



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL

ROQUELANY BATISTA MARANHÃO

**O LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: UMA PROPOSTA
INTERDISCIPLINAR PARA PROFESSORES DE MATEMÁTICA DO 2º ANO DO
ENSINO MÉDIO**

FORTALEZA

2015

ROQUELANY BATISTA MARANHÃO

O LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: UMA PROPOSTA
INTERDISCIPLINAR PARA PROFESSORES DE MATEMÁTICA DO 2º ANO DO
ENSINO MÉDIO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, do Departamento de Matemática da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. José Alberto Duarte Maia.

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Maria José Costa dos Santos

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca do Curso de Matemática

M26L Maranhão, Roquelany Batista
O Laboratório de ciências da natureza: uma proposta interdisciplinar para professores de matemática do 2º ano do ensino médio / Roquelany Batista Maranhão. – 2015.
98 f. : il. ; enc.; 31 cm

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Matemática, Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Fortaleza, 2015.
Área de Concentração: Ensino de Matemática.
Orientação: Prof. Dr. José Alberto Duarte Maia.

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Interdisciplinaridade. 3. Laboratório de Ciências da Natureza. I. Título.


ROQUELANY BATISTA MARANHÃO

O LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: UMA PROPOSTA
INTERDISCIPLINAR PARA PROFESSORES DE MATEMÁTICA DO
SEGUNDO ANO DO ENSINO MEIO

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Matemática em Rede Nacional, do
Departamento de Matemática da
Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial para a obtenção do
Título de Mestre em Matemática. Área
de concentração: Ensino de Matemática.

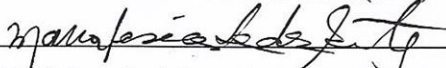
Aprovada em: 29 / 07 / 2015.

BANCA EXAMINADORA



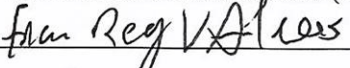
Prof. Dr. José Alberto Duarte Maia (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Maria José Costa dos Santos (Co-orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Francisco Regis Vieira Alves

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

DEDICATÓRIA

À minha família, em especial à minha mãe, pelo amor e dedicação devotados a mim e ao meu filho, sem os quais este trabalho não teria sido possível. Ao meu irmão por sua inteligência privilegiada e compartilhada durante a elaboração deste trabalho. Ao meu pai por ser meu exemplo de vida.

À minha esposa, pela confiança na minha capacidade e mérito, pelo amor e pelo companheirismo constantes, imprescindíveis nas muitas horas de cansaço.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Agradeço a Deus por estar sempre ao meu lado me dando o que preciso e ajudando a superar todos os obstáculos.

AGRADECIMENTOS

À professora Maria José Costa dos Santos, pela confiança demonstrada à execução da proposta inicial deste trabalho, pelo símbolo de competência e profissionalismo e, em especial, pela atenção dedicada a cada prévia do trabalho enviado.

Ao professor José Alberto Duarte Maia, pela confiança oferecida ao meu trabalho.

Aos colegas professores que participaram do planejamento das aulas de laboratório.

Aos amigos e amigas com quem pude contar com dicas e ajudas importantes.

RESUMO

O ensino da Matemática centrado em si mesmo, desvinculado do cotidiano e sem aplicabilidade direta, tem se mostrado como um fator desencadeante do desinteresse dos alunos da escola pública pela disciplina Matemática. O objetivo deste trabalho foi apresentar uma proposta de ensino, visando contribuir para minimizar o desinteresse dos alunos, pela disciplina Matemática. O presente trabalho propôs uma ação de cunho interdisciplinar como ferramenta de articulação entre os conhecimentos da Matemática e das Ciências da Natureza no âmbito dos laboratórios de Física, de Química e de Biologia, com alunos de duas turmas de 2.º ano do Ensino Médio de uma escola pública do estado do Ceará, com o intuito de desenvolver competências e construir conhecimentos para a vida. Foram realizadas atividades (teóricas e experimentais), de cunho interdisciplinar com áreas comuns a matemática (a Física, a Química e a Biologia), nos Laboratórios de Ciências da Natureza(LCN). Os resultados apontaram que os sujeitos aderiram aos procedimentos metodológicos, e reagiram positivamente diante dos resultados obtidos por meio dos experimentos realizados no LCN. Após o desenvolvimento das práticas, verificou-se que a atividade interdisciplinar contribuiu para uma visão da disciplina Matemática de forma mais significativa, e concluiu-se, então, que essa proposta forneceu ao professor uma ferramenta eficaz contra o desinteresse em matemática pelos alunos.

Palavras-chave: Matemática. Ensino. Interdisciplinaridade. Laboratório de Ciências da Natureza.

ABSTRACT

The teaching of mathematics self-centered, disconnected from everyday life and without direct applicability, has proven to be a trigger disinterest of public school students in mathematics discipline. The objective of this study was to present an educational proposal, to contribute to minimize the disaffection of students in mathematics discipline. This paper proposed an action interdisciplinary nature as coordination tool between the knowledge of mathematics and natural sciences under the Physics laboratories of Chemistry and Biology, with students from two classes of 2nd year of High School a public school in the state of Ceará, in order to develop skills and build skills for life. Activities (theoretical and experimental) were performed in an interdisciplinary nature with common mathematical areas (Physics, Chemistry and Biology), the Natural Sciences Laboratories (LCN). The results showed that the subjects joined the methodological procedures, and reacted positively on the results obtained through experiments on LCN. After the development of practices, it was found that the interdisciplinary activity contributed to a view of mathematics discipline more significantly, and concluded, then, that the proposal gave the teacher an effective tool against the disinterest in mathematics by students.

Keywords: Mathematics. Education. Interdisciplinarity. Natural Sciences Laboratory..

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Esquema de um painel de equilíbrio estático.....	59
Figura 2:	Painel de estática.....	60
Figura 3:	Observação do painel de equilíbrio estático.....	61
Figura 4:	Esquema do experimento no quadro.....	61
Figura 5:	Observação no microscópio do brotamento dos fungos.....	64
Figura 6:	Divisão/Brotamento dos fungos.....	64
Figura 7:	Medição da temperatura da solução.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Quantidade de laboratórios por escola.....	16
Tabela 2:	Solubilidade de sais.....	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1:	Curva de solubilidade de sais.....	67
Gráfico 2:	Objetivos da matemática.....	68
Gráfico 3:	Expectativas para o estudo da matemática.....	70
Gráfico 4:	Utilização da interdisciplinaridade da Matemática nos LCN'S.....	71
Gráfico 5:	Expectativa dos alunos quanto à interdisciplinaridade da matemática nos LCN'S.....	72
Gráfico 6:	Disciplina tida como de maior índice de dificuldade.....	73
Gráfico 7:	Recurso eleito para superação das dificuldades de aprendizagem.....	74
Gráfico 8:	Importância das aulas práticas para a construção do conhecimento.....	75
Gráfico 9:	Frequência da prática de professores de matemática nos LCN'S.....	76
Gráfico 10:	Percepção dos alunos quanto à aplicação da matemática no cotidiano.....	77
Gráfico 11:	Importância dos conceitos matemáticos para as ciências.....	78
Gráfico 12:	Avaliação do nível de dificuldade dos conteúdos matemáticos nos LCN'S.....	79
Gráfico 13:	Avaliação da qualidade das aulas de matemática nos LCN'S.....	80
Gráfico 14:	Contribuição da interdisciplinaridade para aplicação da matemática no dia a dia.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNE:	Conselho Nacional de Educação
DCNEM:	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
LDB:	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LCN:	Laboratório de Ciências da Natureza
LDBEN:	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCN:	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM:	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
SPAECE:	Sistema de Avaliação da Educação Básica do Ceará

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA E O RECURSO DA INTERDISCIPLINARIDADE.....	21
2.1	Formação de professores e a prática da interdisciplinaridade.....	23
2.2	A pesquisa e os LCN: reflexões sobre a prática.....	25
2.2.1	<i>O que diz a LDBEN e os PCN'S do ensino médio.....</i>	27
2.3	A interdisciplinaridade e uma reflexão sobre o currículo do ensino médio.....	30
2.4	A matemática sob o prisma das áreas afins: física, química e biologia..	34
2.4.1	<i>A escola e a produção de conhecimentos matemáticos.....</i>	37
3	CONCEITOS MATEMÁTICOS CONSTRUÍDOS A PARTIR DE EXPERIMENTOS NOS LCN'S.....	49
3.1	Experimento 1: Relações trigonométricas e equilíbrio estático.....	49
3.2	Experimento 2: Progressão geométrica e reprodução assexuada de fungos.....	51
3.3	Experimento 3: Gráficos de funções e solubilidade de sais.....	53
3.4	Reflexões sobre os experimentos no LCN.....	54
4	METODOLOGIA.....	57
4.1	Descrição de aula prática em laboratório de física.....	59
4.2	Descrição de aula prática em laboratório de biologia.....	62
4.3	Descrição de aula prática em laboratório de química.....	65
5	ANÁLISE DOS DADOS DOS QUESTIONÁRIOS.....	68
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
	REFERÊNCIAS.....	84
	APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	86
	APÊNDICE B – PRÉ-TESTE.....	88
	APÊNDICE C – PÓS-TESTE.....	90
	ANEXO A – ROTEIRO DA PRÁTICA DE FÍSICA.....	92
	ANEXO B – ROTEIRO DA PRÁTICA DE BIOLOGIA.....	94
	ANEXO C – ROTEIRO DA PRÁTICA DE QUÍMICA.....	96

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Matemática na contemporaneidade exige um olhar interdisciplinar que se articule com as Ciências da Natureza devido à ligação entre os conteúdos formando uma unidade e possibilitando a observação de inúmeros fenômenos, o que se constitui em um desafio para os educadores que atuam no Ensino Médio.

O Sistema de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE) é uma avaliação que abrange da etapa de Alfabetização ao Ensino Médio. No SPAECE são aplicados testes de desempenho e questionários contextuais que possibilitam extrair dados, visando traçar um panorama da qualidade da educação dos alunos.

Na escola Liceu Professor Domingos Brasileiro, fonte desta pesquisa, os resultados do SPAECE dos anos de 2012 e 2013 apresentam níveis decrescentes de proficiência de 258,3 e 254,4 respectivamente se aproximando do que o Sistema considera como “muito crítico”.

Considerando o desinteresse dos alunos pelo ensino da Matemática como um dos fatores geradores do resultado demonstrado nesses índices do SPAECE, as aulas de Matemática devem ter como proposta levar o aluno a enfrentar situações-problema através da aplicação dos conhecimentos adquiridos em sala de aula em diferentes contextos do seu cotidiano, proporcionando, assim, uma maior significação para os conteúdos apresentados e, conseqüentemente, um maior interesse por parte deles.

Os Laboratórios de Ciências da Natureza (LCN) da escola pública são espaços físicos com instalações, aparelhagem e produtos necessários a manipulações efetuadas, envolvendo observação e experimentação ou produção num campo de estudo ou uma prática de determinada habilidade. Há escolas em que um mesmo ambiente compartilha de condições para atender as três disciplinas: Química, Física e Biologia e em outros há uma sala para cada disciplina, havendo, ainda, casos de escolas que não possuem esses espaços.

Conforme dados oficiais da Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC), presentes na tabela abaixo, ano base 2014, o estado possui 691 escolas e em 467 apresentam laboratórios de Ciências. O Liceu conta com a estrutura de três laboratórios de Ciências da Natureza, sendo um de Física, um de Química e um de Biologia.

Tabela 1: Quantidade de laboratórios por escola

<i>Estado do Ceará</i> <i>Secretaria da Educação</i> <i>Coordenadoria de Avaliação e Acompanhamento da Educação</i> <i>Célula de Estudos, Gestão de Dados e Disseminação de Informações Educacionais - CEGED</i> <i>Número de Escolas Total, por Dependências Existente – 2014</i>					
Crede	Município	Dependência Administrativa	Total de Escolas	Quantidade de Escolas Por Dependência Existente	
				Laboratório	
				Inform.	Ciências
Ceará		Estadual	691	671	467
		Federal	25	24	20
		Municipal	5.846	3.229	83
		Privada	1.634	772	298
		Total	8.196	4.696	868

Fonte: SEDUC/Coave/Ceged/Educacenso 2014.

Ao contrário do modelo de aula convencional no qual o centro das atenções é o professor, nos laboratórios o foco passa a ser o experimento. Dessa maneira, trabalha-se com uma proposta didática diferente, em que a interação professor–aluno e entre os próprios alunos é estimulada, obtendo um resultado significativo na aprendizagem.

Para obter esse resultado, o professor de Matemática deve ter os objetivos de sua aula planejados e bem definidos, tanto quanto a metodologia a ser empregada na aula laboratorial de modo que os experimentos realizados se vinculem aos da ciência escolhida de forma prática e aplicada.

É importante pensar a Matemática de forma interdisciplinar, já que essa pode – além dos seus objetivos específicos, como o de fornecer embasamento teórico em Matemática e estimular o raciocínio pela habilidade de resolver problemas reais ou contextualizados - auxiliar na compreensão de acontecimentos tidos como pertencentes a outras disciplinas e conscientizar os alunos da importância de integrar os conhecimentos matemáticos adquiridos de forma interdisciplinar.

A interdisciplinaridade tem como decorrência o diálogo, a reciprocidade, a procura de novos conhecimentos e indica maneiras de construção de um conhecimento cada vez menos fragmentado que rompa as fronteiras entre as

disciplinas e que adequa uma aparição mais compreensiva da realidade como um todo. No livro “Práticas Interdisciplinares na Escola”, organizado por Ivani Fazenda (1993), Ferreira ressalta que:

O prefixo ‘inter,’ dentre as diversas conotações que podemos lhes atribuir, tem o significado de ‘troca’, ‘reciprocidade’ e ‘disciplina’, de ensino’, ‘instrução’, ‘ciência’. Logo, a interdisciplinaridade pode ser compreendida como sendo um ato de troca, de reciprocidade entre as disciplinas ou ciências – ou melhor, de áreas do conhecimento. (FERREIRA in FAZENDA, 1993, p 21-22)

Com esse entendimento, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996, regulamentada em 1998 pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação (CNE) e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) preconiza que, em relação à escolha dos conteúdos a serem ministrados, o currículo do Ensino Médio deve buscar uma maior integração dos conhecimentos através de um trabalho interdisciplinar o qual contemple uma cooperação entre as áreas e um compartilhamento de ideias e atividades.

Trata-se, portanto, de o conjunto de disciplinas, que vai além de uma mera reunião de especialidades, promover as competências necessárias aos alunos do ensino médio. A área de Ciências da Natureza e Matemática deve reforçar o sentido de cada uma de suas disciplinas. Os professores devem conduzir o ensino de modo a dar realidade e unidade para a compreensão de que muitos aprendizados científicos têm pontos em comum ou convergem em ideias para, assim, propiciar ao aluno a elaboração de abstrações mais amplas.

Para a efetivação desta proposta de trabalho interdisciplinar, foram propostos dois questionários: um pré-teste e um pós-teste a serem aplicados em duas turmas de 2º ano do turno da tarde da Escola Liceu Professor Domingos Brasileiro. Antes do início das aulas, foi solicitado aos alunos que respondessem a um pré-teste no qual se inquiriu sobre o conhecimento de interdisciplinaridade e, sobre o interesse pelas aulas da Matemática. Ao final das práticas, foi aplicado um pós-teste com os estudantes para avaliar a aceitação desse método de ensino mediante uma análise qualitativa e quantitativa. A escolha das turmas se deveu à seleção prévia dos conteúdos feita pelos professores participantes do projeto.

A proposta central deste trabalho foi promover uma integração recíproca entre os conteúdos de Matemática, Física, Biologia e Química de forma a levar o

aluno a enfrentar situações-problema e a pensar de modo crítico, promovendo, assim, uma melhoria nos índices de aprendizagem dessas disciplinas a partir da integração dos conhecimentos adquiridos.

A prática foi efetivada com a utilização de conteúdos matemáticos com características comuns aplicáveis à área de Ciências da Natureza a fim de tornar as aulas de Matemática com mais significado para propiciar, assim, o interesse, o fácil entendimento pelos alunos e um aprendizado útil à vida e, quiçá, à vida profissional.

A sugestão deste trabalho está de acordo com as Leis de Diretrizes e Bases da Educação 9394/96 e de forma complementar com os PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais, que organizam o aprendizado das disciplinas do Ensino Médio, ao preconizarem que os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento envolvam de forma interdisciplinar e combinada o desenvolvimento de conhecimentos contextualizados para um conhecimento mais global.

Em 2015, o Liceu conta com 981 alunos matriculados nos turnos manhã, tarde e noite. A escola conta com sete (07) turmas de 2º ano. O turno da tarde conta com duas turmas de segundo ano tendo sido seus alunos selecionados de forma aleatória e espontânea para participar deste projeto. Foram propostos três roteiros de experiências práticas trabalhando a Matemática nos Laboratórios de Ciências da Natureza (LCN) com a aplicação da interdisciplinaridade no 2º ano do Ensino Médio, visando como meta um conhecimento mais amplo e global.

Centrado em si mesmo, o ensino da Matemática, muitas vezes influencia o desinteresse dos alunos pela disciplina, isso ocorre por não saberem como aplicá-la em suas vidas. Fato esse que se aplica também a todas as disciplinas inclusive às das áreas afins - que é a das Ciências da Natureza. A falta de aplicação dos conhecimentos matemáticos propostos dá margem a um possível afastamento das aulas e, conseqüentemente, pouca aprendizagem.

D'AMBRÓSIO em seu livro "Educação Matemática: da teoria à prática" (1998) refere-se ao caráter prático do ensino das disciplinas de Matemática e das disciplinas das Ciências da Natureza como sendo necessários a uma maior aprendizagem.

De acordo com D'Ambrósio

O caráter experimental da Matemática foi removido do ensino e isso pode ser reconhecido como um dos fatores que mais contribuíam para o mau

rendimento escolar. Os professores das ciências naturais, sobretudo biologia, parecem ter sido mais arrojados em propor uma abertura do currículo levando o aluno a fazer, quando adotaram o método de projetos. [...] Em menor escala o ensino da física e da química também tem mostrado inovações. O mais resistente tem sido a matemática. (D'AMBRÓSIO, 1998, p. 95).

Vivenciar a realidade de professor de Matemática do Ensino Médio na rede estadual do Ceará torna clara essa indisposição dos alunos para essa área e para a das Ciências da Natureza, fato que ocasionou o interesse em fazer com que as aulas dessas disciplinas - consideradas críticas para o desenvolvimento dos estudantes - se tornassem mais atrativas.

A partir dessa constatação sentiu-se a necessidade de relacionar os conteúdos matemáticos aos da área de Ciências da Natureza com o propósito de desenvolver conhecimentos práticos, que respondessem às necessidades da vida contemporânea e ao desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos que correspondessem a uma cultura geral e não apenas à obtenção de uma nota para aprovação e conclusão do Ensino Médio.

Nesta prática foram ministradas aulas de Matemática com dez alunos de duas turmas de 2º ano do Ensino Médio da escola pública do Ceará Liceu Professor Domingos Brasileiro. A proposta constou de três roteiros e práticas de Matemática com estruturas de ensino comuns com a Física, com a Química e com a Biologia nos laboratórios de Ciências da Natureza de forma teórica e experimental. A escola tida como referencial para esse trabalho conta com uma estrutura de laboratório para cada disciplina.

A atividade interdisciplinar na escola pôde chegar, então, a ser um momento privilegiado de construção do conhecimento, caracterizado pela participação direta e ativa entre alunos e professores e por uma nova maneira de ver o mundo: menos desconjuntada, mais global.

Nesse contexto, o objetivo geral foi analisar as práticas interdisciplinares do ensino de Matemática nos Laboratórios de Ciências da Natureza (LCN), tendo como objetivos específicos: apresentar roteiros e atividades interdisciplinares para o professor de Matemática e subsidiar a aplicabilidade de conteúdos matemáticos como estratégias de interpretação dos conceitos relacionados às Ciências da

Natureza, no cotidiano para ressignificar a compreensão do ensino da Matemática para os estudantes.

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. No primeiro capítulo, apresentou-se a importância da interdisciplinaridade, os seus objetivos e a sugestão desse recurso como forma de minimizar a distância entre os conteúdos de Matemática ministrados em sala e a utilização desses saberes em situações práticas da vida dos alunos. No segundo capítulo, apresentaram-se definições, objetivos e metodologias de interdisciplinaridade e a formação do professor de Matemática. Neste capítulo consta ainda a relação da matemática com o ensino de ciências da natureza, mostrando de que maneira essas atividades interdisciplinares são possíveis. Posteriormente, no terceiro capítulo, apresentaram-se os três conceitos matemáticos aplicados nos experimentos das aulas dos Laboratórios de Ciências. No quarto capítulo, o da metodologia, apresentaram-se as descrições das aulas e dos experimentos nos laboratórios de Física, Biologia e Química. No quinto capítulo, foram analisados os dados obtidos nos questionários por meio de gráficos juntamente com a opinião dos alunos que participaram das atividades desenvolvidas. E por fim, algumas considerações finais e as referências bibliográficas.

O capítulo seguinte abordará a temática referente à formação do professor considerando o papel da interdisciplinaridade, o que dizem as Leis de Diretrizes da Educação e os Parâmetros Curriculares Nacionais e refletindo sobre o currículo do Ensino Médio e os conhecimentos da Matemática relacionados à área de Ciências da Natureza.

2 A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA E O RECURSO DA INTERDISCIPLINARIDADE

A História da Matemática mostra, ao longo do tempo, que essa se adequa aos objetivos relevantes à sociedade da época. Muito do que se sabe hoje se deveu à matemática que vai do período grego, quando ora tinha um caráter utilitário e ora um caráter mais abstrato, ao século XX, quando procura refletir sobre a natureza das coisas e explicá-la.

