL, R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). **Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica**. Campinas: Papirus, 2005. p. 11-34.

DUVAL, R. **Semiósis e pensamento humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais**. São Paulo: Livraria da Física Editora, 2009.

ESCOLA ESTADUAL “JOSEFINA PIMENTA”, **Projeto Político Pedagógico**. 2017.

ESCOLA ESTADUAL “JOSEFINA PIMENTA”. **Regimento Escolar**. 2015.

FAZENDA, Ivani. **Didática e Interdisciplinaridade**. 13. ed. São Paulo: Papirus, 2008a.

FAZENDA, Ivani. **O que é interdisciplinaridade?** 1. ed. São Paulo: Cortez, 2008b.

FONSECA, Vítor da. **Introdução às dificuldades de aprendizagem**. 2ª edição rev. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FUJITA, O. M. RODRIGUES, E. N. **A contextualização e os objetos digitais de aprendizagem na educação básica: o currículo e a sua aplicação na matemática**. In Educação Matemática Pesquisa, v.18, n.2, p. 697-716. 2016

LOPES, C. E. **Os desafios e as perspectivas para a Educação Matemática no Ensino Médio**. Trabalho encomendado pelo GT19- Educação Matemática, para apresentação na 34ª Reunião Anual da ANPED. Natal, 2011

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: As abordagens do processo: Temas básicos de educação e ensino**. São Paulo: E.P.U., 2009.

ONUCHIC, L.L.R. **Ensino-aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas**. In: Bicudo, M.A.V. (org.). Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP. 1999.

ONUCHIC, L.L.R. & ZUFFI, E. M. **O ensino-aprendizagem de matemática através da Resolução de Problemas e os processos cognitivos superiores**. Revista Ibero-americana de Matemática, San Cristóbal de La Laguna, ano 2007, v. 11, n. 11, p. 79- 97, 2007.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. **Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o Ensino de Química**. Química Nova na Escola. São Paulo. n. 1, p.27-31, maio. 1995.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TOMAZ, V. S., & DAVID, M. M. M. S. (2008). **Interdisciplinaridade e aprendizagem da matemática em sala de aula**. Coleção Tendências em Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica Editora.

WALVY, O.W.C. **Construindo saber docente Interdisciplinar: A termogravimetria em um laboratório didático**. Tese de doutorado, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.