Considerando o momento atual, há que se vincular o ensino dos conteúdos matemáticos aos de outras áreas do conhecimento e conduzir as aulas de uma forma que os alunos possam interagir mais e ter uma percepção maior da importância do caráter intrínseco à matemática que é o de fomentar a resolução das grandes questões pertinentes ao funcionamento do mundo e, conseqüentemente à vida das pessoas.

Hoje há uma demanda de interesses tanto do desenvolvimento das ciências quanto dos professores, dos alunos e da sociedade como um todo que convergem para um empreendimento interdisciplinar.

JAPIASSU corrobora essa ideia ao afirmar que

Independente das motivações daqueles que definem a interdisciplinaridade, o fato é que esta se apresenta hoje como uma oposição sistemática a um tipo tradicional de organização do saber, o que constitui um convite a lutar contra a multiplicação desordenada das especialidades e das linguagens particulares das ciências. (JAPIASSU, 1976, p. 56)

Embora não haja consenso sobre a fragmentação do conhecimento como tendo sido, originalmente, proposta por Descartes, ela aparece no livro *Discurso do Método*, em 1637, citando que para se resolver uma questão complexa deve-se decompô-la em partes menores a fim de simplificar o problema. A união da resolução das partes daria a resolução do todo.

Sendo esta influência cartesiana ou não é fato que a especialização das Ciências marcou o século XIX, com a industrialização e a conseqüente divisão do trabalho, e acentuou-se no século XX. Essa divisão refletiu-se no ensino escolar disciplinar, que se consolidou primeiramente no século XIX nas universidades modernas e, com os avanços das pesquisas científicas, difundiu-se no século XX.

A área das Ciências da Natureza, que tem em si um caráter prático e significativo e que busca entender e explicar a ocorrência dos fatos cotidianos, sendo, por isso, eminentemente contextualizado à vida dos educandos deve ter também um ensino pautado na prática interdisciplinar a qual pretende formar alunos com uma visão global de mundo, aptos para articular, religar, contextualizar, situar-se num contexto e, se possível, globalizar, reunir os conhecimentos adquiridos

É urgente que os atores do processo de ensino revejam suas práticas e as reestruturem não mais só para um conhecimento técnico-científico, mas também para um aprendizado com caráter significativo e aplicável à vida cotidiana dos alunos fora da escola. O conceito de interdisciplinaridade vem se desenvolvendo ao longo do tempo como uma necessidade de dar uma resposta à fragmentação do conhecimento oriunda do Positivismo.

Segundo as palavras de Gadotti no seu artigo INTERDISCIPLINARIDADE atitude e método,

A fragmentação representava uma questão essencial para o próprio progresso científico. Tratava-se de entender melhor a relação entre "o todo e as partes", no dizer de Lucien Goldman (1979:3-25). Para ele apenas o modo dialético de pensar, fundado na **historicidade** poderia resgatar a unidade das ciências. (GADOTTI, 2006, p. 1)

A interdisciplinaridade pretende, a partir de uma atitude de busca e de envolvimento, romper com as fronteiras das disciplinas para garantir a construção de um conhecimento globalizante, posto que a fragmentação da realidade em partes não associadas e por ocasiões tão afastadas permite um prejuízo de vínculo e de sentido.

Considerando o momento atual, há que se vincular o ensino dos conteúdos matemáticos aos de outras áreas do conhecimento e conduzir as aulas de uma forma que os alunos possam interagir mais e ter uma percepção maior da importância do caráter intrínseco à matemática que é o de fomentar a resolução das grandes questões pertinentes ao funcionamento do mundo e, conseqüentemente à vida das pessoas.

D'AMBRÓSIO afirma essa ideia quando sustenta que

O grande desafio para a educação é pôr em prática hoje o que vai servir para amanhã. Pôr em prática significa levar pressupostos teóricos, isto é, um saber/fazer acumulado ao longo de tempos passados, ao presente. (...) O elo entre o passado e o futuro é o que conceituamos como *presente*. (D'AMBRÓSIO, 1998, p. 80)

Hoje há uma demanda de interesses tanto do desenvolvimento das ciências quanto dos professores, dos alunos e da sociedade como um todo que convergem para um empreendimento interdisciplinar.

2.1 Formação de professores e a prática da interdisciplinaridade

A proposta da interdisciplinaridade baseia-se em um modelo de ensino e de currículo que integre e unifique as disciplinas, desenvolvendo atitudes e práticas construtivas de conhecimento, através das quais possam surgir, intrínsecas às relações professor/aluno e ensino/aprendizagem, uma integração dos conteúdos curriculares e uma produção do saber científico e sistematizado.

A partir da ótica da epistemologia, a interdisciplinaridade constitui-se, neste caso, de uma abordagem relacional, pois trata de um método de pesquisa e de ensino direcionado para o intercâmbio entre uma ou mais disciplinas, estabelecendo interconexões.

Esse procedimento pode ir da fácil comunicação de opiniões até a uniformidade mútua de intuito, objetivos, conteúdos, terminologia, procedimento metodológico, artifícios, dados e maneiras de organizar e sistematizar a técnica de preparação do conhecimento.

MORIN entende que só o pensamento complexo sobre uma realidade também complexa pode fazer avançar a reforma do pensamento na direção da contextualização, da articulação e da interdisciplinaridade do conhecimento produzido pela humanidade. Para ele,

O conhecimento pertinente deve enfrentar a complexidade. *Complexus* significa o que foi tecido junto; de fato, há complexidade quando elementos diferentes são inseparáveis constitutivos do todo (...), e há um tecido interdependente, interativo e inter-retroativo entre o objeto de conhecimento e seu contexto, as partes e o todo, o todo e as partes, as partes entre si. Por isso, a complexidade é a união entre a unidade e a multiplicidade. Os desenvolvimentos próprios a nossa era planetária nos confrontam cada vez mais e de maneira cada vez mais inelutável com os desafios da complexidade. (MORIN, 2000, p. 38)

JAPIASSU (1976) quanto a essa questão epistemológica ressalta

Numa sociedade cuja capacidade de transformar a si mesma é um fato incontestável, em que toda situação parece cada vez mais vivida como resultado de *decisões* racionais, em que os princípios são substituídos por

relações e os valores por *sistemas*, não nos é mais possível separar radicalmente: de um lado, o estudo da natureza e das relações-combinações (...) e, do outro, o estudo do homem (...) Porque o objeto do conhecimento deve englobar o conjunto de sistemas de trocas entre os indivíduos (ou as coletividades humanas) e o seu meio ambiente.(JAPIASSU 1976, p. 143)

FAZENDA (2011) ressalta que a partir dessas considerações de ordem epistemológica, pretende-se passar a um questionamento pedagógico, ou seja, definir a utilidade, o valor e a aplicabilidade da interdisciplinaridade, pois essa consiste de uma substituição de uma concepção fragmentária pela unitária do ser humano.

É uma mudança de atitude perante o problema do conhecimento.

Interdisciplinaridade não é uma panaceia que garantirá um ensino adequado, ou um saber unificado, mas um ponto de vista que permite uma reflexão aprofundada, crítica e salutar sobre o funcionamento do mesmo. É proposta de apoio aos movimentos da ciência e da pesquisa. É possibilidade de eliminação do hiato existente entre a atividade profissional e a formação escolar. É condição de volta ao mundo vivido e recuperação da unidade pessoal, pois o grande desafio “não é a reorganização metódica dos estudos e das pesquisas, mas a tomada de consciência sobre o sentido da presença do homem no mundo” (FAZENDA, 2011, p. 73-74)

Assim como Fazenda, D’Ambrósio (1998), vendo como interesse principal da Educação a aquisição do conhecimento individual para um desenvolvimento pleno e global, afirma que é fundamental saber para onde direcionar a organização das práticas de ensino dos conteúdos a serem ensinados:

A educação em geral depende de variáveis que se aglomeram em direções muito amplas: a) o aluno que está no processo educativo, como um indivíduo procurando realizar suas aspirações e responder às suas inquietudes; b) sua inserção na sociedade e as expectativas da sociedade com relação a ele; c) as estratégias dessa sociedade para realizar essas expectativas; d) os agentes e os instrumentos para executar essas estratégias; e) o conteúdo que é parte dessa estratégia. (D’AMBRÓSIO, 1998, p. 09)

O professor de Matemática deve, portanto, ter essas variáveis como motivação principal na hora de questionar-se quanto à seleção de conteúdos a serem ministrados na escola para a obtenção desse determinado fim. A partir dessa seleção, surge a segunda necessidade que é pensar sobre a forma de organização das metodologias de ensino a serem empregadas.

Essa postura do professor no processo de ensino perpassa fatores que vão da sua formação acadêmica à proposta pedagógica da escola, entre diversas

situações. Através dessa proposta de aulas interdisciplinares na escola pode-se chegar, então, à construção ampla do conhecimento.

Para Fazenda, a característica profissional que define o ser como professor baseia-se principalmente em sua competência, interdisciplinarmente expressa na forma como exerce sua profissão.

Ao contrário do que pensavam os metafísicos clássicos, *não é o agir que decorre do ser, mas é o modo de ser que decorre do agir*. É a ação que delinea, circunscreve e determina a essência dos homens. É na prática e pela prática que as coisas humanas realmente acontecem, que a história se faz. (FAZENDA, 2013 p. 34)

Mostra-se necessário, nesse momento, a utilização de novas estratégias que façam com que os alunos venham a se interessar por essa disciplina. Partindo-se do pressuposto apresentado por Japiassu (1976) de que a interdisciplinaridade se caracteriza pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa, exige-se que as disciplinas se complementem em seus conceitos, métodos, estruturas e axiomas.

2.2 A pesquisa e os LCN: reflexões sobre a prática

Tendo esse pressuposto como objeto deste trabalho, a proposta aqui defendida é a de que nos Laboratórios de Ciências são inúmeras as relações que intervêm no processo de construção e organização do conhecimento. As relações entre professores, alunos e objetos de estudo constroem o contexto de trabalho dentro do qual as relações de sentido são construídas.

Neste trabalho, o enfoque interdisciplinar da Matemática nos Laboratórios de Ciências da Natureza possibilita o aprofundamento da compreensão da relação entre teoria e prática, auxiliando os aprendizes na compreensão de conceitos, possibilitando um maior significado e sentido aos conteúdos da aprendizagem. Nessa direção, emergem novas formas de ensinar e aprender, alterando profundamente os modelos cristalizados pela escola convencional.

Os Laboratórios de Ciências da Natureza (LCN) da escola pública são espaços físicos com instalações, aparelhagem e produtos necessários a manipulações efetuadas, envolvendo observação e experimentação ou produção

num campo de estudo ou uma prática de determinada habilidade. Há escolas em que um mesmo ambiente compartilha de condições para atender as três disciplinas: Química, Física e Biologia e em outros há uma sala para cada disciplina, havendo, ainda, casos de escolas que não possuem esses espaços.

A proposta deste trabalho de interdisciplinaridade da Matemática aos Laboratórios de Ciências da Natureza se desenvolveu na escola pública Liceu Professor Domingos Brasileiro, a qual possui três laboratórios específicos para cada disciplina.

As práticas de laboratório foram precedidas de aulas teóricas. A teoria, as demonstrações, o exercício prático e o experimento feitos nos laboratórios produziram a interação entre o aluno e o aprendizado de maneira prazerosa e mais adequada à construção do conhecimento por aproximar os conhecimentos trabalhados à vida cotidiana dos estudantes, visto que estes se inserem no processo de observação e produção do conhecimento.

Devido à possibilidade de haver escolas em que não haja esses ambientes, faz-se necessário uma adaptação da prática da interdisciplinaridade proposta neste trabalho, podendo, inclusive, ser necessário reformular ou mesmo buscar outras possibilidades de roteiros.

O uso dos Laboratórios de Ciências ajuda na interdisciplinaridade e na transdisciplinaridade, já que permite desenvolver vários campos, testar e comprovar diversos conceitos, favorecendo a capacidade de abstração do aluno. Além disso, auxilia na resolução de situações-problema do cotidiano, permite a construção de conhecimentos e a reflexão sobre diversos aspectos, levando-o a fazer inter-relações.

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), no seu artigo 35, Inciso IV diz: “É essencial a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina”.

Essa compreensão gera a necessidade de uma reflexão quanto ao entendimento de uma interdisciplinaridade como uma ação educativa que envolva todas as áreas do conhecimento de forma a encontrar subsídios para a adoção ou concepção de uma proposta de trabalho que apresente uma nova visão da realidade geradora de saberes mais amplos. Essa prática aboliria tanto a hierarquização das disciplinas quanto a sua organização.

JAPIASSU (1976) considera que:

Podemos dizer que nos reconhecemos diante de um empreendimento interdisciplinar todas as vezes em que ele conseguir *incorporar* os resultados de várias especialidades, que *tomar de empréstimo* a outras disciplinas certos instrumentos e técnicas metodológicos, fazendo uso dos esquemas conceituais e das análises que se encontram nos diversos ramos do saber, a fim de fazê-los *integrarem* e *convergirem*, depois de terem sido *comparados* e *julgados*. Donde poderemos dizer que o papel específico da atividade interdisciplinar consiste, primordialmente, em lançar uma ponte para ligar as fronteiras que haviam sido estabelecidas anteriormente entre as disciplinas com o objetivo preciso de assegurar a uma seu caráter propriamente positivo, segundo modos particulares e com resultados específicos. (JAPIASSU, 1976, p. 75)

A interdisciplinaridade passa a existir, dessa forma, como uma sugestão pedagógica na qual o educador, ao cooperar com sua disciplina específica, ao lado com educadores de diferentes áreas, atua no significado de buscar soluções, esclarecimentos e inovações do método de construção e aplicação do conhecimento.

2.2.1 O que diz a LDBEN e o PCNEM do Ensino Médio

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) 9394/96 e a Resolução do Conselho Nacional de Educação (CNE) 1998, ao instituir as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, que organizam as áreas de conhecimento, apontam para esse formato com um aprendizado de Ciências e de Matemática mais integrado à vida cotidiana dos alunos.

Essa orientação manifesta, conseqüentemente, uma necessidade de integração do professor de Matemática com os professores de Ciências da Natureza, visando construir e desenvolverem de forma integrada e compartilhada os conteúdos.

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. Para a área das Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias, isto é particularmente verdadeiro, pois a crescente valorização do conhecimento e da capacidade de inovar demanda cidadãos capazes de aprender continuamente, para o que é essencial uma formação geral e não apenas um treinamento específico. (BRASIL, 1999, p. 6)

A interdisciplinaridade surge, portanto, a partir da ideia da existência de acontecimentos de uma forma global e não de forma independente, dissociados um do outro. A permuta entre os conhecimentos na escola começa a tomar corpo, por exemplo, quando os próprios professores de diferentes matérias adotam a iniciativa de realizar atividades projetadas com situações em comum, definindo uma nova configuração na dinâmica escolar, assinalada pelo diálogo.

Para Gadotti (2006) a metodologia do trabalho interdisciplinar supõe atitude e método que implicam em: 1º integração de conteúdos; 2º passar de uma concepção fragmentária para uma concepção unitária do conhecimento; 3º superar a dicotomia entre ensino e pesquisa, considerando o estudo e a pesquisa, a partir da contribuição das diversas ciências; 4º ensino-aprendizagem centrado numa visão de que aprendemos ao longo de toda a vida (educação permanente).

Partindo da premissa de que muitos professores da educação básica no Brasil não estão ainda familiarizados com o conceito de interdisciplinaridade, é importante que se delimite um foco.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática (1999) sustentam que a Matemática está presente em todas as atividades do cotidiano da quantificação de elementos à ordenação e interpretação de quantas variáveis houver.

A Matemática ciência, com seus processos de construção e validação de conceitos e argumentações e os procedimentos de generalizar, relacionar e concluir que lhe são característicos, permite estabelecer relações e interpretar fenômenos e informações. As formas de pensar dessa ciência possibilitam ir além da descrição da realidade e da elaboração de modelos. O desenvolvimento dos instrumentos matemáticos de expressão e raciocínio, contudo, não deve ser preocupação exclusiva do professor de Matemática, mas dos das quatro disciplinas científico-tecnológicas, preferencialmente de forma coordenada, permitindo-se que o aluno construa efetivamente as abstrações matemáticas, evitando-se a memorização indiscriminada de algoritmos, de forma prejudicial ao aprendizado. A pertinente presença da Matemática no desenvolvimento de competências essenciais, envolvendo habilidades de caráter gráfico, geométrico, algébrico, estatístico, probabilístico, é claramente expressa nos objetivos educacionais da Resolução CNE/98. (PCNEM, p. 9)

Nesse sentido é preciso que os alunos percebam que os saberes da matemática estão presentes desde quando assistimos ou lemos um jornal e nos deparamos com um gráfico - que não é nada mais além de uma relação, uma comparação de duas grandezas - até situações que envolvem medidas como a

largura de um rio para a construção de uma ponte possibilitada pela trigonometria ou até mesmo conhecer a concentração utilizando proporções matemáticas.

É sobre essa possibilidade de aplicação dos saberes que Fazenda (2013) reflete o conhecimento interdisciplinar, concebendo-o nas dimensões do sentido (saber), da funcionalidade (saber-fazer) e da intencionalidade (saber-ser), requerendo das práticas docentes diferentes cuidados para que os saberes sejam adequadamente produzidos na interação professor-aluno, de tal forma que se possa perceber coerência entre o que se diz e o que se faz.

Este trabalho foi motivado, sobretudo, por uma problemática no ensino da Matemática, que é a falta de situações contextualizadas que envolvam a aplicabilidade daquilo que é estudado na sala de aula. Essa situação é um problema que leva muitos estudantes a fazerem um questionamento sobre o ensinamento da Matemática, a saber: “Onde irei aplicar isso na minha vida? ”

FAZENDA (2013) entende que

O saber aparece, portanto, como instrumento para o fazer técnico-produtivo como mediação do poder e como ferramenta da própria criação de símbolos, voltando-se sobre si mesmo, ou seja, é sempre um processo de intencionalização. Assim, é graças a essa intencionalização que nossa atividade técnica deixa de ser mecânica e passa a se dar em razão de uma projetividade, o trabalho ganhando um sentido. (FAZENDA, 2013, p. 36)

Visando a necessidade de dar uma resposta concreta a essa questão dos alunos, este trabalho tem como foco a interdisciplinaridade escolar entre a Matemática e a área de Ciências da Natureza, por constituir um objeto de grande interesse, sobretudo por parte de pesquisadores e de professores, ainda que não estejam familiarizados com os diferentes conceitos dados ao tema, para a resolução de questões do currículo.

Essa preocupação quanto à didática aplicada nesse processo interdisciplinar tem como base de sustentação a LDBEN (9394/96) e a Resolução CNE/98, ao instituir as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), que organizam as áreas de conhecimento.

No nível médio, esses objetivos envolvem, de um lado, o aprofundamento dos saberes disciplinares em Biologia, Física, Química e Matemática, com procedimentos científicos pertinentes aos seus objetos de estudo, com metas formativas particulares, até mesmo com tratamentos didáticos específicos. De outro lado, envolvem a articulação interdisciplinar desses saberes, propiciada por várias circunstâncias, dentre as quais se destacam

os conteúdos tecnológicos e práticos, já presentes junto a cada disciplina, mas particularmente apropriados para serem tratados desde uma perspectiva integradora. Note-se que a interdisciplinaridade do aprendizado científico e matemático não dissolve nem cancela a indiscutível disciplinaridade do conhecimento. (BRASIL, 1999, p.6)

A Matemática no Ensino Médio vai além do seu caráter de ciências com definições, demonstrações e encadeamentos conceituais. A Matemática possui, intrinsecamente um caráter formativo e instrumental que atua desde a contribuição para o desenvolvimento de processos de pensamento dos alunos até o desenvolvimento de um conjunto de técnicas e estratégias para serem aplicadas a outras áreas do conhecimento, assim como para a atividade profissional.

No Ensino Médio, a Matemática ocupa fundamental papel no emprego de seus instrumentos para variadas situações, o que ressalta um inerente cunho interdisciplinar dando a ideia de um ensino contextualizado. Para isso, os parâmetros curriculares propõem que os educandos desenvolvam capacidades que vão da análise e resolução de problemas à sua comunicação e representação, o que corresponde a uma visão de aprendizagem como finalidade, gerando uma confiança no seu uso e certa satisfação pessoal com ela.

2.3 A interdisciplinaridade e uma reflexão sobre o currículo do Ensino Médio

A organização curricular do ensino médio que se instituiu ao longo do tempo se caracterizou pela fragmentação do conhecimento em disciplinas estanques e hierarquizadas, de modo a valorizar algumas áreas do conhecimento em detrimento de outras. Essa estruturação estanque sustenta-se, predominantemente, em um conjunto de saberes com pouca ou nenhuma experimentação que, por vezes, mostra-se dissociado da realidade cotidiana dos alunos, fato este que os impossibilita de contextualizar e ressignificar os conhecimentos apreendidos na escola.

Com o objetivo de modificar essa realidade e querendo alcançar uma aprendizagem mais eficaz e mais significativa, é necessário que o ensino de Matemática sofra algumas reformulações, que resultem numa maior participação dos alunos e dos professores nos processos de ensino e de aprendizagem, bem como uma maior contextualização dos tópicos abordados.

Pela forma convencional de ensino, a sala de aula é um ambiente onde o professor expõe o conteúdo tentando transmitir seus conhecimentos e sendo os alunos meros expectadores. Em especial, nas aulas de matemática, poucos são os momentos em que ocorrem debates, discussões ou trocas de conhecimento a respeito de qualquer assunto diferente do conteúdo que está sendo estudado.

A interdisciplinaridade, a partir do rompimento das fronteiras entre as disciplinas, surge como uma necessidade de conceber uma escola que acolha o desafio de pensar a formação dos estudantes de uma forma mais ampla e integral, considerando suas identidades e suas necessidades, através de uma integração dos diferentes saberes com uma contextualização dos diferentes fenômenos existentes no mundo.

FAZENDA (2013) entende que essa prática envolvendo uma preocupação quanto à seleção de conteúdos para a estruturação curricular dos programas de estudo deve considerar que a interdisciplinaridade:

[...] não pode negligenciar as didáticas das disciplinas. Ela (a interdisciplinaridade) emana da necessidade de os objetivos da aprendizagem terem sentido para os estudantes. Portanto a, a função da didática é conceber as situações que lhes permitirão agir e refletir sobre sua ação e sobre seus resultados.. Isso implica que a didática assegure, com base na estruturação curricular numa perspectiva interdisciplinar, a apresentação de situações de aprendizagem que façam sentido para os alunos. (Lenoir, *apud* FAZENDA, 2013, p. 63)

Tendo por finalidade a produção de novos e amplos conhecimentos que respondam às necessidades sociais, faz-se necessário reestabelecer a integração dos conteúdos de diferentes disciplinas e a interdisciplinaridade dos saberes no âmbito escolar.

Conforme as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Parecer CNE/CEB 05/2011 e Resolução CNE/CEB 02/2012), a organização curricular deve propor (ou produzir) uma maior integração entre as disciplinas e áreas do conhecimento com o objetivo de oferecer aos alunos a possibilidade de ressignificar os saberes apreendidos na escola. Essa diretriz orienta ainda que essa ação de planejar implica a participação de todos os elementos envolvidos no processo: alunos, professores, coordenadores pedagógicos e gestores.

É possível reconhecer nessa orientação a possibilidade de o currículo ser capaz de atribuir novos sentidos à escola, de dinamizar as experiências oferecidas aos jovens alunos e de ressignificar os saberes e experiências com os quais se interage nas escolas.
[...]

Diante da diversidade de arranjos curriculares possíveis, independentemente da forma por projetos, complexo temático, disciplinas, áreas do conhecimento ou um híbrido dessas possibilidades, as perspectivas colocadas pelas novas DCNEM indicam a necessidade de que se realize uma profunda discussão na escola a partir dos fundamentos propostos para o ensino médio e que se discuta de qual modo tais pressupostos dialogam ou poderiam dialogar com o projeto pedagógico e com as práticas curriculares da escola. (PACTO, 2013, p. 10)

Para Lenoir (2013), com esse enfoque na interdisciplinaridade escolar, há que se compreender a existência de uma correspondência de três níveis, a saber: o curricular, o didático e o pedagógico.

Quanto ao nível curricular, a interdisciplinaridade consiste em:

O estabelecimento (...) de ligações de interdependência, de convergência e de complementaridade entre as diferentes matérias escolares que formam o percurso de uma ordem de ensino ministrado, a fim de permitir que surja do currículo – ou de lhe fornecer – uma estrutura interdisciplinar. (LENOIR, *apud* FAZENDA, 2013, p. 57)

Quanto a essa configuração de uma integração das matérias, Fazenda (2013) salienta ainda que esse trabalho é possível quando realizado pelo professor, ou pelos idealizadores de manuais, antes de ser transmitido aos estudantes. Visando ser essa integração uma perspectiva de complementaridade dentro de uma perspectiva de troca, de enriquecimento, não se invalida a existência da estrutura curricular nas escolas.

A disposição nos currículos escolares dos conteúdos por disciplinas é um acontecimento que vem se conservando ao longo dos anos; apesar de todas as transformações já ocorridas na educação escolar, mantêm-se conglomerados aos seus níveis.

Para Fazenda (2013), porém, “A perspectiva interdisciplinar não é, portanto, contrária à perspectiva disciplinar; ao contrário, não pode existir sem ela e, mais ainda, alimenta-se dela. ”

Para corroborar essa ideia, Fazenda afirma ainda:

Desse modo, a interdisciplinaridade curricular requer, de preferência, uma incorporação de conhecimentos dentro de um todo indistinto, a manutenção da diferença disciplinar e a tensão benéfica entre a especialização disciplinar, que permanece indispensável, e o cuidado interdisciplinar, que em tudo preserva as especificidades de cada componente do currículo, visando assegurar sua complementaridade dentro de uma perspectiva de troca e de enriquecimento. (FAZENDA, 2013, p. 57)

Do ponto de vista do conhecimento, a interdisciplinaridade pode ser percebida como uma forma de organização do trabalho escolar no plano curricular que se baseia na busca de uma visão sintética, de uma reconstrução da unidade perdida, da interação e da complementaridade nas ações envolvendo diferentes disciplinas.

A importância deste trabalho interdisciplinar possibilita o aprofundamento da compreensão da relação entre teoria e prática, contribuindo para uma formação mais crítica, criativa e responsável e coloca a escola e os educadores diante de um grande desafio. Por certo, as aprendizagens mais necessárias para estudantes e educadores, nesse tempo da complexidade e da inteligência interdisciplinar, sejam as de integrar o que foi dicotomizado, religar o que foi desconectado, problematizar o que foi dogmatizado e questionar o que foi imposto como verdade absoluta. Essas, possivelmente, sejam as maiores tarefas da escola nesse movimento.

Nesses derradeiros tempos – especialmente há quatro décadas – a interdisciplinaridade vem tomando cada vez mais espaço nas escolas, por meio de certos sinais, como um movimento questionador da fracionalização dos conhecimentos e conseqüentemente modificador da dinâmica escolar, no sentido de troca dos conhecimentos, indo de encontro a um exemplo cartesiano do conhecimento.

A interdisciplinaridade tem como decorrência o diálogo, a reciprocidade, a procura de novos saberes, que indicam maneiras de construção de um conhecimento cada vez menos fragmentado e que adequa uma aparição mais compreensiva da realidade.

Existe a necessidade de conexão dos conteúdos a serem ministrados, de modo que o raciocínio ocorra de forma coordenada e permita ao aluno uma construção abstrata matemática, sem se preocupar apenas com a memorização de algoritmos e sim com o real conhecimento e a aplicação desse conhecimento. Com

isso, o aluno adequa elementos à Matemática, a fim de ter motivação para aprender e estruturar seu pensamento, bem como seu raciocínio dedutivo.

A Matemática deve ser vista como um sistema de códigos e regras que pode ser usada enquanto uma ferramenta essencial para enfrentar diversos problemas e para concretizar as teorias e conceitos envolvidos nas mais diversas áreas das ciências, permitindo a modelagem da realidade com o intuito de melhorar a condição humana, sem perder as estruturas específicas que a Matemática possui.

Segundo D'Ambrósio (1998, p. 98), "Praticamente tudo o que se nota na realidade dá oportunidade de ser tratado criticamente com um instrumental matemático."

Ao envolver a Matemática na resolução de problemas, o aluno desenvolve a capacidade de abstrair uma ideia, investigar e analisar um contexto, a fim de definir conexões entre eles. Assim, o aluno aprende a aprender e passa a ter autonomia e capacidade de pesquisa, para confiar no seu próprio conhecimento. Nessa linha de raciocínio, este trabalho deseja mostrar ao aluno a importância que Matemática tem dentro de todas as áreas do conhecimento.

A Nova Escola – revista de intensa circulação no ambiente educacional brasileiro - tem exposto iniciativas de professores, individualmente ou em conjunto, para a implementação de trabalhos com projetos de modo eminentemente interdisciplinar. Além disso, tem debatido largamente o próprio conceito de interdisciplinaridade em diversas ocasiões. A predominância dessas reportagens, que referem as diversas experiências interdisciplinares em escolas de todo o país, é o aparecimento de uma nova sugestão pedagógica: o trabalho com projetos.

2.4 A Matemática sob o prisma das áreas afins: física, química e biologia

A construção desta proposta de interdisciplinaridade da Matemática com os LCN se baseou em alguns princípios, como a noção de que o aluno aprende a toda hora e não apenas na sala de aula e de que o indivíduo aprende através de uma relação direta e pessoal com a aquisição do saber. Embora apreendido individualmente, o conhecimento é uma totalidade e qualquer ser humano aprende quando tem um projeto de vida significativo para ele. A interdisciplinaridade deve ser vista, portanto, como uma forma de pensar.

Uma das sugestões para a aplicação deste projeto se deu com o Laboratório de Física. Na aula de Matemática, o aluno aprende os conteúdos de relações trigonométricas; na aula de Física, aprende sobre equilíbrio estático e, no laboratório, realiza um estudo vetorial das forças aplicadas em ponto que apresenta equilíbrio estático. Assim o aprendiz utiliza fórmulas matemáticas ao estudar equilíbrio estático, sendo incentivado a aplicar o conhecimento adquirido aos acontecimentos da vida diária.

A segunda aplicação ocorreu com o Laboratório de Biologia. Na aula de Matemática, explanou-se sobre progressão geométrica; na aula de Biologia, o conceito de fungos e do processo de brotamento através de através da fissão binária e, no laboratório, ele observa o crescimento numérico teórico em relação ao brotamento dos fungos.

A terceira aplicação ocorreu com o Laboratório de Química. Na aula de Matemática, explanou-se sobre o gráfico de funções; na aula de Química, o conteúdo de concentração de sais e, no laboratório, ele representa graficamente por meio da função matemática a Solubilidade de um sal.

Ainda que fundamentalmente sustentadas as disciplinas no âmbito escolar, há um movimento evidente de interação e complementação indispensável entre os conteúdos das distintas áreas do conhecimento com a finalidade de explorar temas conectados à realidade dos alunos.

A interdisciplinaridade é uma forma de trabalho pedagógico, que coopera para uma atmosfera de aprendizagem distinta da convencional, com particularidades mais democráticas, analisando a diversidade como alguma coisa real.

Cada disciplina exercendo, portanto, um papel na edificação do conhecimento, relacionando-se com as demais, sem danos de sua identidade, pelo menos, a princípio. Um segundo nível, que é o da interdisciplinaridade didática, segundo Fazenda;

Se caracteriza por suas dimensões conceituais e antecipativas, e trata da planificação, da organização e da avaliação da intervenção educativa. Assegurando uma função mediadora entre os planos curriculares e pedagógicos, a interdisciplinaridade didática leva em conta a estruturação curricular para estabelecer preliminarmente seu caráter interdisciplinar, tendo por objetivos a articulação dos conhecimentos a serem ensinados e sua inserção nas situações de aprendizagem. (Lenoir, *apud* FAZENDA, 2013, p. 58)

Essa nova proposta colocada para o corpo docente só é possível quando atrelada a fatores, como: a formação acadêmica de cada professor, o entendimento da equipe e a proposta pedagógica da escola entre diversas situações.

Para Souza, *apud* Fazenda (2013, p. 92), o objetivo básico desse nível de interdisciplinaridade “é articular o que prescreve o currículo e sua inserção nas situações de aprendizagem. É o espaço de reflexão do fazer pedagógico e sobre ele, planejando e revisando estratégias de ação e de intervenção, o que ainda não é o suficiente.”

Conseqüentemente, ao mesmo tempo em que a interdisciplinaridade didática surgir firmando-se como método pedagógico em inúmeras escolas, o conceito de interdisciplinaridade pedagógica vai sendo proliferado.

É importante observar que a construção desse conceito de interdisciplinaridade se origina da prática dos docentes, mas não exclusivamente dela. Coligado a isso, é indispensável que haja uma reflexão teórica prévia no modo de dar um mais perfeito fundamento a futuras ampliações ou complementos de sentido dessa atualização na sala de aula.

É a essa construção que se refere o terceiro nível da interdisciplinaridade escolar: o pedagógico. Para Fazenda (2013), a interdisciplinaridade constitui-se de uma ação, já que ocorre na dinâmica da aula com vários atores envolvidos.

Os aspectos ligados à gestão da classe e ao contexto no qual se desenvolve o ato profissional de ensino, mas também as situações de conflitos tanto internos quanto externos à sala de aula, tendo por exemplo o estado psicológico dos alunos, suas concepções cognitivas e seus projetos pessoais. (LENOIR *apud* FAZENDA, 2013, p. 58, 59)

Por intermédio de projetos interdisciplinares, tanto o debate sobre a interdisciplinaridade quanto sobre a sua existência na prática, consideram esse terceiro nível da interdisciplinaridade escolar – pedagógico - e estendem a reflexão para o corpo discente, que pode cooperar para a estabilização de um exercício de experiências interdisciplinares e seu conseqüente aprimoramento.

A partir dessa atividade interdisciplinar na escola, então, pode-se chegar a um momento privilegiado de construção do conhecimento, caracterizado por uma conversa entre os participantes e por uma nova maneira de ver o mundo menos fragmentada, mais global e mais contextualizada à vida devido ao caráter de aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos.

Considerando que existe uma interdisciplinaridade intensa entre as mais diversas ciências e a matemática, com uma permutação de conceitos e técnicas que proporcionam grande progresso para ambas as partes, destacar-se-ão aqui neste trabalho as contribuições recíprocas entre a Matemática e a Física, a Matemática e a Biologia e entre a Matemática e a Química.

Nas diretrizes e parâmetros que organizam o ensino médio, a Biologia, a Física, a Química e a Matemática integram uma mesma área do conhecimento. São ciências que têm em comum a investigação da natureza e dos desenvolvimentos tecnológicos, compartilham linguagens para a representação e sistematização do conhecimento de fenômenos ou processos naturais e tecnológicos. As disciplinas dessa área compõem a cultura científica e tecnológica que, como toda cultura humana, é resultado e instrumento da evolução social e econômica, na atualidade e ao longo da história. (BRASIL, 1998, p. 23)

Na realidade, porém, poucos são os alunos que gostam de Matemática e, quando se encontram com as ciências, o mesmo acontece. Muitos sequer notam as relações que essas disciplinas possuem com o cotidiano. Não percebem que tudo a sua volta está relacionado com elas e que a cada passo, necessitamos do conhecimento aprendido na escola.

Como essa realidade não é tão perceptível a eles, faz-se necessário que o professor lhes aponte as relações entre elas e o cotidiano e saliente-se aqui que no ensino médio são muitos os conteúdos que podem ser ministrados passíveis de serem tratados interdisciplinarmente.

2.4.1 A escola e a produção de conhecimentos matemáticos

A escola tem passado por grandes transformações provenientes da própria dinâmica social, mas que não acontecem de forma simultânea nem homogênea. A disposição dos conteúdos por disciplinas ainda é um acontecimento vigente e que vem se conservando ao longo dos anos, apesar de todas as transformações já ocorridas na educação escolar.

A Matemática moderna, ainda que não seja a ideal, mudou o estilo das aulas e das provas para introduzir ideias novas para se adequar às novas propostas curriculares. Diante disso, os professores e os educadores em geral devem procurar alternativas que motivem os alunos e que aumentem o interesse deles pela disciplina de Matemática.

Uma aula interdisciplinar em que se configurem e se interliguem os saberes de matemática aos saberes tratados nos Laboratórios de Ciências possibilita um processo de construção e de reconstrução do conhecimento, além de permitir a formação coletiva, tendo em vista que o trabalho é feito geralmente em grupo. Cabe ainda ao professor o papel de estimular e o de atuar como mediador entre o conhecimento e o aluno.

Sobre esse ponto, os PCNEM determinam:

As características comuns à Biologia, à Física, à Química e à Matemática recomendam uma articulação didática e pedagógica interna à sua área na condução do aprendizado, os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. (PCNEM, BRASIL, 1999, p. 6)

A escola, como lugar legítimo de aprendizagem, produção e reconstrução de conhecimento, cada vez mais precisará acompanhar as transformações da sociedade contemporânea e adotar as exigências interdisciplinares que hoje participam da construção de novos conhecimentos. A escola precisará acompanhar o ritmo das mudanças que se operam em todos os segmentos que compõem a sociedade visto que o mundo está cada vez mais interconectado, interdisciplinar e complexo.

A permuta entre os conhecimentos na escola começa, ainda que muito intuitivamente, a tomar corpo, por exemplo, quando os próprios professores adotam a iniciativa de realizar atividades projetadas com situações em comum, definindo uma nova configuração na dinâmica escolar, assinalada pelo diálogo.

Devido a Matemática ter sido criada e desenvolvida em um outro contexto de época para suprir as necessidades de então, os conteúdos hoje propostos nas escolas limitados à memorização ou meras resoluções de questões parecem estranhos à realidade atual, o que sugere uma falta de funcionalidade quanto às aplicações, gerando, assim, a falta de interesse por parte dos alunos.

É o que leva D'Ambrósio a concluir que, do ponto de vista da motivação contextualizada, a matemática que se ensina nas escolas neste início do século XXI é morta.

Muitos dirão: mas a matemática está viva, está se produzindo mais matemática nesses últimos 20 anos do que em toda a história da humanidade. Sem dúvida. Mas essa produção é produto de uma dinâmica interna da ciência e da tecnologia e da própria matemática. Naturalmente muito intensa, mas não como fonte primária de motivação. Interessa à criança, ao jovem e ao aprendiz em geral aquilo que tem apelo às suas percepções materiais e intelectuais mais imediatas. (D'AMBROSIO, 1998, p. 31)

Os agentes da formação educacional devem considerar que a construção do conhecimento só é possível se estiver relacionada aos interesses do sujeito da ação de aprender. Ao selecionar os conteúdos de matemática a serem trabalhados em sala de aula, deve-se pensar, portanto, no sentido deles, na sua importância para a formação dos alunos e na possível aplicação dentro de suas necessidades.

Cabe aos professores de Matemática, enquanto detentores e mediadores do conhecimento, construir os seus currículos de uma maneira mais dinâmica, tendo como foco a aplicabilidade dessas teorias na vida cotidiana dos alunos de modo que esses aprendizes possam ao fim do processo alcançar os objetivos propostos pelos PCNEM (BRASIL, 1998):

- ✓ compreender os conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas que permitam a ele desenvolver estudos posteriores e adquirir uma formação científica geral;
- ✓ aplicar seus conhecimentos matemáticos a situações diversas, utilizando-os na interpretação da ciência, na atividade tecnológica e nas atividades cotidianas;
- ✓ analisar e valorizar informações provenientes de diferentes fontes, utilizando ferramentas matemáticas para formar uma opinião própria que lhe permita expressar-se criticamente sobre problemas da Matemática, das outras áreas do conhecimento e da atualidade;
- ✓ desenvolver as capacidades de raciocínio e resolução de problemas, de comunicação, bem como o espírito crítico e criativo;
- ✓ utilizar com confiança procedimentos de resolução de problemas para desenvolver a compreensão dos conceitos matemáticos;
- ✓ expressar-se oral, escrita e graficamente em situações matemáticas e valorizar a precisão da linguagem e as demonstrações em Matemática;
- ✓ estabelecer conexões entre diferentes temas matemáticos e entre esses temas e o conhecimento de outras áreas do currículo;

- ✓ reconhecer representações equivalentes de um mesmo conceito, relacionando procedimentos associados às diferentes representações;
- ✓ promover a realização pessoal mediante o sentimento de segurança em relação às suas capacidades matemáticas, o desenvolvimento de atitudes de autonomia e cooperação.

Contrapondo-se a esses objetivos propostos pelo ensino da Matemática, que vão do desenvolvimento do raciocínio lógico à capacidade de resolver problemas, o que se percebe é a falta de interesse e de preparo dos alunos em alcançar essas finalidades. Por isso e para isso mostra-se necessário a utilização de novas estratégias que façam com que os alunos venham a se interessar por essa disciplina.

Nessa concepção interdisciplinar, o laboratório é um espaço que estimula a construção e a compreensão de conceitos matemáticos por meio da utilização de experimentos, que fazem com que os alunos busquem propriedades e soluções, aumentando assim sua capacidade de apreender e aprender conceitos pela utilização concreta dos novos saberes.

Para ensinar utilizando essa prática da interdisciplinaridade, é necessário que os professores de Matemática junto aos professores dos laboratórios de ciências da natureza selecionem um conteúdo e desenvolvam uma metodologia que possibilite a busca de relações e de aplicações entre os conteúdos de modo a propiciar o conhecimento ao aluno.

Segundo Morin (2000), “É necessário dizer que não é a quantidade de informações nem a sofisticação em Matemática que podem dar sozinhas um conhecimento pertinente, é mais a capacidade de colocar o conhecimento no contexto.”

Ressalte-se, ainda, que essa ferramenta da interdisciplinaridade só auxiliará no processo de ensino-aprendizagem dos conhecimentos matemáticos se for bem pensada e bem aplicada pelos professores, propiciando, assim, a formação geral do aluno. Por meio da minha prática docente no ensino médio, pude observar que esse desinteresse se deve a um prejuízo de ordem intrínseca aos conteúdos matemáticos trabalhados, à natureza das aulas ministradas ao longo da nossa história e à formação básica dos alunos devido ao tratamento dado à Matemática ao longo de sua vida escolar, o que explica e justifica a aversão a ela sentida por eles.

Diante dessa realidade, urge que os professores e os educadores em geral procurem alternativas para complementar o conhecimento adquirido nas aulas, alternativas que façam com que os alunos se motivem e que aumente o interesse destes pela disciplina de Matemática.

D'AMBRÓSIO (1998) justifica esse desinteresse com uma ilustração bastante esclarecedora e pertinente:

[...] qual o interesse, do ponto de vista do indivíduo e da sociedade, em chegar-se aos 12 anos sabendo conjugar corretamente o verbo “sentar”? Talvez eles jamais tenham percebido o que significa, socialmente, estar sentado. E o que importará se nessa idade eles são capazes de extrair a raiz quadrada de 12.764? Ou de somar $5 / 39 + 7 / 65$? Qual a relação disso com a satisfação e a ampliação de seu potencial como indivíduos e de seu exercício pleno de cidadania? (D'AMBRÓSIO, 1998, p. 62)

Por um lado, o aluno não consegue entender essa matemática que a escola lhe ensina e, por isso, é reprovado nesta disciplina, ou então, mesmo que aprovado, sente dificuldades em utilizar o conhecimento “adquirido”. Em síntese, pode-se concluir que o aprendiz não consegue efetivamente ter acesso ao saber matemático de fundamental importância.

O professor, por outro lado, consciente de que não consegue alcançar resultados satisfatórios junto a seus alunos e tendo dificuldades de, por si só, repensar satisfatoriamente seu fazer pedagógico procura novos elementos - muitas vezes, meras receitas de como ensinar determinados conteúdos - que, acredita, possam melhorar este quadro.

D'AMBRÓSIO em seu livro “Educação para uma sociedade em transição” (2011) ressalta que o papel do professor é o de transmitir conhecimentos disciplinares (conteúdos), possibilitando ao aluno o alcance de seu potencial máximo de aprendizagem. Para isso, é necessário que o professor utilize metodologias disponíveis no momento que sejam parte do contexto espacial e temporal dos aprendizes, estimulando e facilitando ações que satisfaçam suas necessidades individuais.

D'AMBRÓSIO (2011) enfatiza que

A missão do educador não é usar sua condição para professar ou ensinar uma disciplina, para fazer proselitismo, isto é, para converter o estudante à sua doutrina, ideia ou disciplina, mas sim usar as disciplinas para cumprir os objetivos maiores da educação. [...] O estudante deve ser, como indivíduo, o

determinante do conhecimento que lhe é transmitido. (D'AMBRÓSIO, 2011, p. 26)

A partir dessas constatações, vislumbra-se a interdisciplinaridade como uma ferramenta facilitadora dos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática.

MORIN (2000), um dos teóricos dessa abordagem de ensino, entende que a segmentação em disciplinas impossibilita a contextualização dos saberes e que só um pensamento complexo sobre uma realidade também complexa pode fazer avançar a reforma do pensamento na direção da contextualização, da articulação e da interdisciplinarização do conhecimento produzido pela humanidade.

Para ele:

[...] O conhecimento do mundo como mundo é necessidade ao mesmo tempo intelectual e vital. É o problema universal de todo cidadão do novo milênio: *como ter acesso às informações sobre o mundo e como ter a possibilidade de articulá-las e organizá-las? Como perceber e conceber o Contexto, o Global (a relação todo/partes), o multidimensional, o Complexo?* Para articular e organizar os conhecimentos e assim reconhecer e conhecer os problemas do mundo, é necessária a reforma do pensamento. Entretanto, esta reforma é paradigmática e, não, programática: é a questão fundamental da educação, já que se refere à nossa aptidão para organizar o conhecimento. (MORIN, 2000, p. 35)

Nesse sentido, a interdisciplinaridade será articuladora dos processos de ensino e de aprendizagem na medida em que se produzir como atitude (Fazenda, 2013), como modo de pensar (Morin, 2000), como pressuposto na organização curricular (Japiassu, 1976), como fundamento para as opções metodológicas do ensinar (Gadotti, 2006), ou ainda como elemento orientador na formação dos profissionais da educação.

Embora não haja consenso sobre a fragmentação do conhecimento como tendo sido, originalmente, proposta por Descartes, ela aparece no livro *Discurso do Método*, em 1637, citando que para se resolver uma questão complexa deve-se decompô-la em partes menores a fim de simplificar o problema. A união da resolução das partes daria a resolução do todo.

Sendo esta influência cartesiana ou não é fato que a especialização das Ciências marcou o século XIX, com a industrialização e a consequente divisão do trabalho, e acentuou-se no século XX. Essa divisão refletiu-se no ensino escolar

disciplinar, que se consolidou primeiramente no século XIX nas universidades modernas e, com os avanços das pesquisas científicas, difundiu-se no século XX.

A área das Ciências da Natureza, que tem em si um caráter prático e significativo e que busca entender e explicar a ocorrência dos fatos cotidianos, sendo, por isso, eminentemente contextualizado à vida dos educandos deve ter também um ensino pautado na prática interdisciplinar a qual pretende formar alunos com uma visão global de mundo, aptos para articular, religar, contextualizar, situar-se num contexto e, se possível, globalizar, reunir os conhecimentos adquiridos

Hoje, porém, já passados alguns anos do início do século XXI, a concepção prática de ensino vigente em muitas escolas ainda difere desse cerne inicial.

É urgente que os atores do processo de ensino revejam suas práticas e as reestruturem não mais só para um conhecimento técnico-científico, mas também para um aprendizado com caráter significativo e aplicável à vida cotidiana dos alunos fora da escola.

As Ciências, já em essência, estão ligadas ao cotidiano dos estudantes através de suas representações ligadas a um contexto e a uma finalidade, portanto não cabe uma prática de ensino isolada como uma verdade totalizante em si mesma e estanque, mas sim como foco de uma multiplicidade de concepções e de modelizações possíveis da mesma situação que trata de representar para formalizar o conhecimento.

Para Morin (2000, p. 35), “O conhecimento do mundo como mundo é necessidade ao mesmo tempo intelectual e vital” e deve situar tudo no contexto do mundo. O processo de ensino escolar correspondente à área de Ciências da Natureza deve favorecer uma aprendizagem integral, pois os problemas do nosso tempo que se nos apresentam cotidianamente exigem soluções integrais. Surge desse ponto a necessidade de uma visão mais ampla quanto à prática de ensino e a interdisciplinaridade, como desígnio primeiro, propõe-se a contribuir para esse fim.

Ressalte-se aqui que um dos desafios do ensino das Ciências é exatamente o de levar os conteúdos ministrados em aula até a realidade do aluno para que possa ser compreendida, então, como uma construção humana a partir de problemas humanos. Professores se angustiam perante a frustração dos alunos e, por conta disso, sentem a necessidade de mudar, mas quase sempre desconhecem como fazer.

Pensando em uma formação de educação básica, propõe-se que o ensino de Ciências articule os saberes dos conteúdos disciplinares a saberes que permitam representar modelos, discutir possibilidades, avaliar riscos em contextos envolvendo o conhecimento científico e tecnológico, tornando o aluno um ser capaz de tomar decisões orientadas por tais conhecimentos. A interdisciplinaridade escolar é um dos caminhos para o alcance dessa meta.

Cada disciplina ou área de saber abrange um conjunto de conhecimentos que não se restringem a tópicos disciplinares ou a competências gerais ou habilidades, mas constituem-se em sínteses de ambas as intenções formativas. Ao se apresentarem dessa forma, esses temas estruturadores do ensino disciplinar e seu aprendizado não mais se restringem, de fato, ao que tradicionalmente se atribui como responsabilidade de uma única disciplina. Incorporam metas educacionais comuns às várias disciplinas da área e das demais e, também por isso, tais modificações de conteúdo implicam modificações em procedimentos e métodos, que já sinalizam na direção de uma nova atitude da escola e do professor.

O ensino de Ciências não pode ser compreendido apenas na perspectiva das disciplinas científicas, que se estruturam sobre o fundamento da pesquisa e do desenvolvimento científico, mas também na perspectiva das disciplinas escolares, as quais se organizam para tornar possível a aprendizagem. Sob essa perspectiva, as disciplinas tanto da Física, quanto da Química ou da Biologia passam a se relacionar com as demais disciplinas para tornar possível a aprendizagem de um conhecimento mais amplo, global.

MORIN (2000) vale-se de Marcel Mauss e de Pascal para defender esse princípio:

O todo tem qualidades ou propriedades que não são encontradas nas partes, se estas estiverem isoladas umas das outras, e certas qualidades ou propriedades das partes podem ser inibidas pelas restrições provenientes do todo. Marcel Mauss dizia: “*É preciso recompor o todo.*” É preciso efetivamente recompor o todo para conhecer as partes. Daí se tem a virtude cognitiva do princípio de Pascal, no qual a educação do futuro deverá se inspirar: “*sendo todas as coisas causadas e causadoras, ajudadas ou ajudantes, mediatas e imediatas, e sustentando-se todas por um elo natural e insensível que une as mais distantes e as mais diferentes, considero ser impossível conhecer as partes sem conhecer o todo, tampouco conhecer o todo sem conhecer particularmente as partes*”. (MORIN, 2000, p. 37)

Para se compor uma proposta de ensino interdisciplinar tanto se pode estabelecer relações entre as disciplinas de uma mesma área quanto de áreas

diferentes, pois sempre haverá elementos de identidade e proximidade no interior de cada uma delas.

Cabe aos agentes desse projeto interdisciplinar reconhecer, antes de tudo, em que esses conhecimentos se assemelham e se interligam. Importa igualmente que se estabeleçam as falsas semelhanças. Em suma, é necessário que haja uma compreensão ampla do objeto do saber. É preciso inclusive conhecer em que os saberes convergem e divergem, se são reais ou aparentes, para determinar e desenvolver temáticas e métodos comuns e a partir desse ponto, com esse conhecimento, preparar o trabalho de cada disciplina e de seu conjunto.

MORIN (2000) corrobora com essa ideia quando considera que:

“existe inadequação cada vez mais ampla, profunda e grave entre, de um lado, os saberes desunidos, divididos, compartimentados e, de outro, as realidades ou problemas cada vez mais multidisciplinares, transversais, multidimensionais, globais e planetários.” (MORIN, 2000, p. 36)

Para que o conhecimento seja pertinente, segundo ele, é necessário tornar evidente os fatores que ele descreve como sendo “o contexto, o global, o multidimensional e o complexo.”

A interdisciplinaridade serve como uma reação alternativa à abordagem disciplinar normalizadora dos diversos objetos de estudo. A interdisciplinaridade aparece como uma possibilidade de superar a fragmentação das ciências e dos conhecimentos produzidos por elas e onde simultaneamente se exprime a resistência sobre um saber parcelado.

A possibilidade de unir os saberes das ciências não é uma tarefa simples, mas é necessária visto que elas permanecem agrupadas segundo certa comunidade de objetos, de pontos de vista e de métodos.

Para Japiassu (1976, p. 187) “É evidente que poderíamos descrever essa unidade mediante qualquer método: através da ideia de “síntese das ciências”, da ideia de “enciclopédia unificada das ciências” ou de “Movimento pela Unidades das Ciências.”

A interdisciplinaridade visa à recuperação da unidade humana pela passagem de uma subjetividade para uma intersubjetividade e, assim sendo, recupera a ideia primeira de cultura (formação do homem total), o papel da escola (formação do homem inserido em sua realidade) e o papel do homem (agente das mudanças do mundo).

Partindo do pressuposto apresentado por Japiassu (1976) de que a interdisciplinaridade se caracteriza pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa, exige-se que as disciplinas, em seu processo constante e desejável de interpenetração, fecundem-se cada vez mais reciprocamente. Para tanto, é imprescindível a complementaridade dos métodos, dos conceitos, das estruturas e dos axiomas sobre os quais se fundam as diversas práticas pedagógicas das disciplinas científicas.

Para D'Ambrósio (2011, p. 41),

“A ênfase no domínio das disciplinas tem sido perniciosa na educação. Procura-se justificar os conteúdos de um programa com base na lógica de cada disciplina [...] Compartimentar em disciplinas conduziu a inúmeras distorções no pensar atual. Particularmente grave é a distorção disciplinar nas ciências que são, naturalmente, integradas.

As abordagens teóricas apresentadas pelos vários autores vão deixando claro que o pensamento e as práticas interdisciplinares, tanto nas ciências em geral quanto na educação, não põem em xeque a dimensão disciplinar do conhecimento em suas etapas de investigação, produção e socialização. O que se propõe é uma profunda revisão de pensamento, que deve caminhar no sentido da intensificação do diálogo, das trocas, da integração conceitual e metodológica nos diferentes campos do saber.

Nas palavras de Japiassu,

Podemos dizer que nos reconhecemos diante de um empreendimento interdisciplinar todas as vezes em que ele conseguir *incorporar* os resultados de várias especialidades, que *tomar de empréstimo* a outras disciplinas certos instrumentos e técnicas metodológicos, fazendo uso dos esquemas conceituais e das análises que se encontram nos diversos ramos do saber, a fim de fazê-los *integrarem* e *convergirem*, depois de terem sido *comparados* e *juizados*. Donde poderemos dizer que o papel específico da atividade interdisciplinar consiste, primordialmente, em lançar uma ponte para ligar as fronteiras que haviam sido estabelecidas anteriormente entre as disciplinas com o objetivo preciso de assegurar a cada uma seu caráter propriamente positivo, segundo modos particulares e com resultados específicos. (1976, p. 75)

A interdisciplinaridade pressupõe uma forma de produção do conhecimento, porque ela implica trocas teóricas e metodológicas, geração de novos

conceitos e metodologias e graus crescentes de intersubjetividade, visando a atender a natureza múltipla de fenômenos de maior complexidade.

A partir das considerações feitas cabe ao professor moderno tornar-se interdisciplinar, compreender que um entendimento mais profundo de sua área de formação não é suficiente para dar conta de todo o processo de ensino. Ele precisa apropriar-se também das múltiplas relações conceituais que sua área de formação estabelece com as outras ciências. O conhecimento não deixará de ser especialidade, sobretudo quando profundo, sistemático, analítico, meticulosamente reconstruído, todavia ao educador caberá o papel de reconstruí-lo dialeticamente na relação com seus alunos por meio de métodos e processos verdadeiramente produtivos.

Segundo as palavras de Morin,

“Não se trata de abandonar o conhecimento das partes pelo conhecimento das totalidades, nem da análise pela síntese; é preciso conjugá-las.” [...] “É preciso conceber a unidade do múltiplo, a multiplicidade do uno. A educação deverá ilustrar este princípio de *unidade/diversidade* em todas as esferas.” (MORIN, 2000, p. 55)

Ainda que pretensiosamente, este trabalho deduz a teoria de que a interdisciplinaridade é a convergência de duas ou mais áreas do conhecimento, que contribui para o avanço das fronteiras da ciência e tecnologia, transferindo métodos de uma área para outra, gerando novos conhecimentos ou disciplinas e fazendo surgir um novo profissional com um perfil distinto dos existentes, com formação básica sólida e integradora.

D’AMBRÓSIO em seu livro “Rumo à Nova Transdisciplinaridade: Sistemas Abertos de Conhecimento” (1993) aponta alguns obstáculos que impedem parcial ou completamente o trabalho interdisciplinar. Ao mesmo tempo, porém, D’Ambrósio destaca alguns princípios necessários para que um trabalho interdisciplinar se concretize:

- Princípios linguísticos: Diante da complexidade dos vocabulários[...] O ideal seria elaborar previamente um léxico para o trabalho em foco.
- Princípios psicológicos: Do ponto de vista cognitivo, é muito importante que haja um conhecimento mínimo das outras disciplinas, assim como ter informações bem precisas sobre relações entre disciplinas.
- Princípios metodológicos: busca de uma axiomática comum às disciplinas.

- Princípios transdisciplinares: o trabalho interdisciplinar visa atingir a uma transdisciplinaridade, isto é, descobrir os axiomas comuns às disciplinas e/ou às interdisciplinas em foco. (D'AMBRÓSIO, 1993, p. 69-70)

Este projeto interdisciplinar da Matemática integrada aos Laboratórios das Ciências da Natureza (Física, Biologia e Química) por ser uma proposta incipiente, sugere-se um preparo bastante aprofundado dos axiomas comuns às disciplinas

3 CONCEITOS MATEMÁTICOS CONSTRUÍDOS A PARTIR DE EXPERIMENTOS NOS LCN

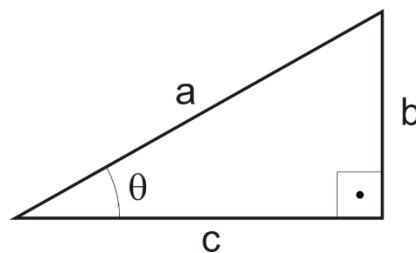
Neste capítulo, será dada uma abordagem dos conteúdos matemáticos ministrados nas aulas laboratoriais de Física, Química e Biologia. Serão apresentados conceitos teóricos e fórmulas, utilizando uma linguagem própria para as aulas do ensino médio.

A bibliografia fonte desta proposta são livros didáticos destinados ao estudo da Matemática no 2.º ano do Ensino Médio. É necessário informar, também, que foi utilizado o programa *Graph*, cujo detalhamento sobre a composição e construção dos gráficos, adquiridas no site <https://www.padowan.dk>, serão dadas nos tópicos em sequência.

3.1 Experimento 1: Relações trigonométricas e equilíbrio estático

O equilíbrio estático que será abordado neste tópico tem a função de uma análise das condições de equilíbrio de um ponto material que nesse processo utilizará as principais relações trigonométricas de forma simples e aplicada nas resoluções de seus problemas.

Antes de iniciar as definições trigonométricas que serão trabalhadas, faz-se necessário entender os elementos do triângulo retângulo de acordo com a figura a seguir:

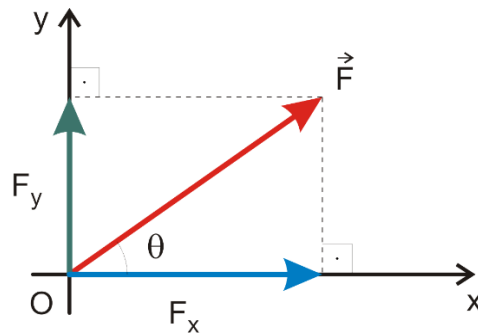


De acordo com figura, temos um triângulo retângulo que é um polígono com três ângulos, dois ângulos agudos e um ângulo reto (90°). O lado oposto ao ângulo de 90° denomina-se Hipotenusa e os lados **b** e **c**, catetos. O lado **b**, oposto ao ângulo θ , como cateto oposto ao ângulo θ e **c** como cateto adjacente ao ângulo θ . Definiremos assim, a relação do seno como cateto oposto dividido pela

hipotenusa: $\text{sen}\theta = \frac{b}{a}$ e cosseno como cateto adjacente dividido pela hipotenusa:

$$\cos\theta = \frac{c}{a} .$$

As aplicações das relações trigonométricas serão dadas ao sistema de forças. De acordo com Ramalho, Nicolau e Toledo (1999), um sistema de forças $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$, de pontos de aplicação P_1, P_2, \dots, P_n , respectivamente. A soma vetorial de $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ é denominada resultante do sistema de forças. Determinar as projeções ortogonais de uma força \vec{F} , de acordo com a figura a seguir



Seja θ o ângulo de \vec{F} com o eixo Ox. As projeções ortogonais de \vec{F} em relação aos eixos Ox e Oy são calculadas utilizando o conceito de seno e cosseno. Realizando os cálculos, obteremos para a projeção da força no eixo y:

$$\text{sen}\theta = \frac{F_y}{F}$$

$$F_y = F \cdot \text{sen}\theta$$

E para projeção no eixo x:

$$\cos\theta = \frac{F_x}{F}$$

$$F_x = F \cdot \cos\theta$$

Um ponto material está em equilíbrio, num dado referencial, quando sua velocidade vetorial permanece constante com o tempo. Assim, se a velocidade

vetorial é constante, a aceleração vetorial é nula; e, do princípio fundamental da Dinâmica ($\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$), concluímos que a resultante do sistema de forças aplicadas a um ponto material em equilíbrio deve ser constantemente nula ($\vec{F}_R = \vec{0}$). Neste trabalho será abordado um equilíbrio estático com velocidade vetorial nula.

O método abordado será o das projeções em que teremos um sistema de forças coplanares $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$. Seja Oxy um sistema cartesiano situado no plano das forças. Sendo a resultante nula ($\vec{F}_R = \vec{0}$), decorre que suas projeções nos eixos Ox e Oy são nulas ($\vec{F}_{R_x} = \vec{0}$ e $\vec{F}_{R_y} = \vec{0}$). Sendo $\vec{F}_{1_x}, \vec{F}_{2_x}, \dots, \vec{F}_{n_x}$ e $\vec{F}_{1_y}, \vec{F}_{2_y}, \dots, \vec{F}_{n_y}$ as projeções de $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ nos eixos Ox e Oy, respectivamente, resultando:

$$\vec{F}_R = \vec{0} \begin{cases} \vec{F}_{R_x} = \vec{0} \\ \vec{F}_{R_y} = \vec{0} \end{cases}.$$

Se um ponto material sujeito à ação de um sistema de forças coplanares estiver em equilíbrio, as somas algébricas das projeções dessas forças sobre dois eixos perpendiculares e pertencentes ao plano das forças são nulas.

3.2 Experimento 2: Progressão Geométrica e Reprodução assexuada de fungos

A partir do crescimento de um fungo, é possível realizar um estudo hipotético do seu crescimento em cadeia, baseando-se na sequência de uma progressão geométrica.

De acordo com Iezzi e Hazzan (1997), chama-se progressão geométrica (P.G.) uma sequência dada pela seguinte fórmula de recorrência:

$$\begin{cases} a_1 = a \\ a_n = a_{n-1} \cdot q, \forall n \in \mathbb{N}, n \geq 2 \end{cases}$$

Em que **a** e **q** são números reais dados. Assim, uma P.G. é uma sequência em que cada termo, a partir do segundo, é o produto do anterior por uma constante **q** dada.

Utilizando a fórmula de recorrência pela qual se define uma P.G. e admitindo dados o primeiro termo ($a_1 \neq 0$), a razão ($q \neq 0$) e o índice (n) de um termo desejado, temos:

$$\begin{aligned} a_2 &= a_1 \cdot q \\ a_3 &= a_2 \cdot q \\ a_4 &= a_3 \cdot q \\ &\dots\dots\dots \\ a_n &= a_{n-1} \cdot q \end{aligned}$$

Multiplicando essas n-1 igualdades, temos:

$$a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 \cdot \dots \cdot a_n = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 \cdot \dots \cdot a_n \cdot q^{n-1}$$

Cancelando-se os termos, $a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 \cdot \dots \cdot a_n$, teremos:

$$a_n = a_1 \cdot q^{n-1}$$

Sendo esse o termo geral da P.G.

O representante dos fungos que será abordado neste trabalho serão as leveduras (ou fermentos). De acordo com Amabis e Martho (2004), os fungos são organismos eucarióticos, heterotróficos e unicelulares do Reino Fungi. As leveduras, *Saccharomyces cerevisiae meyen*, se reproduzem por brotamento, ou gemulação. Os brotos (gêmulas) normalmente separam-se da célula original, mas eventualmente podem permanecer grudados, formando cadeias de células.

Essas cadeias são fungos microscópicos utilizados na preparação de alimentos e bebidas fermentados. O levedo *Saccharomyces cerevisiae meyen*, empregado na fabricação de pão e de bebidas alcoólicas, fermenta açúcares para obter energia, liberando gás carbônico e álcool etílico. Na produção do pão, é o gás carbônico que interessa; as pequenas bolhas desse gás, eliminadas pelo levedo na massa, contribuem para tornar o pão leve e macio.

A produção dos diferentes tipos de bebida alcoólica varia de acordo com o material orgânico fermentado, o tipo de levedura utilizada e as técnicas de fabricação empregados. Por exemplo, na produção de cerveja, são utilizados os

fungos *Saccharomyces cerevisiae meyen* ou *Saccharomyces carlbergensis* para fermentar a cevada; na produção do vinho, o fungo responsável pela fermentação do suco de uva é o *Saccharomyces ellipsoideus*; na produção do saquê utiliza-se inicialmente o fungo *Aspergillus oryzae* e, em seguida, a levedura *Saccharomyces cerevisiae meyen* para fermentar o arroz. Depois da fermentação, certas bebidas passam por processos de destilação, o que aumenta sua concentração em álcool. Exemplos de bebidas destiladas são a cachaça e o rum (produzidos com caldo de cana-de-açúcar fermentado por fungos diversos) e o uísque (obtidos de cereais fermentados pelo *Saccharomyces cerevisiae meyen*).

3.3 Experimento 3: Análise de gráficos de funções e solubilidade de sais

Introduziremos o conceito de funções para análise dos gráficos de concentração de solubilidade. De acordo com Iezzi e Murakami (1993), dados dois conjuntos A e B , contidos nos reais, não vazios, uma relação f de A em B recebe o nome de função definida em A com imagens em B se, e somente se, para todo $x \in A$ existe um só $y \in B$ tal que $(x, y) \in f$. Ficando assim:

$$f \text{ é função definida de } A \text{ em } B \Leftrightarrow (\forall x \in A, \exists! y \in B / (x, y) \in f)$$

Considerando que toda função f de A em B é uma relação binária, então f tem um domínio e uma imagem.

Chamamos de domínio o conjunto D dos elementos $x \in A$ para os quais existe $y \in B$, sendo B o conjunto do contradomínio, tal que $(x, y) \in f$. Como, pela definição de função, todo elemento de A tem essa propriedade, temos que o domínio é igual ao conjunto de partida, isto é, $D=A$. Chamamos de imagem o conjunto Im dos elementos $y \in B$ para os quais existe $x \in A$ tal que $(x, y) \in f$; portanto a imagem é subconjunto do contradomínio. Isto é $Im \subset B$.

Na representação cartesiana, podemos definir o domínio como o conjunto das abscissas dos pontos tais que as retas *verticais* conduzidas por esses pontos interceptam o gráfico de f , isto é, é o conjunto formado por todas as abscissas dos pontos do gráfico de f . Já a imagem como sendo o conjunto dos pontos tais que as retas *horizontais* conduzidas por esses pontos interceptam o gráfico de f , isto é, é o conjunto formado por todas as ordenadas dos pontos do gráfico de f .

Para entender melhor a aplicação dos gráficos das funções no fenômeno de saturação química, de acordo com Feltre (2003), faz-se necessário, entender a solução e suas três fases: insaturada, saturada e supersaturada. Coeficiente de solubilidade é a quantidade necessária de uma substância para saturar uma quantidade padrão de solvente, em determinadas condições de temperatura e pressão.

As soluções são classificadas como não-saturadas que contêm menos soluto do que o estabelecido pelo coeficiente de solubilidade. As saturadas atingiram o coeficiente de solubilidade e supersaturadas ultrapassaram o coeficiente de solubilidade precipitando cristais de sais que chamamos de corpo de fundo.

Curvas de solubilidade são os gráficos que apresentam a variação dos coeficientes de solubilidade das substâncias em função da temperatura. Neste trabalho será apresentado a curva de solubilidade do NaCl que é conhecido como sal de cozinha que é de fácil acesso.

O programa utilizado para se obter o gráfico da curva de solubilidade com pontos adquiridos no LCN será o Graph que pode ser baixado gratuitamente no site <https://www.padowan.dk/bin/SetupGraph-4.4.2.exe>. O Graph é um programa desenvolvido para traçar gráficos de funções matemáticas e outras curvas de natureza similar em um sistema de coordenadas.

No programa Graph será inserido uma linha de tendência, que é a função que melhor se ajusta a uma série de pontos. Uma linha de tendência é uma função que ressalta uma tendência (ou propensão) em especial de uma determinada sequência de pontos, ou seja, é uma curva de um tipo matemático específico que define particularmente bem aquela sequência de pontos. A linha de tendência é adicionada na forma de uma função comum. Quando a linha de tendência é adicionada, o coeficiente de correlação R^2 é mostrado no comentário. Quanto mais próximo R^2 for de 1, mais próxima dos pontos a linha de tendência estará.

3.4 Reflexões sobre os experimentos no LCN

A proposta deste trabalho interdisciplinar da Matemática no âmbito dos Laboratórios de Ciências para se realizar dependeu de muitos fatores, dentre eles o planejamento das aulas com um estudo prévio com um diálogo junto aos professores dos laboratórios e um preparo das atividades experimentais para

alcançar o objetivo de uma execução exitosa, favorecendo a aprendizagem dos alunos.

As aulas nos laboratórios de Física, Biologia e Química permitiram testar e aplicar os conceitos matemáticos através da resolução de situações-problema do cotidiano, permitindo a construção de conhecimentos e a reflexão sobre diversos aspectos da rotina escolar. Essa possibilidade levou os estudantes a fazerem inter-relações, favorecendo a capacidade de abstração e capacitando-os a desenvolverem as competências, as atitudes e os valores necessários a um crescimento individual para a sua relação com o mundo real.

No laboratório de Física, após a explanação do conteúdo matemático, os alunos se dispuseram, espontaneamente, a comprovar a teoria resolvendo o cálculo no quadro branco. No momento em que se deu a comprovação da teoria, eles se surpreenderam diante da real aplicação da Matemática.

Para a experiência de equilíbrio Estático com o Goniômetro foi necessário ajustar o aparelho algumas vezes por causa da possibilidade de erros nas medidas e orientar a posição dos alunos para uma observação mais exata, visto que o instrumento pode apresentar variações de medida conforme o ângulo.

No laboratório de Biologia, foram testados vários corantes para proporcionar uma melhor identificação do processo de brotamento dos fungos. Foram modificadas algumas lamínulas junto aos alunos, alterando a temperatura, a quantidade de fermento utilizado, fazendo assim o aluno entender e participar do processo de pesquisa. Durante a execução do experimento, os alunos ficaram instigados diante das várias possibilidades no preparo da lamínula, sentindo-se como parte integrante do processo de construção do experimento.

No laboratório de Química, foram testadas várias possibilidades de solução para produzir o gráfico de solubilidade. Foram, junto com o professor de Química, experimentados diferentes tipos de sais e diferentes tipos de massas para se conseguir os resultados próximos do esperado. Os alunos, mais uma vez, se admiraram com a função encontrada com o programa Graph e a função encontrada que, através desta, foi obtido um dado próximo ao feito ao experimento.

As reações dos alunos diante da observação da concreta aplicação dos conteúdos matemáticos nos laboratórios refletem a efetiva aplicação da interdisciplinaridade como um fator preponderante ao ensino. Os alunos se admiraram diante da possibilidade de conexão da Matemática com os LCN'S, sendo

que os alunos viram os processos que ali estavam sendo construídos como algo pertinente não a uma matéria, mas sim a um conjunto de ideias.

4 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada na Escola Pública Estadual Liceu Domingos Brasileiro, localizada no Planalto Ayrton Senna, em Fortaleza, Ceará. A escola possui 06 laboratórios sendo que para esta pesquisa foram utilizados os três (03) laboratórios de Ciências da Natureza – o de Física, o de Biologia e o de Química.

Este trabalho desenvolveu-se a partir de uma conversa com os professores coordenadores dos laboratórios de Física, Biologia e Química em momentos separados para avaliar a receptividade deles em relação à proposta de um trabalho interdisciplinar. A partir dessa receptividade, indagou-se destes a quais conteúdos de suas respectivas áreas poderiam ser aplicados conceitos matemáticos. Após uma análise conjunta de algumas propostas, avaliando-se, entre outras coisas, a viabilidade da aplicação prática tendo em vista os recursos disponíveis nos laboratórios, foram selecionadas algumas delas – uma para cada laboratório – para serem aplicadas em aulas-teste com grupos de alunos em diferentes séries. A cada professor, então, foram sugeridos os saberes oriundos da disciplina de Matemática perfeitamente aplicáveis a uma proposta interdisciplinar nas práticas dos laboratórios.

O desafio seguinte foi o de encontrar meios de aplicar o conhecimento matemático dirigido a cada conteúdo específico das disciplinas em cada laboratório.

Escolhidos os conteúdos, houve uma sequência de encontros para eleger os pontos a serem abordados nas respectivas disciplinas e séries e para planejar a metodologia a ser aplicada tanto nas salas de aula quanto nos laboratórios. As reuniões duravam em média de uma (01) hora.

Participaram da pesquisa alunos de duas turmas do 2.º ano do Ensino Médio do turno da tarde de uma escola pertencente à rede pública do estado do Ceará.

Todas as práticas foram testadas antecipadamente com os professores dos laboratórios. Para cada disciplina (ou prática de laboratório) foi apresentado um itinerário das ações ocorridas durante as aulas. Em cada uma delas, foi apresentado um roteiro necessário e importante para o desenvolvimento da aula prática e sugeridas questões referentes à disciplina de matemática tudo dentro de uma proposta interdisciplinar.

Registre-se ainda que antes das aulas foi aplicado um pré-teste para uma verificação das expectativas dos alunos quanto à receptividade às aulas de matemática realizadas de forma interdisciplinar nos laboratórios de ciências. Concluídas as aulas foi aplicado um pós-teste para extrair e avaliar como os alunos passaram a ver o processo interdisciplinar da matemática no contexto dos laboratórios de ciências em comparação com as aulas tradicionais.

Na prática do laboratório de Física, aplicou-se o conteúdo de Trigonometria à experiência de Equilíbrio Estático. Na prática de Biologia, aplicou-se o conteúdo de Progressão Geométrica aplicado à reprodução por brotamento de um fungo. Na prática de Química, foram aplicados os conteúdos de Gráficos de Funções aplicados ao de Solubilidade de Sais. Os roteiros envolvendo cada disciplina e os materiais necessários para a realização dessa atividade serão dispostos em capítulos subsequentes.

Para o início da aula, sugere-se que o professor de matemática apresente o conteúdo proposto e sua aplicabilidade em um caso específico das ciências da natureza de modo a despertar nos alunos a curiosidade pelo assunto abordado e o interesse pela aprendizagem do conhecimento matemático dentro de suas respectivas práticas e para que os alunos possam perceber a concretude da teoria matemática.

Após a explanação do conteúdo teórico-matemático, o professor de matemática, com algumas interpelações dos professores-coordenadores de cada disciplina dos laboratórios de Ciências, executou a parte prática da aula.

Espera-se com essa prática interdisciplinar propiciar ao aluno um reconhecimento da integração e articulação entre os saberes, com o objetivo maior de favorecer uma aprendizagem mais ampla e universal, e conseqüentemente, formar cidadãos plenos.

A elaboração dessa prática se baseou ainda no fato de que o Ensino Médio hoje deve ter também por princípio a preparação dos alunos para o ENEM, por ser este um dos objetivos principais da Escola onde as atividades foram aplicadas.

Para a aplicação das aulas, sugere-se a utilização de 02 períodos de 50 minutos para cada disciplina.

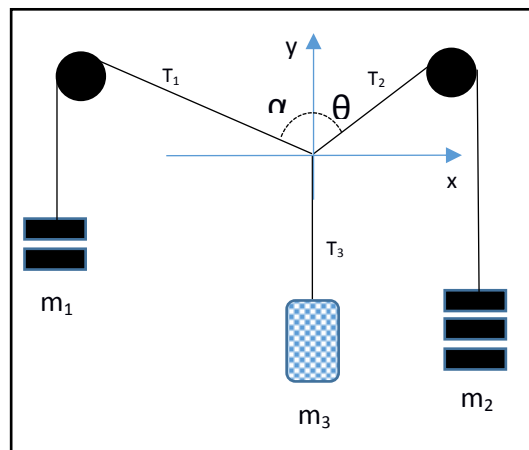
4.1 Descrição da aula prática em laboratório de física

Antes de realizar a aula laboratorial, foi realizada uma explanação, em sala de aula, sobre os conteúdos de relações trigonométricas (seno e cosseno) a fim de que os alunos recordassem os conteúdos matemáticos a serem aplicados no experimento de Física. Após isso, os alunos se dirigiram ao Laboratório de Física e receberam as instruções, por meio de roteiro de aula, de como seria realizado o experimento.

A aula laboratorial de Física tinha como objetivo realizar um estudo vetorial das forças aplicadas em um ponto que apresenta equilíbrio estático. Os materiais utilizados foram cinco (06) massas de 50 g, três suportes para as massas; uma linha N° 10, uma balança eletrônica, uma massa de valor desconhecido, um painel de Estática, duas polias simples e um Goniômetro.

Um painel foi montado pelo professor de Física, de acordo com o esquema apresentado na figura 01:

Figura 1: Esquema de um painel de equilíbrio estático

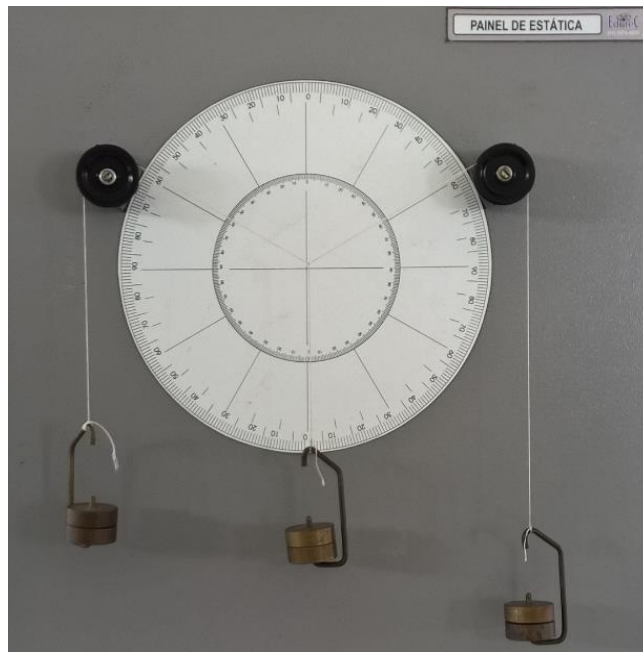


Fonte: o próprio autor

Inicialmente, foi demonstrado como se realiza o experimento, a partir de um exemplo com massas (m_1 , m_2 e m_3) iguais e ângulos entre as trações dos fios iguais. Foram verificadas as possíveis margens de erro como o centro do plano no painel estático e os instrumentos com falta de precisão. Também foi analisado pelos alunos, nesse experimento inicial, que os ângulos entre as trações mediam um valor

maior ou menor que 120° para massas (m_1 , m_2 e m_3) iguais, mostrando, assim, as possibilidades de possíveis erros de uma atividade experimental prática. As figuras a seguir ilustram essa primeira etapa do experimento:

Figura 2: Painel de estática



Fonte: o próprio autor

Modificando as massas e, conseqüentemente, os ângulos entre as trações, foram estabelecidas as massas m_1 , no valor de 108 g, e m_2 , no valor de 158 g, foi solicitado aos alunos que analisassem os ângulos entre os fios, conforme a figura 3.

Figura 3: Observação do painel de equilíbrio estático



Fonte: o próprio autor

Em seguida, os alunos fizeram um esquema do experimento no quadro branco, com os valores obtidos na visualização e na pesagem dos dados já conhecidos (m_1 e m_2). Então, os alunos começaram a decomposição dos vetores referentes às trações, utilizando as relações trigonométricas (seno e cosseno) e com o auxílio de uma calculadora científica, de acordo com a figura 4.

Figura 4: Esquema do experimento no quadro



Fonte: o próprio autor

Após 15 minutos resolvendo as equações, foi obtido que m_3 vale 149,32 g, por meio de cálculos matemáticos. Depois, foi pedido aos alunos pesarem a

massa m_3 desconhecida, para verificar se confere com o valor encontrado na equação.

Os alunos, por meio da balança, fizeram a pesagem de m_3 , equivalendo a 148 g. Nesse momento, um dos alunos se surpreendeu com o valor obtido na balança, aproximado ao encontrado pela equação.

Por fim, foi solicitado aos alunos a diferença percentual entre os valores encontrados de m_3 , dos cálculos trigonométricos e os da balança. Então, foi pedido aos alunos que comentassem sobre a aplicação da Matemática, especialmente a da trigonometria, nesse experimento físico.

Os comentários dos alunos demonstraram que ficaram surpresos com a aproximação dos resultados e com o uso da Matemática no experimento de Física. Eles afirmaram que não imaginavam o quanto a matemática pode contribuir para a resolução de problemas da Física e o quanto essa forma de ensino é mais interessante, pois se volta para a aplicação no cotidiano dos conhecimentos adquiridos.

4.2 Descrição da aula prática em laboratório de biologia

Nesta prática, estudamos como a fissão binária origina células em progressão geométrica, relacionando, assim, os conteúdos de Matemática e de Biologia.

Em um primeiro momento, foi explanado formalmente em sala de aula o conteúdo de Progressão Geométrica (PG) com definição, demonstrações e exemplos aplicados ao cotidiano dos alunos.

Foi ensinada a definição de PG, como uma sequência numérica em que cada termo a partir do segundo é o produto do anterior por uma constante q dada. Feito isso, foi explicado para os alunos a fórmula de recorrência que define a PG.

$$\begin{cases} a_1 = a \\ a_n = a_{n-1} \cdot q, \forall n \in \mathbb{N}, n \geq 2 \end{cases}$$

Utilizando a recorrência dada, foi demonstrado o termo geral da PG:

$$a_n = a_1 \cdot q^{n-1}$$

Após isso, foi demonstrada uma situação prática em relação à aplicação da PG a um processo hipotético de brotamento de um fungo, que se reproduz a cada 10 min. Em seguida, foi perguntado, após 2 h, quantos fungos foram gerados a partir daquele.

Em um segundo momento, os alunos foram levados ao laboratório de biologia em que procedimentos experimentais já estavam prontos para serem aplicados na prática de processo de brotamento de fungos conforme o planejamento feito junto ao professor-coordenador do laboratório.

Aos alunos foi apresentado o conceito de fungos e suas aplicações no cotidiano, como também o processo de brotamento através da fissão binária, originando fungos em progressão geométrica. Em seguida foi montada a bancada e iniciou-se a montagem do experimento.

Inicialmente, colocamos 10ml de água destilada no béquer com 0,1 g de açúcar e com 0,1g de fermento biológico. Após esta etapa, levamos o béquer para a estufa a 40°C.

O material produzido foi colocado no microscópio para análise. Coube ao professor a colocação da lamínula no microscópio e o início da gravação do processo de divisão dos fungos. Cada aluno fez repetidas observações alternadamente.

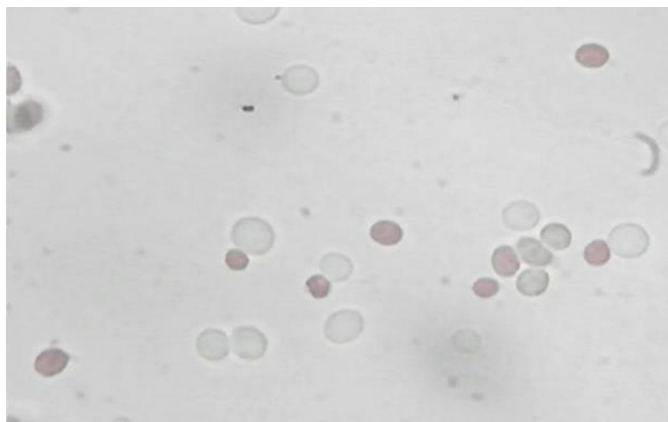
Figura 5: Observação no microscópio do brotamento dos fungos



Fonte: o próprio autor

Foi admirável a reação de surpresa dos alunos diante da constatação da divisão dos fungos. Interessante notar a curiosidade gerada nessa atividade, a qual fez despertar no aluno um lado investigativo, tanto em relação à biologia, quando modificamos a quantidade de fermento, açúcar ou a temperatura da solução utilizada, quanto em relação à matemática, no que se refere à velocidade de crescimento numérico teórico em relação ao brotamento dos fungos. Percebemos, assim, o quanto a prática auxilia no processo de aprendizagem.

Figura 6: Divisão/brotamento dos fungos



Fonte: o próprio autor

Com o término da atividade, foi apresentado um roteiro da prática (Apêndice E) com exercícios para verificar o aproveitamento da aula.

4.3 Descrição da aula prática em laboratório de química

Inicialmente, explanamos o conteúdo de gráficos de funções matemáticas, mostrando o crescimento e o decréscimo da função, o domínio e a imagem dessa função. Foram apresentados exemplos de gráficos a título de ilustração para serem lidos pelos alunos.

Em seguida, foram explicados o conteúdo de Concentração de Sais e a relação com a matemática. Foi exposto, neste momento, o gráfico da concentração de um sal, em que foi analisada a região que representa a supersaturação e a que representa a insaturação.

Foram explicados os procedimentos para a criação desse gráfico no Laboratório de Química. A aula laboratorial de Química tinha como objetivo representar graficamente por meio de função matemática a Solubilidade de um sal. Os materiais a serem utilizados são 4 béqueres de vidro, 1 micropipeta graduada, 1 bastão de vidro, 1 tubo de ensaio, 1 termômetro, 1 manta aquecedora, pedras de gelo, cloreto de sódio, água destilada, água, gelo e caneta marcadora.

São solicitados aos alunos 4 béqueres, que já estão numerados por caneta. Pese 1,5g de NaCl e coloque no béquer 1. Em seguida, acrescente 10mL de água destilada e agite até dissolver os cristais. Coloque o béquer em um banho de gelo até aparecerem os primeiros cristais e anote a temperatura do início da cristalização.

Depois eles pesam 3,0g de NaCl e colocam no béquer 2. Logo após foi pedido aos alunos que acrescentassem 10ml de água destilada ao recipiente. Após essa etapa, eles aquecem a solução em banho maria até a dissolução do sólido. Logo após, eles retiram o béquer e em seguida é pedido para verificar a medida da temperatura da solução por meio de termômetro.

Figura 7: Medição da temperatura da solução em banho-maria



Fonte: o próprio autor

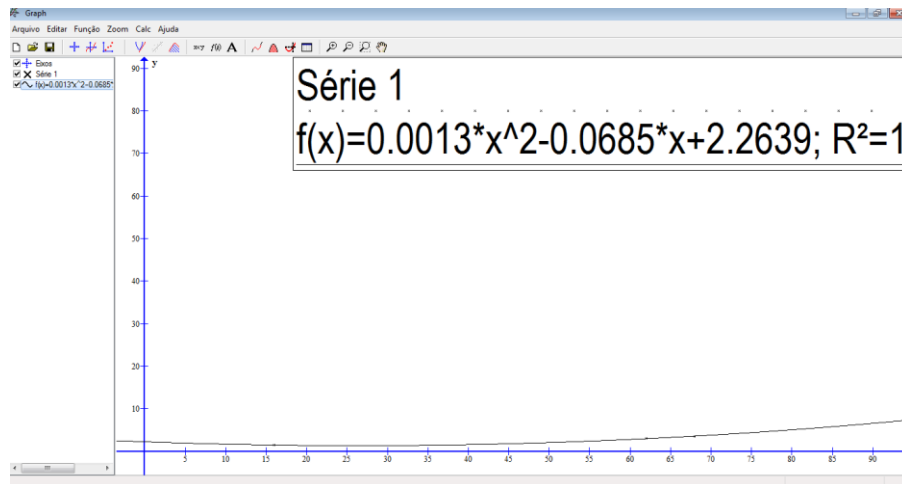
Realize o procedimento utilizando 3,6g de NaCl no béquer 4. Os alunos reuniram os dados na tabela 2.

Tabela 2: Solubilidade de Sais

Massa de NaCl dissolvida em 10mL de H ₂ O	Temperatura de dissolução (°C)	Temperatura de formação dos cristais (°C)
1,5 g - béquer 1	-	16
3,0 g - béquer 2	62	-
3,3 g - béquer 3	?	-
3,6 g - béquer 4	68	-

Fonte: o próprio autor

Em seguida, é pedido aos alunos que façam um gráfico da Concentração (g/mL) versus Temperatura (°C), utilizando o programa Graph, disponibilizado pelo professor. Depois, é pedido que anotem a função polinomial originada pelo programa. Com a função encontrada, cada aluno deve encontrar a temperatura de dissolução do NaCl, para uma massa de 3,3 g. Resolvendo a função quadrática para esta massa, os alunos obtiveram, após 20 minutos, a temperatura de 64,9612°C e - 12,2689°C. Foi explicado aos alunos que a temperatura estaria entre 10° e 80°C, portanto a temperatura considerada seria 64,9612°C.

Gráfico 1: Curva de solubilidade do NaCl

Fonte: o próprio autor

Novamente, os alunos devem pesar 3,3g de NaCl e colocam no béquer 3. Logo após foi pedido aos alunos que acrescentassem 10ml de água destilada ao recipiente. Após essa etapa, eles aquecem a solução em banho maria até a dissolução do sólido. Logo após, eles retiram o béquer e em seguida é pedido para verificar a medida da temperatura da solução por meio de termômetro.

Depois, foi pedido aos alunos para verificarem se confere com o valor encontrado na equação. Feita a experiência, os alunos relataram que a aula foi interessante, pois auxiliou a compreender a aplicação da matemática em um fenômeno químico.

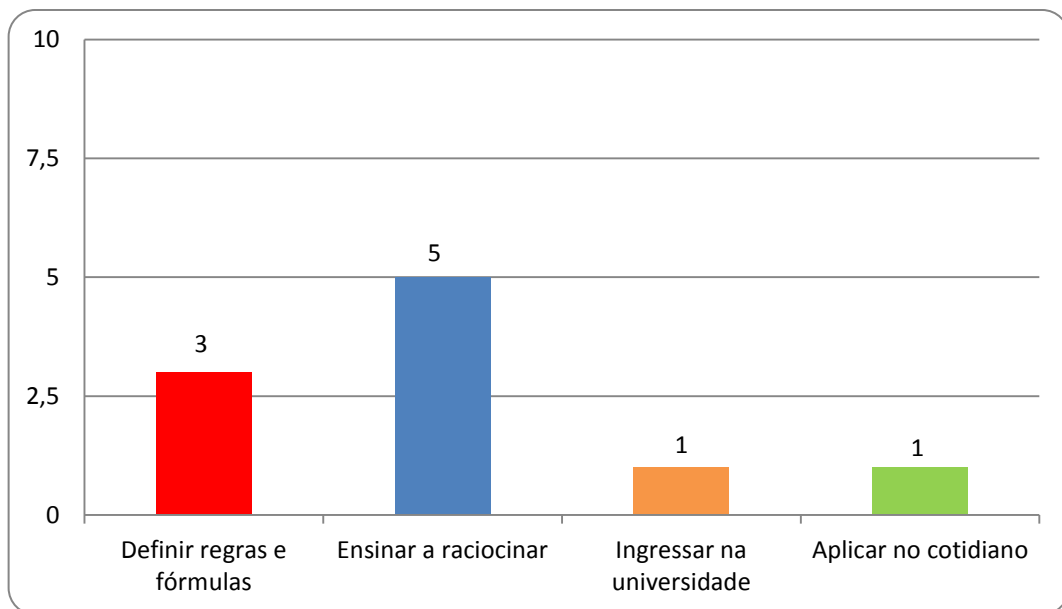
5. ANÁLISE DOS DADOS DOS QUESTIONÁRIOS

Neste capítulo, serão apresentados os gráficos quantitativos do pré-teste e do pós-teste seguidos de suas respectivas análises qualitativas.

O pré-teste foi aplicado a um grupo composto por 10(dez) alunos do 2º ano do ensino médio do turno da tarde que vieram para as aulas no contraturno. A pesquisa consta de um pré-teste de 7 (sete) perguntas, sendo 6(seis) objetivas e 1(uma) subjetiva. O pré-teste, que se encontra nos anexos, foi realizado antes da execução das aulas. As perguntas feitas referem-se aos conhecimentos e vivências dos alunos no âmbito da escola. O objetivo desses questionários é analisar as expectativas dos alunos, quanto às aulas de Matemática, e o resultado das aulas interdisciplinares no que se refere ao favorecimento de uma maior aceitação das aulas e, conseqüentemente, um maior aprendizado.

O gráfico 2 pretende avaliar qual finalidade do ensino da Matemática tem sido mais recorrente na vida escolar dos alunos.

Gráfico 2: Objetivos da matemática



Fonte: o próprio autor

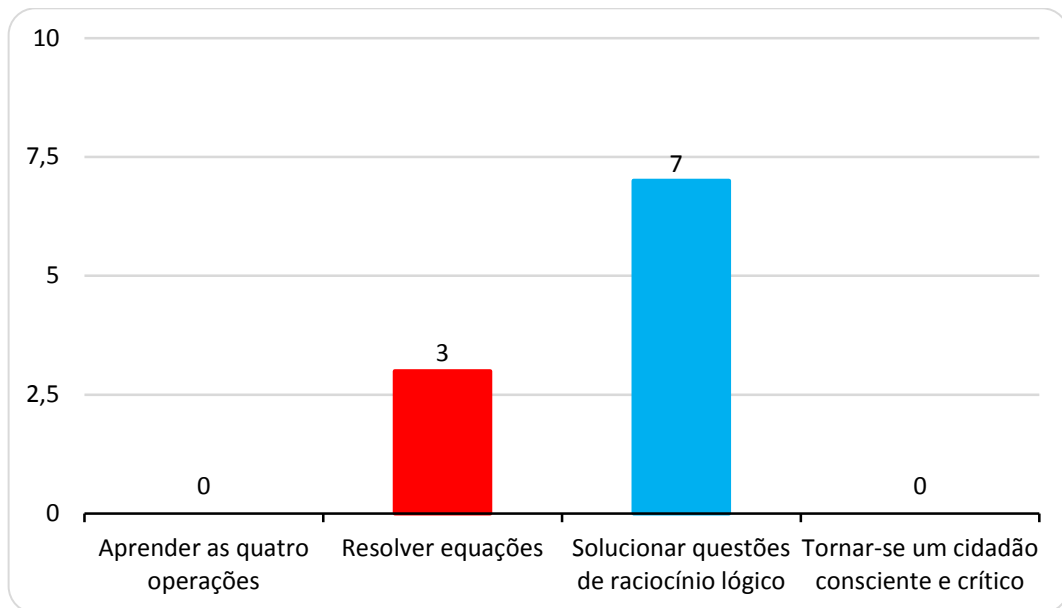
Analisando os dados, temos que o ensino da Matemática pelo professor durante as aulas tem como foco a exposição de conteúdos abstratos distanciados da prática e, conseqüentemente, restrito à sala de aula. Infere-se desse resultado que

prevalece entre os alunos a ideia de que o estudo da Matemática se centraliza no objetivo de desenvolver a habilidade de raciocínio lógico aplicado à solução de questões.

O resultado do gráfico reflete que 50% dos alunos compreendem que o ensino da Matemática tem como finalidade “ensinar a raciocinar” e 30% entendem que a finalidade é definir regras e fórmulas. Uma visão limitada das potencialidades de aplicações em vários campos dos saberes científicos conduz a conclusões que levam a não exploração de um universo desconhecido pela grande maioria que seria propiciado pelo saber matemático. Universo este que não se restringe ao conhecimento de regras, fórmulas e resolução de questões.

Esse índice revela a tendência de ensino vigente entre os professores de Matemática que se apoderam da técnica de resolver questões como uma ferramenta para ser usada em aulas a fim de tornar a matemática mais atrativa para o aluno. Segundo essa lógica, o professor proporcionaria ao aluno a construção do próprio conhecimento com resolução de problemas supostamente reais que levariam o aluno a compreender conceitos, propriedades e aplicações. Essa ideia é, então, amplamente absorvida pelos alunos ainda que a maioria deles não vivenciem tal aplicação.

O gráfico 3 pretende conhecer quais as expectativas dos alunos quanto ao estudo da Matemática.

Gráfico 3: Expectativas para o estudo da matemática

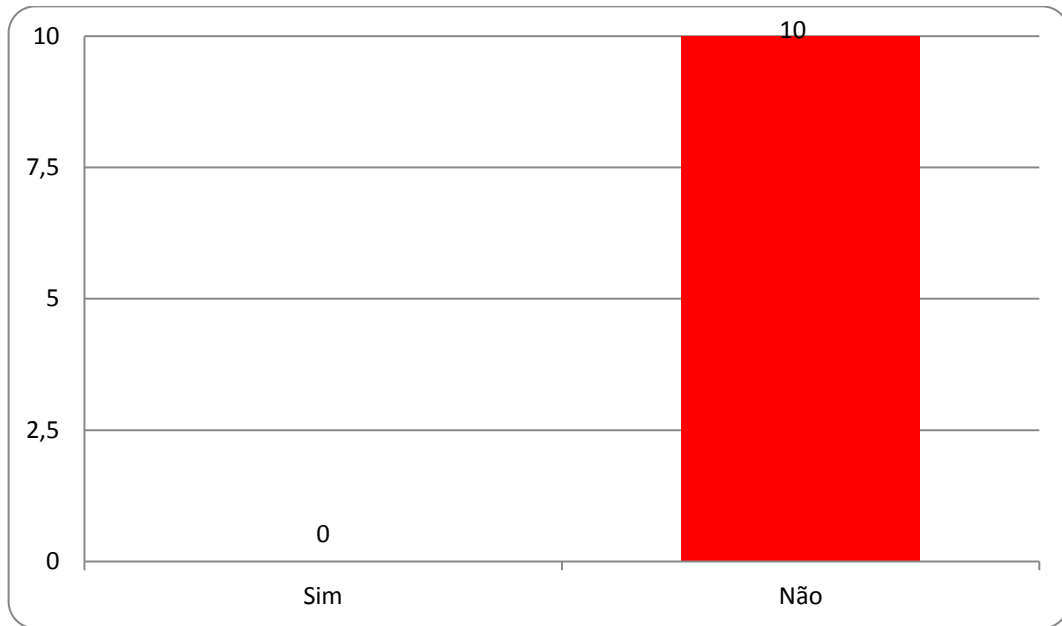
Fonte: o próprio autor

Os dados obtidos na pergunta acima apontam que 70% dos alunos têm como meta, quanto ao estudo da Matemática, a possibilidade de resolução de questões sendo agora questões mais específicas como as de raciocínio lógico. 30% veem que a Matemática como o sustentáculo de uma estrutura teórica na qual os números, os cálculos servem para resolver equações.

Esse resultado permite concluir que as expectativas dos alunos em relação aos saberes da Matemática se dão somente no que se refere ao que eles já vivenciam em sala, não reconhecendo a matemática como uma ferramenta que o possibilitaria tornar-se um cidadão crítico e consciente.

O gráfico 4 pretende conhecer a utilização do recurso da interdisciplinaridade pelo professor de Matemática nos Laboratórios de Ciências.

Gráfico 4: Utilização da interdisciplinaridade da matemática nos LCN'S



Fonte: o próprio autor

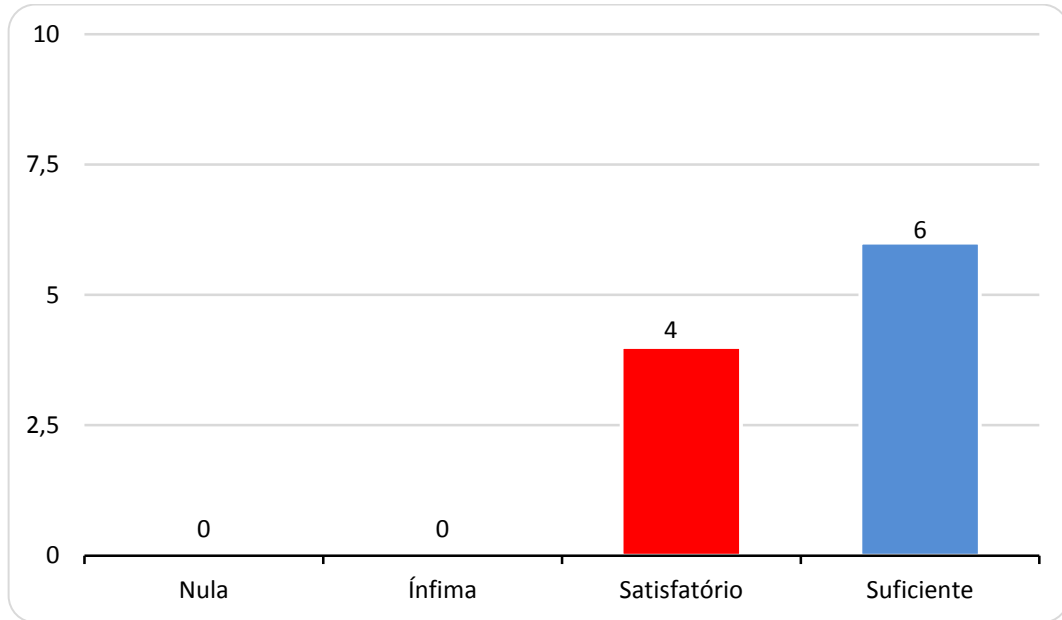
O dado do gráfico acima aponta para a totalidade da ausência de práticas interdisciplinares na escola em que a pesquisa foi feita.

Para a Matemática, esse resultado de 100% constitui um erro aparente na execução da pergunta. Para este trabalho, porém, esse resultado, longe de ser inócuo, vem confirmar e corroborar a ideia pré-concebida de que os professores de Matemática não relacionam os conteúdos vistos em sala com o cotidiano dos alunos dentro ou fora da escola.

O objetivo dessa pergunta é, partindo da confirmação do resultado previamente conhecido, apresentar a real necessidade de uma reformulação das metodologias de ensino da Matemática através da proposta da interdisciplinaridade.

O gráfico 5 tem como objetivo analisar a expectativa dos alunos quanto à contribuição que a interdisciplinaridade da Matemática pode dar para que esse conhecimento seja aplicável à sua vida escolar e cotidiana.

Gráfico 5: Expectativa dos alunos quanto à interdisciplinaridade da matemática nos LCN'S

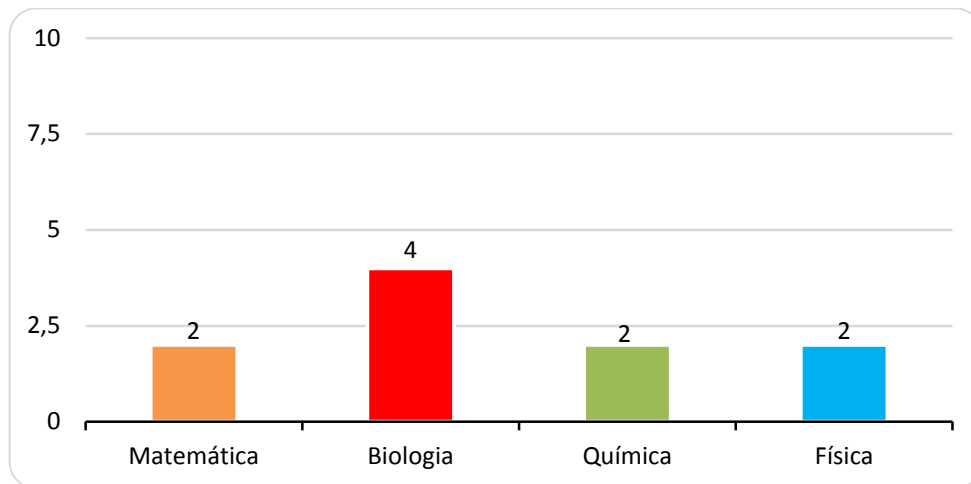


Fonte: o próprio autor

O gráfico 5 aponta um alto índice de reconhecimento da importância da interdisciplinaridade como um possível fator desencadeante de uma maior facilitação da aprendizagem das diversas ciências. Um maior percentual (60%) dos alunos está convencido de que esse recurso seria suficiente para suprir as dificuldades por eles encontradas no estudo da disciplina por ele escolhida como crítica.

Essa pergunta tem como objetivo avaliar o grau de percepção dos alunos quanto ao papel da interdisciplinaridade na composição de uma nova metodologia de ensino que venha aumentar o interesse dos aprendizes pelas disciplinas estudadas.

O gráfico 6 pretende identificar, dentre as matérias da área de Ciências da Natureza, com qual disciplina os alunos têm dificuldade.

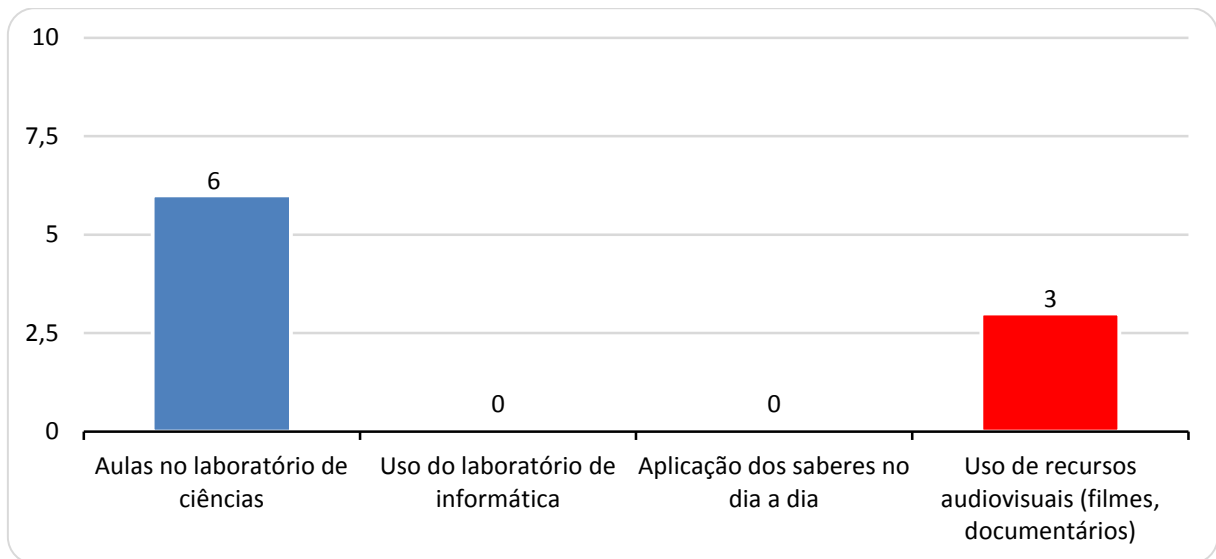
Gráfico 6: Disciplina tida como de maior índice de dificuldade

Fonte: o próprio autor

O gráfico 6 apresenta uma divisão mais significativa na distribuição dos resultados quanto à dificuldade dos alunos no que se refere às disciplinas de Matemática, Biologia, Química e Física. Desconsidere aqui as subjetividades dos alunos quanto ao processo de aprendizagem, visto à falta de dados para uma análise mais proveitosa e também não ser este o objetivo deste trabalho.

Neste gráfico buscamos descobrir, comparativamente, com qual disciplina os alunos apresentam mais dificuldade e, diferentemente do esperado, a Biologia, que não requer cálculo e que está intrinsecamente imbricada à vida dos alunos, obteve uma significativa maioria, 40%. Curiosamente, a Matemática, com apenas 20% não aparece dentre as dificuldades maiores dos alunos. Física e Química aparecem igualmente com 20% cada.

O gráfico 7 pretende analisar que recurso poderia fazer os alunos superarem as dificuldades encontradas no aprendizado da disciplina escolhida.

Gráfico 7: Recurso eleito para superação das dificuldades de aprendizagem

Fonte: o próprio autor

Neste gráfico, buscamos reconhecer nos alunos que recursos poderiam lhes propiciar um interesse pelas aulas de Matemática e, conseqüentemente, uma facilitação de sua aprendizagem. O que se verificou aqui foi a prevalência da busca por algo mais concreto ligado ao dia a dia deles.

Analisando mais detalhadamente os dados, vê-se que 60% dos alunos entendem que as “aulas nos laboratórios de ciências” propiciariam uma maior disposição para a apreensão dos conteúdos trabalhados. 30% reportaram-se ao “uso de recursos audiovisuais” para motivar o desejo de aprender o que estiver sendo ensinado.

Concluídas as análises do pré-teste, o passo seguinte é analisar os resultados do pós-teste obtidos através de gráficos.

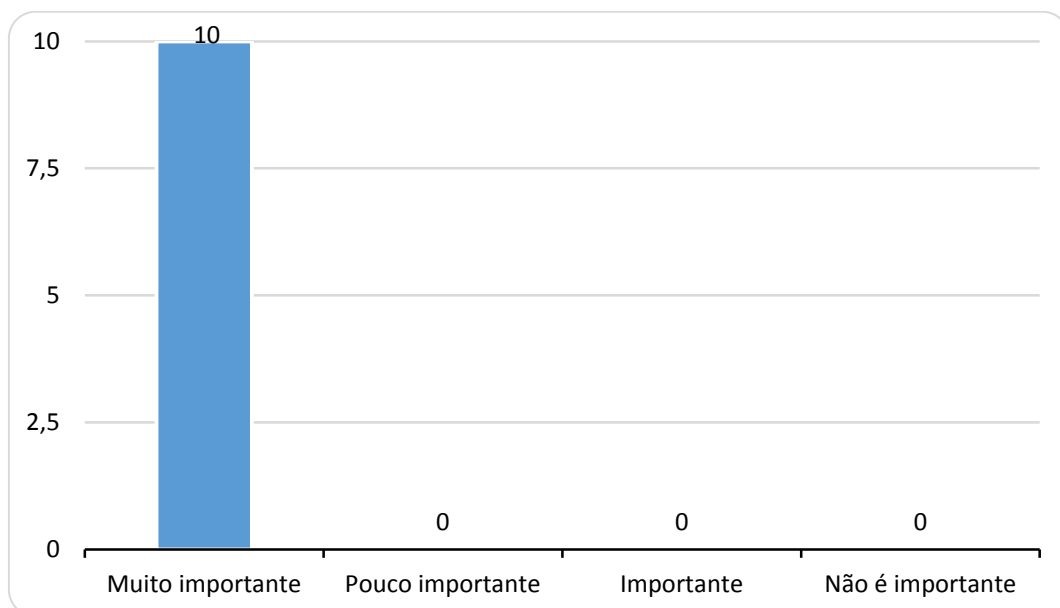
O pós-teste, que se encontra nos anexos, semelhantemente ao pré-teste, foi aplicado a um grupo de dez (10) alunos do 2º ano do ensino médio do turno da tarde. O questionário é composto por sete (07) perguntas que foram realizadas após a conclusão das três aulas de Matemática ocorridas interdisciplinarmente nos LCN'S e tem como objetivo avaliar a receptividade dos alunos à proposta de aulas interdisciplinares comparativamente às aulas tradicionais. O teor das questões

perpassa por temas que vão do nível de dificuldade dos conteúdos desenvolvidos nas aulas desenvolvidas nos laboratórios à contribuição dada por essa prática.

Comparativamente, aos dados do pré-teste, a interdisciplinaridade ocorrida com o professor de Matemática junto aos Laboratórios de Ciências foram determinantes para uma mudança na concepção dos alunos? A análise do pós-teste forneceu elementos relevantes para que se possa chegar à resposta da pergunta quanto ao ensino interdisciplinar.

O gráfico 8 pretende identificar qual a importância das aulas práticas de laboratório para a construção do conhecimento científico.

Gráfico 8: Importância das aulas práticas para a construção do conhecimento



Fonte: o próprio autor

Nesse gráfico, pediu-se que os alunos avaliassem o grau de importância percebido por eles após experienciarem as três aulas de Matemática nos laboratórios de Física, de Biologia e de Química. Os estudantes em sua totalidade compreenderam que esse recurso permitiu um maior aproveitamento quanto à construção do conhecimento proposto por essa prática interdisciplinar.

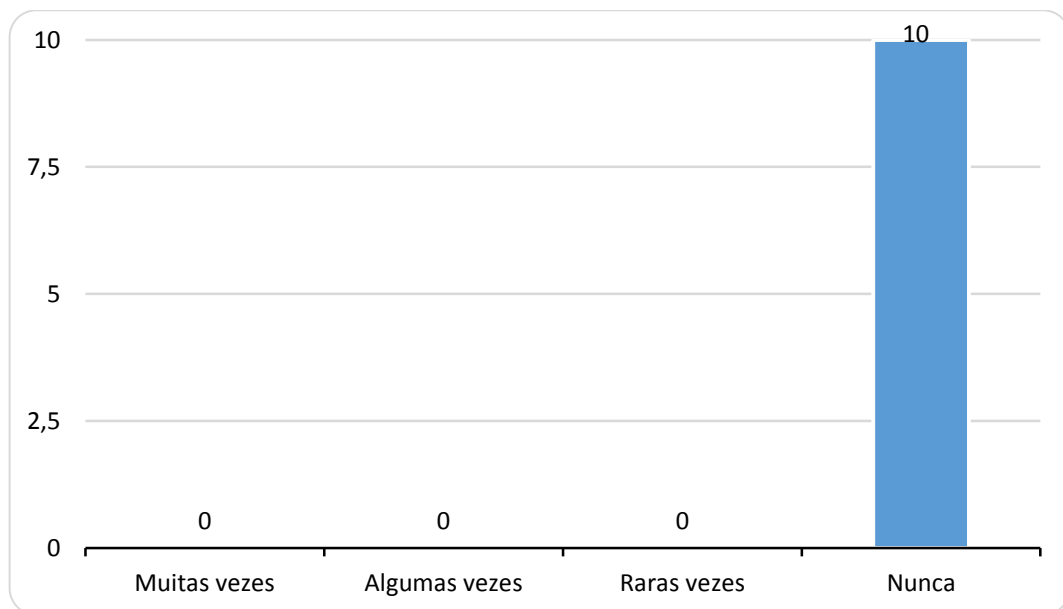
A despeito desse resultado de 100%, há que se considerar que os aprendizes do ensino médio são adolescentes, os quais, segundo uma concepção

Piagetiana, estão em uma fase de construir teorias e refletir sobre seu pensamento, portanto estão ávidos por novas metodologias que venham a inseri-los no processo de construção do conhecimento a eles oferecido, retirando-os da passividade.

O objetivo dessa pergunta consistia em avaliar o grau de reconhecimento da importância da proposta de interdisciplinaridade da Matemática nos LCN'S para a aquisição de novos saberes.

O gráfico 9 tem a intenção de identificar com que frequência o professor de Matemática leva os alunos aos Laboratórios de Ciências da Natureza.

Gráfico 9: Frequência da prática de professores de matemática nos LCN'S



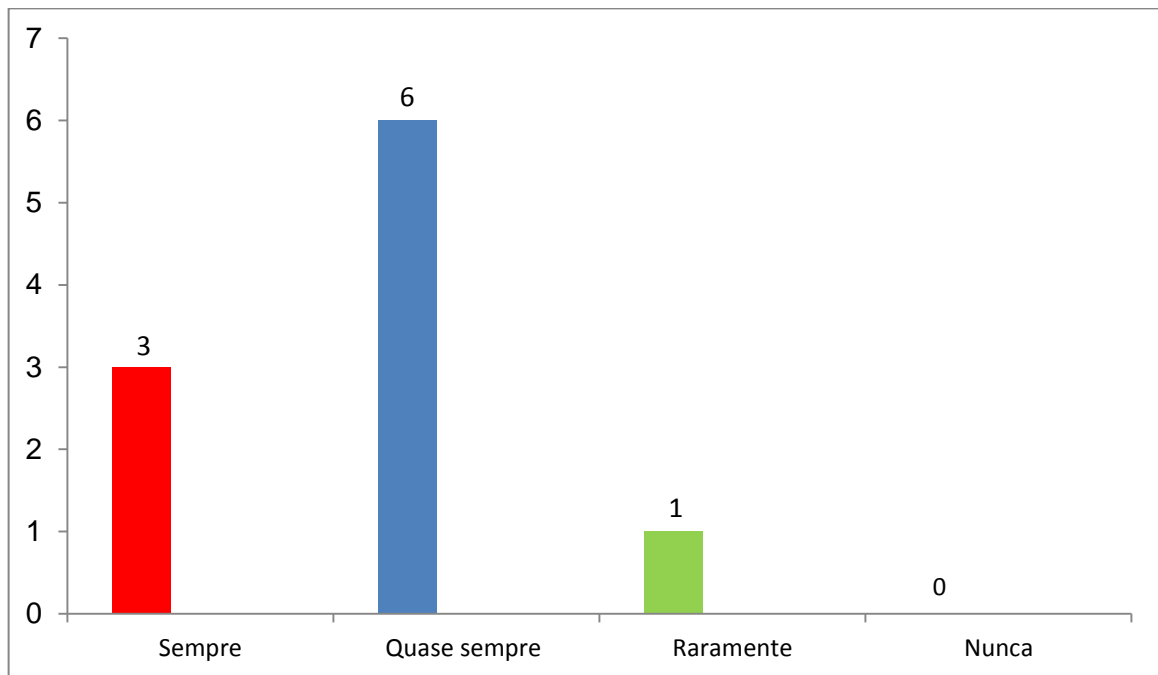
Fonte: o próprio autor

Esse gráfico cujo resultado foi de 100% vem ao encontro da ideia de confirmação da originalidade deste projeto de integração dos conhecimentos matemáticos no âmbito dos três laboratórios de Ciências da Natureza enquanto método de ensino interdisciplinar.

O objetivo desse gráfico era confirmar a ideia de que os professores de Matemática, em sua maioria, não compartilham seus saberes nos ambientes de laboratório de Ciências. Ideia essa que foi um dos pontos causadores da concepção deste projeto.

O gráfico 10 pretende reconhecer com que frequência o aluno percebe a aplicação da Matemática em seu cotidiano.

Gráfico 10: Percepção dos alunos quanto à aplicação da matemática no cotidiano



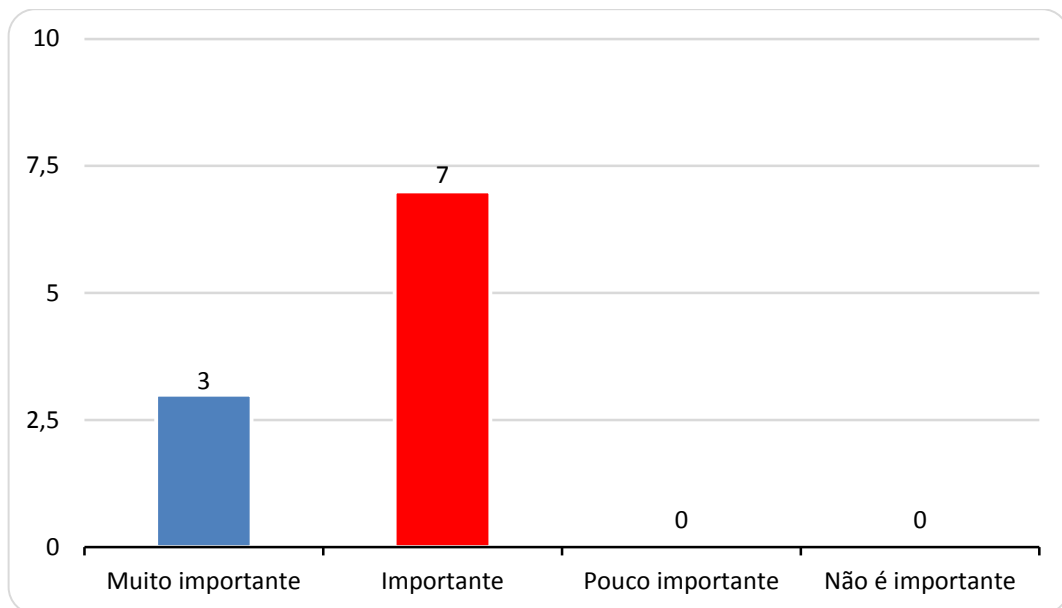
Fonte: o próprio autor

O resultado geral do gráfico acima mostra que a maioria dos estudantes consegue reconhecer ou até mesmo associar a Matemática com suas atividades diárias. Os dados apontam que 60% dos alunos declaram “quase sempre” conseguir empregar os conhecimentos matemáticos em seu cotidiano. Enquanto 30% deles afirmam “sempre” aplicar os saberes matemáticos em situações do dia a dia, 10% diz “raramente” fazer essa aplicação.

É importante, porém, ressaltar que nem todos os conteúdos matemáticos são fáceis de serem percebidos e tampouco aplicados. O conhecimento matemático ensinado na escola, geralmente, privilegia o ensinamento de regras e fórmulas, o que costuma dificultar uma possível aplicabilidade em situações do cotidiano, passando despercebida uma possível relação entre esses pontos. Esse fato, conseqüentemente, pode dirimir o interesse dos alunos pelas aulas de Matemática.

O gráfico 11 pretende avaliar qual a importância dos conceitos matemáticos para a compreensão dos fenômenos de ciências demonstrados nos experimentos da pesquisa.

Gráfico 11: Importância dos conceitos matemáticos para as ciências



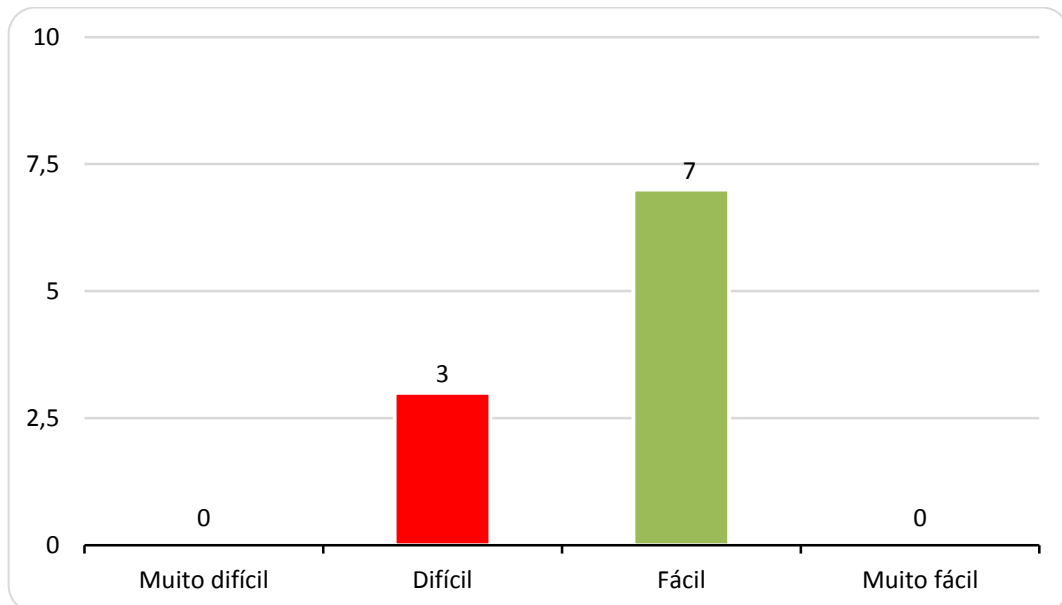
Fonte: o próprio autor

Baseando-se na leitura do gráfico 10, percebe-se que os alunos reputam como significativa a contribuição que a Matemática proporciona para uma maior compreensão das ciências. Detalhando melhor a leitura do gráfico acima, 70% dos entrevistados apontam como “importante” e 30% como “muito importante” a aplicação dos saberes da Matemática enquanto um instrumento facilitador da aprendizagem das diferentes ciências da natureza.

O objetivo da pergunta feita é avaliar a percepção dos estudantes quanto à necessidade de compreensão dos conceitos matemáticos para um melhor entendimento dos conteúdos de Física, Química e Biologia. O resultado deste gráfico - ao mesmo tempo que complementa o resultado do gráfico 7 referente à construção do conhecimento - confirma a necessidade do domínio de conceitos e recursos matemáticos para a promoção do conhecimento das referidas ciências.

O gráfico 12 tem a intenção de reconhecer o nível de dificuldade dos conteúdos das aulas de Matemática desenvolvidos nos Laboratórios de Ciências da Natureza.

Gráfico 12: Avaliação do nível de dificuldade dos conteúdos matemáticos nas aulas dos laboratórios



Fonte: o próprio autor

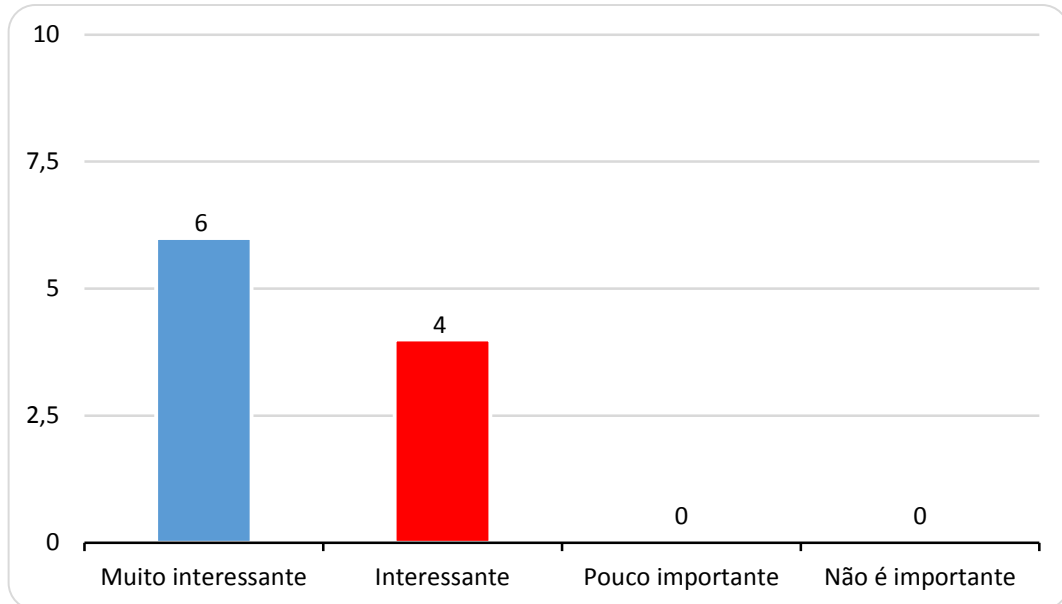
O gráfico 12 é um dos mais decisivos para a confirmação da validação do projeto de interdisciplinaridade entre a Matemática e os LCN'S, visto que, ao mesmo tempo que avalia o grau de dificuldade dos conteúdos empregados nos laboratórios, confirma a contribuição que a Matemática proporciona para uma maior compreensão das Ciências.

Detalhando os dados obtidos, constata-se que 70% dos alunos pesquisados avaliaram como "fácil" os conteúdos matemáticos trabalhados nas aulas, enquanto apenas 30% consideraram "difícil".

Esse é um dos dados que propicia uma comprovação de que a possível aplicabilidade dos conhecimentos matemáticos em algo concreto, pertinente à rotina dos estudantes, proporciona mais facilmente a apreensão dos saberes propostos.

O gráfico 13 pretende identificar como o aluno avalia a aula interdisciplinar de Matemática realizada nessa experiência nos Laboratórios de Ciências.

Gráfico 13: Avaliação da qualidade das aulas de matemática nos LCN'S



Fonte: o próprio autor

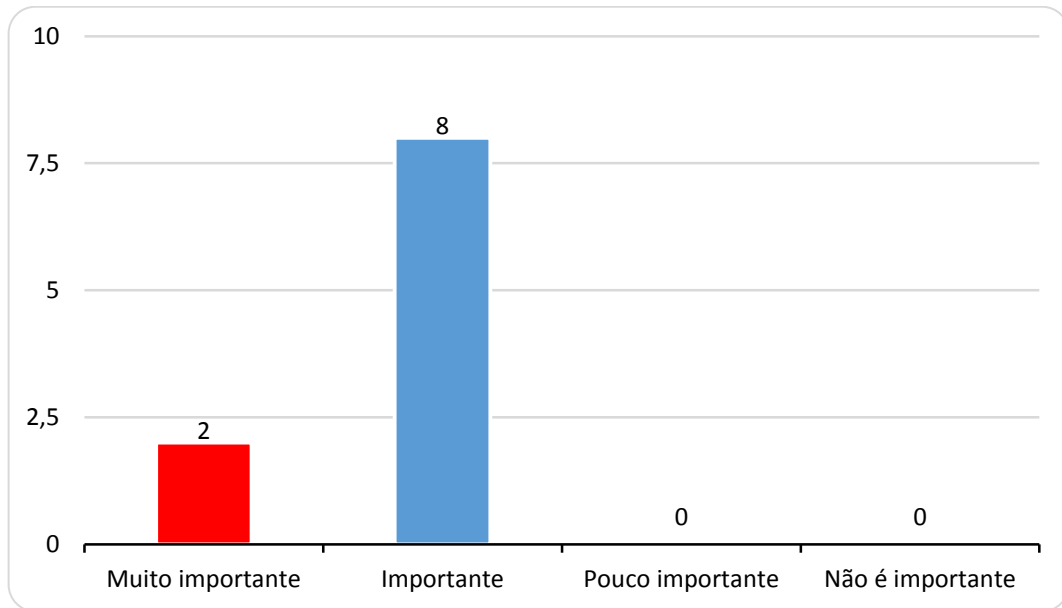
Sobre a opinião dos entrevistados, percebe-se pelo gráfico acima que houve uma vultosa aceitação da metodologia empregada nas aulas de Matemática efetuadas de modo interdisciplinar com os LCN'S. Esse resultado demonstra que o uso dos laboratórios por meio de experimentos como de extrema valia para o favorecimento da aprendizagem.

No gráfico 13, 60% dos alunos afirmam ser “muito interessante” essa prática. 40% deles avaliam como “interessante”. É relevante ponderar que constava na escala critérios como “pouco importante” e “não é importante”.

Esta pesquisa serviu para constatar como a interdisciplinaridade das aulas de Matemática é um instrumento eficaz - quando utilizado com planejamento, coerência e responsabilidade – para atingir o objetivo de qualquer educador, que é auxiliar o aluno na construção significativa do seu conhecimento. Enfim, os alunos demonstraram uma receptividade superior à esperada.

O gráfico 14 propõe-se a identificar que contribuição a interdisciplinaridade da Matemática com os Laboratórios de Ciências da Natureza pode dar quanto à compreensão da presença da Matemática no dia a dia.

Gráfico 14: Contribuição da interdisciplinaridade para aplicação da matemática no dia a dia



Fonte: o próprio autor

O gráfico 14 apresenta um resultado bastante significativo quanto à expectativa dos alunos quanto à aplicação da Matemática em situações do cotidiano.

Muitos professores, não percebendo essa necessidade dos alunos, acabam perdendo o sentido prático da Matemática e se fecham para o conhecimento de fora da sua área. Por conta dessa postura, ficam restritos a um caráter teórico e abstrato da Matemática limitados, portanto, à sala de aula sem estabelecer vínculo com a prática no dia a dia.

Os dados do gráfico 14 registram que 80% dos alunos entrevistados apontam como “importante” e 20% como “muito importante” que se faça uso dos conteúdos matemáticos em situações reais e práticas do cotidiano.

O objetivo dessa última pergunta é analisar qual a percepção dos alunos quanto à funcionalidade do estudo da Matemática. O resultado desse gráfico confirma a necessidade vista pelos aprendizes quanto à aplicabilidade dos saberes matemáticos a situações do cotidiano.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo discutir três diferentes propostas de aulas interdisciplinares que favorecessem o ensino da Matemática com as Ciências da Natureza, com vista ao enfrentamento da grande dificuldade de motivar o interesse dos alunos pelos conhecimentos matemáticos.

Na maioria das escolas, são ensinadas aos alunos fórmulas e estratégias de resolução de problemas sem um entendimento de situações do dia a dia onde possam ser aplicadas. Assim, o ensino matemático torna-se repetitivo e desinteressante, distanciando os alunos de uma aprendizagem significativa.

Esta pesquisa buscou tornar o ensino de Matemática mais próximo do cotidiano dos estudantes, com ênfase na aplicação dos conhecimentos. Propõe-se que os professores empreguem diferentes metodologias de ensino privilegiando a contextualização e a interação dos saberes adquiridos.

Partindo dessa finalidade, este trabalho propôs três diferentes roteiros de aulas em que há relação dos conteúdos de Matemática com os de Física, de Biologia e de Química dentro dos laboratórios, mostrando, assim, por meio da interdisciplinaridade, como os conhecimentos matemáticos podem ser usados como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem das diferentes Ciências.

O principal referencial teórico deste trabalho foi Japiassu (1976), D'Ambrósio (1998) e Fazenda (2013).

Quanto à elaboração e aplicação das aulas é importante ressaltar a aproximação com os colegas de trabalho, todas as conversas informais nos intervalos das aulas, reuniões, trocas de opiniões, experiências e materiais e também o crescimento profissional para todos os professores envolvidos nesta prática. Houve tanto um enriquecimento de conteúdo quanto uma abertura a novas metodologias a serem aplicadas nas aulas.

As atividades geraram também um contato mais próximo com o aluno. Ressalte-se, ainda, os pedidos dos alunos por mais aulas de matemática nesse formato.

Esta proposta se difere da de uma aula convencional e se destaca porque, além de fugir da abordagem geralmente adotada, apresenta conhecimentos interdisciplinares que são aplicáveis à vida cotidiana dos alunos dentro e fora da escola.

O ensino de Matemática com atividades interdisciplinares e contextualizadas mostrou-se muito eficiente no que diz respeito a despertar o interesse do aluno pela aprendizagem de novos conteúdos e pela prática de laboratórios.

O objetivo principal encontrado neste projeto de interdisciplinaridade foi a possibilidade de integração dos conteúdos das disciplinas de Matemática aos de Física, Química e Biologia, buscando uma Educação que valorizasse tanto o aprendiz quanto o aprendizado.

Devido à observância de uma aversão dos alunos em relação ao ensino da Matemática, devido, muitas vezes, à desvinculação desses conteúdos da vida dos alunos, objetivou-se trabalhar neste projeto uma metodologia/estratégia que favorecesse a aceitação das aulas pelos alunos propiciando uma aplicabilidade direta dos conhecimentos ministrados com o intuito de favorecer uma melhor compreensão dos assuntos abordados.

Este projeto possibilitou uma compreensão maior do papel da interdisciplinaridade na Educação. Esta ação interdisciplinar resultou numa modificação das concepções de ensino, desestruturando práticas educativas anteriores tanto na postura dos profissionais envolvidos quanto na aceitação das aulas pelos estudantes.

Interagir constantemente com professores de outras áreas desde a escolha dos conteúdos até a execução do projeto oportunizou momentos de reflexão e de avaliação sobre as práticas já enraizadas e de construção de situações de aprendizagem com uma reconstrução de conceitos através do relacionamento entre as disciplinas. Para os alunos, as aulas foram surpreendentes, pois nos laboratórios puderam reconhecer a aplicabilidade prática dos conteúdos abordados.

Este trabalho deixa como contribuição uma base com possíveis roteiros para a estruturação e desenvolvimento de aulas interdisciplinares e atividades relacionadas aos Laboratórios de Ciências da Natureza.

REFERÊNCIAS

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia**. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2004.

BOYER, C. B.; MERZBACH, Cuta. **História da matemática**. São Paulo: Blucher, 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC /SEF, 1998.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Formação de professores do ensino médio, etapa I - caderno III: o currículo do ensino médio, seu sujeito e o desafio da formação humana integral / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica; [autores: Carlos Artexes Simões, Monica Ribeiro da Silva].** – Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação matemática: da teoria à prática**. Campinas, SP: Papyrus, 1996 – (Coleção Perspectivas em Educação Matemática)

_____. **Educação para uma sociedade em transição**. Natal, RN: EDURN, 2011.

FARAGO, Jorge Luiz. **Do ensino da história da matemática a sua contextualização para uma aprendizagem significativa**. São Paulo: Editora Moderna, 2003.

FAZENDA, Ivani. **Práticas interdisciplinares na escola**. 2. Ed. São Paulo: Cortez, 1993.

_____. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: Efetividade ou ideologia**. São Paulo: Edições Loyola, 2011.

_____. **Didática e interdisciplinaridade**. 17ª ed. São Paulo: Papyrus, 2013.

_____. **O que é interdisciplinaridade?** 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2013.

FELTRE, Ricardo. **Química**. 5ª ed. Rev. e ampl. São Paulo: Moderna, 2000.

GADOTTI, Edgar. **Interdisciplinaridade: atitude e método**. São Paulo: Instituto Paulo Freire. Disponível: <www.paulofreire.org>. Acesso em: 26 dez. 2006.

GASPERI, Wlasta N. H. de; PACHECO, Edilson Roberto. **A história da matemática como instrumento para a interdisciplinaridade na educação básica**. Rio Claro: UNESP, 2008.

GONÇALVES, H. J. L. **A educação profissional e o ensino da matemática: conjunturas para uma abordagem interdisciplinar**. São Paulo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. No prelo., 2011.

IEZZI, Gelson; HAZZAN, Samuel. **Fundamentos de matemática elementar 4: conjuntos e funções**. 6ª São Paulo: Atual, 1993.

IEZZI, Gelson; MURAKAMI, Carlos. **Fundamentos de matemática elementar 1: conjuntos e funções**. 7ª ed., São Paulo: Atual, 1993.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1990.

MAIA, Claudio Machado; MALLMANN, Lígia Margarete. A interdisciplinaridade da pesquisa e da formação na área de desenvolvimento regional. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**. Chapecó: UNOCHAPECÓ, 2012.

MILANEZI, Pollyanna Lara. **A participação da matemática em práticas pedagógicas interdisciplinares**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2011.

POSSATO, Maria Carmen Guimarães. **Interdisciplinaridade na construção do texto: comunicação e expressão no curso de direito**. São José do Rio Preto: UNIP, 2010.

RAMALHO JÚNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os fundamentos da física**. 7ª ed. **Rev. e ampl.** São Paulo: Moderna, 1999.

REY, Eliana de Alcântara. **A interdisciplinaridade como metodologia no desenvolvimento do currículo escolar**. Rio de Janeiro: Universidade Candido Mendes, 2012.

SILVA, Héliida Freitas. **A competência interdisciplinar do superior frente a uma proposta renovada**. Muriaé: Faculdades Integradas de Jacarepaguá, 2007.

WEIL, Pierre; D'AMBRÓSIO, Ubiratan; CREMA, Roberto. **Rumo à nova transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimento**. São Paulo: Summus, 1993.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: **Ensino de Matemática nos Laboratórios de Ciências da Natureza: uma proposta interdisciplinar**

Nome do Orientador: **Prof. Dr. José Alberto Duarte Maia.**

Nome do Pesquisador assistente: **Roquelany Batista Maranhão**

1. **Natureza da pesquisa:** você está sendo convidado (a) a participar desta pesquisa que tem como finalidade observar a contribuição da matemática em aulas laboratoriais interdisciplinares de Ciências da Natureza. A pesquisa pretende analisar de que forma os conceitos matemáticos auxiliam os alunos a compreenderem os fenômenos da física, química e biologia em práticas laboratoriais.
2. **Participantes da pesquisa:** participarão da pesquisa 10 (dez) alunos do Ensino Médio, do 2º ano, que deverão, após os experimentos laboratoriais, avaliar, por meio de questionário, o aprendizado de fenômenos das Ciências da Natureza com o auxílio de conceitos matemáticos.
3. **Envolvimento na pesquisa:** ao participar deste estudo, você permitirá que o pesquisador publique os resultados do questionário aplicado. Você tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo. Sempre que quiser, poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do e-mail do pesquisador: roquelany@yahoo.com.br.
4. **Sobre os questionários:** os questionários constarão de 10 (dez) perguntas que avaliarão como ocorreu o aprendizado de experimentos de Ciências da Natureza pelos alunos, por meio dos conceitos matemáticos.
5. **Riscos e desconforto:** a participação nesta pesquisa não traz complicações legais, sem nenhum risco ao participante. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade.
6. **Confidencialidade:** todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o pesquisador e o orientador terão conhecimento dos dados.

7. **Benefícios:** ao participar desta pesquisa, você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre a contribuição da matemática para as aulas laboratoriais de Ciências da Natureza, de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa possa auxiliar os professores de Ciências da Natureza a tornar suas aulas laboratoriais mais atrativas em escola pública estadual, onde pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos.
8. **Pagamento:** Você não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa.

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa. Declaro que recebi cópia deste termo de consentimento e autorizo a realização da pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Nome do Participante da Pesquisa

Assinatura do Participante da Pesquisa

APÊNDICE B – PRÉ-TESTE

- 1) Qual dessas finalidades do estudo da Matemática tem sido mais frequente em sua vida escolar?
- () definir regras e fórmulas () ensinar a raciocinar
() ingressar na universidade () aplicar no cotidiano
- 2) Qual a sua expectativa inicial quanto ao estudo da Matemática?
- () aprender as quatro operações
() resolver equações
() solucionar questões de raciocínio lógico
() tornar-se um cidadão consciente e crítico
- 3) O professor de matemática já ministrou uma aula interdisciplinar de Matemática em um dos Laboratórios de Ciências?
- () Sim () Não
- 4) Quanto de contribuição a interdisciplinaridade pode dar, para que a Matemática se torne útil, aplicável à sua vida escolar e cotidiana?
- () nula () ínfima () satisfatório () suficiente
- 5) Dentre as matérias a seguir, identifique uma com qual você tem mais dificuldade?
- () Matemática () Biologia () Química () Física
- 6) Qual a sua maior dificuldade quanto à aprendizagem da disciplina citada por você na questão anterior?

7) Dentre as alternativas abaixo, escolha aquela(s) que poderia(m) lhe ajudar a superar sua(s) dificuldade(s) no aprendizado dessa disciplina.

- () aulas no laboratório de ciências
- () uso do laboratório de informática
- () aplicação dos saberes no dia a dia
- () uso de recursos audiovisuais(filmes, documentários...)

APÊNDICE C – PÓS-TESTE

1. Qual a importância das aulas práticas de laboratório para a construção do conhecimento científico?
 muito importante pouco importante
 importante não é importante

2. Com que frequência seu professor de matemática leva sua turma para os Laboratórios de Ciências da Natureza?
 muitas vezes algumas vezes
 raras vezes nunca

3. Com que frequência você percebe a aplicação da matemática no seu dia a dia?
 sempre quase sempre raramente nunca

4. Qual a importância dos conceitos matemáticos para a compreensão dos fenômenos de Ciências demonstrados nos experimentos da pesquisa?
 muito importante importante
 pouco importante não é importante

5. Qual o nível de dificuldade dos conteúdos das aulas de Matemática desenvolvidos nos laboratórios de Ciências?
 muito difícil difícil fácil muito fácil

6. Como você avalia a aula interdisciplinar de matemática realizada nessa experiência de laboratório?
 muito interessante interessante
 pouco importante não é importante

7. Que contribuição a interdisciplinaridade da Matemática com os laboratórios de ciências pode dar quanto à compreensão da presença da matemática no dia a dia?
- muito importante pouco importante
- importante não é importante

ANEXO A – ROTEIRO DA PRÁTICA DE FÍSICA

Tema: Estática de um ponto

Objetivo:

- Realizar um estudo vetorial das forças aplicadas em um ponto que apresenta equilíbrio estático.

Material Utilizado:

- Seis(06) massas de 50 g;
- Três suportes para as massas;
- Linha N°10;
- Uma balança eletrônica.
- Uma massa de valor desconhecido;
- Um Painel de Estática;
- Duas polias simples;
- Goniômetro.

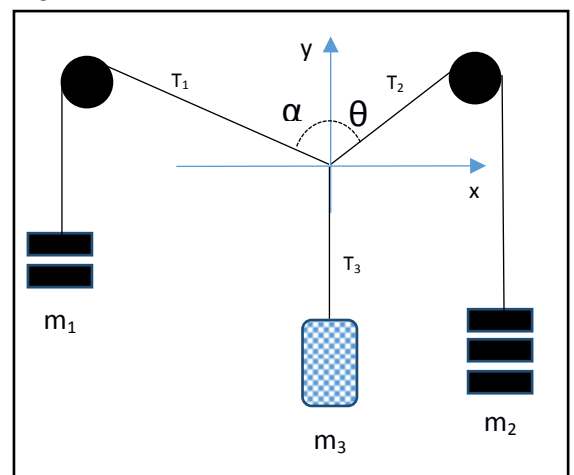
Procedimento:

- 1- Montar o painel de estática de acordo com o esquema apresentado na figura 01.
- 2- Com a balança, medir as massas m_1 e m_2 juntamente com seus suportes.
- 3- Após a montagem e com o sistema em equilíbrio, medir com o goniômetro os ângulos α e θ .
- 4- Preencher as tabelas com os valores medidos.

m_1	T_1	A	$\text{sen } \alpha$	$\text{cos } \alpha$

m_2	T_2	θ	$\text{sen } \theta$	$\text{cos } \theta$

Figura 01



- 5- Obter o valor da projeção de T_1 na direção y .

- 6- Obter o valor da projeção de T_2 na direção y .

- 7- Pela condição de equilíbrio do ponto, obter o valor de T_3 que corresponde a massa m_3 .

- 8- Medir a massa m_3 com a balança e calcular o erro percentual da medida.

Comentários sobre os resultados:

ANEXO B – ROTEIRO DA PRÁTICA DE BIOLOGIA

Título: Observação da reprodução em leveduras de cerveja

1 – Fundamentação teórica

Saccharomyces cerevisiae é um organismo eucariota unicelular que pertence ao reino dos Fungos. É a levedura utilizada na produção do pão e também da cerveja, além de ser usada para a produção de etanol.

Ela é utilizada como base para muitas indústrias, como a de panificação e de bebidas. Esse fungo é utilizado como fermento biológico, por liberar dióxido de carbono, por exemplo, na massa de pão, fazendo-a crescer.

No caso das bebidas alcoólicas produzidas pelo processo de fermentação, a *Saccharomyces cerevisiae* converte o açúcar em álcool etílico e também pode contribuir na formação de constituintes secundários responsáveis pelo sabor - é o caso da cerveja, rum e uísque.

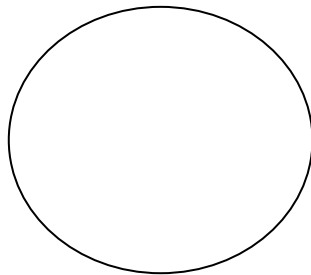
2 – Objetivos

- Compreender processos biológicos realizados a nível celular e utilizados em escala industrial;
- Observar o mecanismo de reprodução por brotamento;
- Formular questionamentos;
- Relacionar teoria à prática

3 – Material e procedimento utilizado

<ul style="list-style-type: none"> – Fermento biológico; – Béquer – Pipeta de Pasteur; – Lâmina e lamínula; – Microscópio; – Açúcar; – Corante fenilalanina rosa; – Estufa. 	<p>Aqueceu-se 10 ml de água destilada a 40° C na estufa, em seguida, acrescentou-se uma colher de chá de açúcar, uma gota de corante e uma pitada de fermento biológico.</p> <p>Adicionou-se uma gota da mistura em uma lâmina e sobrepôs-se uma lamínula a qual, foi levada ao microscópio e focalizada nas lentes de 10x e 40x respectivamente para as devidas observações.</p>
---	---

4 – Quais foram suas observações? (Tente desenhar)



5 – Existe alguma relação entre a aula prática e o conteúdo estudado? Justifique.

6 – Existe alguma relação entre a aula prática e outras disciplinas? Justifique.

7 – Que conclusões pode-se tirar desta aula?

8 – Bibliografia

1. RAW, Isaias. *A biologia e o homem*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
2. Pelczar Jr, MJ, Chan, ECS e Krieg, NR. *Microbiologia*, vol. II, 2a edição. São Paulo: Makron Books, 1996.

ANEXO C – ROTEIRO DA PRÁTICA DE QUÍMICA

Curva Prática de Solubilidade de um sal

A solubilidade é caracterizada como a quantidade máxima de um soluto que pode ser dissolvida em um determinado volume de solvente. Pode ser classificada como saturada (quantidade de soluto igual à de solvente), insaturada (quantidade de soluto inferior a de solvente) e supersaturada (quantidade de soluto superior a de solvente).

Equipamentos:

- 4 Béqueres de vidro
- Micropipeta graduada
- Bastão de vidro
- Termômetro
- Manta aquecedora para o banho maria
- 1 Béquer de plástico para o banho de gelo

Reagentes

- Cloreto de sódio – NaCl
- Água de destilada
- Água + Gelo
- Caneta marcadora

Introdução

No processo de dissolução de um determinado sal em água os íons que formam o cristal (ou agrupamento iônico) vão regularmente se liberando do aglomerado e sendo envolvidos pelas moléculas de água. Esse processo chamado de *solvatação* é responsável pela mobilidade dos íons na solução, além de dificultarem a precipitação do mesmo.

Porém, essa dissolução apresenta um limite, ou seja, para cada sal há uma quantidade máxima de sal que pode ser dissolvida a uma dada temperatura. Essa quantidade máxima de sal que pode ser dissolvida em uma determinada quantidade de água a uma dada temperatura é chamada de *coeficiente de solubilidade*.

Procedimento Experimental

1. Enumere 4 béqueres com a caneta marcadora.
2. Importante: As vidrarias devem estar secas para evitar que o sal grude nas paredes das mesmas.
3. Pese 3,0g de NaCl e coloque no béquer 1. Em seguida, acrescente 10mL de água destilada.
4. Aqueça, cuidadosamente, em banho maria até que todo sólido dissolva. Coloque o termômetro no béquer e anote a temperatura de dissolução dos cristais.
5. Repita o procedimento utilizando 3,3g e 3,6g de NaCl nos béqueres 2 e 3, respectivamente.
6. Pese 1,5g de NaCl e coloque no béquer 4. Em seguida, acrescente 10mL de água destilada e agite até dissolver os cristais. Coloque o béquer em um banho de gelo até aparecerem os primeiros cristais e anote a temperatura do início da cristalização.

Pós-Laboratório

1. Reúna seus dados na tabela abaixo:

Massa de NaCl dissolvida em 10mL de H ₂ O	Temperatura de dissolução (°C)	Temperatura de formação dos cristais (°C)
3,0 g - béquer 1		-
3,3 g - béquer 2		-
3,6 g - béquer 3		
1,5 g - béquer 4	-	

2. Faça um gráfico da Concentração (g/mL) versus Temperatura (°C).

3. Utilizando a função encontrada pelo programa Graph, disponibilizado pelo professor, compare com os dados obtidos no béquer 2
4. Identifique as soluções que apresentam caráter de saturação, insaturação e supersaturação.
5. Quais fatores podem ter afetado os valores determinados de solubilidade e como preveni-los experimentalmente?

Referências Bibliográficas

ATKINS, Peter. Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente, 2011.

CRUZ, Roque; GALHARO, Emílio. Experimentos de química - em microescala, com materiais de baixo custo e do cotidiano. Editora Livraria da Física, 2009.