INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO DE JANEIRO
Campus Nilópolis

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências

Jefferson da Silva

ENSINO DE MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA CTS:
contribuições para o Ensino Médio

Nilópolis – RJ
2018

Jefferson da Silva

ENSINO DE MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA CTS:
contribuições para o Ensino Médio

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências do Campus Nilópolis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, modalidade profissional, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Ophelio Walkyrio de Castro Walvy

Nilópolis – RJ
2018

Jefferson da Silva

ENSINO DE MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA CTS:
contribuições para o Ensino Médio

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências do Campus Nilópolis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, modalidade profissional, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Data de aprovação: ____/____/ 2018

_____
Professor Doutor Ophelio Walkyrio de Castro Walvy (Orientador)
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências- PROPEC
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

_____
Professora Doutora Maylta Brandão dos Anjos
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências- PROPEC
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

_____
Professora Doutora Gabriela dos Santos Barbosa
Programa de Pós-Graduação em Humanidades, Culturas e Artes
Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ/FEBF

Nilópolis – RJ
2018

Aos meus alunos, atuais, formados e futuros, com quem tenho, tive e terei a honra, o orgulho e o prazer de trabalhar. Embora este projeto seja aberto a todos que dele possam se beneficiar, foi pensando em vocês que ele se tornou algo mais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, o autor da vida, por me conceder a oportunidade de viver novamente após um grave acidente e me possibilitar a realização de um sonho. A Ele toda honra e todo louvor!

A minha amada esposa Flavia M. Cardoso da Silva, pelo seu amor, incentivo, paciência e por estar sempre ao meu lado, principalmente, nos momentos mais difíceis da minha vida.

A minha mãe Maria da Conceição, pelo seu amor incondicional, por ter me ensinado a ser forte e encarar a vida com todas as suas surpresas. Sem todos os seus ensinamentos eu não seria a pessoa que sou hoje.

Aos demais familiares, que compreenderam minha ausência e por suas manifestações de apoio e carinho.

Ao meu orientador, Professor Ophelio Walkyrio de Castro Walvy, que me direcionou nesta caminhada e por todos os momentos de compreensão e competência.

Aos companheiros de turma do Mestrado, principalmente aos colegas de grupo, Andréa, Patrícia, Denise Santos, Richard e Cristiane, por todo o apoio, parceria e amizade de vocês, em tudo. Adorei poder conhecer pessoas tão especiais como vocês.

Aos professores do PROPEC, que ao realizar suas disciplinas durante o programa, fizeram parte mais de perto da minha formação como mestre.

Aos professores Dra. Maylta Brandão dos Anjos e Dr. Vitor Luiz Bastos de Jesus, pelas riquíssimas contribuições durante a qualificação, as quais foram fundamentais para a realização desta pesquisa.

À professora Dra. Gabriela dos Santos Barbosa, por ter me dado a honra de tê-la como membro de minha banca, disponibilizando a mim, suas valiosas contribuições para que este trajeto tivesse uma conclusão vitoriosa.

Aos companheiros de trabalho, em especial a Diretora Pedagógica Noemi Bezerra dos Santos, a quem tenho o privilégio de conviver, entendeu o quão importante para mim era a conclusão desta pesquisa, A Diretora Geral Lúcia Helena Fernandes, muito obrigado por ter acreditado em mim quando ainda nem me conhecia.

A todos meus sinceros agradecimentos

Em todos os assuntos, o professor precisa ser um bom contador de histórias. Preparar uma aula será sempre arquitetar uma narrativa, tendo em vista a construção do significado das noções apresentadas. Para contar uma boa história, é necessário, no entanto, ganhar a atenção dos alunos, é preciso criar centros de interesse. É fundamental cultivar o bem mais valioso de que dispõe um professor na sala de aula: o interesse dos alunos.

Currículo de Matemática do Estado de São Paulo, 2012, p.45

SILVA, J. 105f. Ensino de Matemática na Perspectiva CTS: contribuições para o ensino médio. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Pesquisa e Ensino de Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, Nilópolis, RJ, 2018.

RESUMO

Esta dissertação tem por objetivo de investigação buscar um ensino interdisciplinar que problematize o conhecimento científico estabelecendo correlação com o cotidiano do aluno em prol de uma educação participativa e emancipatória. Busca-se também oferecer aos professores do ensino médio, alternativas de trabalho que obtenham a motivação dos estudantes, através da criação de interfaces entre a matemática e outras áreas do conhecimento. Com essa finalidade, este projeto, apresenta aulas de matemática interdisciplinares com o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), visto que este encontro contribui à formação do cidadão crítico, capaz da tomada de decisão e da participação democrática. Quanto à abordagem do problema este projeto é caracterizado como qualitativo e quanto à natureza é classificado como aplicado, em virtude do trabalho trazer em seus objetivos a apresentação e aplicação de uma proposta que possa contribuir diretamente com a aprendizagem em sala de aula. Por fim, após a aplicação das aulas, o interesse e a participação dos alunos nas mesmas, concluiu-se que campo de ensino da Matemática com o enfoque CTS é promissor e fértil em discussões. Tal aliança colabora com o aprendizado da Matemática tornando-o mais dinâmico e interessante, ao mesmo tempo o conteúdo da grade curricular não deixou de ser apresentado, muito menos perdeu sua precisão.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Enfoque CTS. Ensino Médio.

SILVA, J. Teaching Mathematics in the STS Perspective: Contributions to High School 105f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Pesquisa e Ensino de Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, Nilópolis, RJ, 2018.

ABSTRACT

This dissertation seeks an interdisciplinary teaching which questions the scientific knowledge establishing correlation with the quotidian of the student for a participative and emancipatory education. It is also searched to offer to teachers of high school alternatives of work which obtain the motivation of the students, through the creation of interfaces among mathematics and other areas of knowledge. With this finality, this project presents interdisciplinary mathematic classes with the emphasis Science, Technology and Society (STS), because this meeting contributes to form critic citizens, able to take decision and to participate of democracy. About the approaching of the problem, this project is characterized as qualitative and, about the nature, it is considered applied, because of the work brings in its objectives the presentation and applying of a proposal which may directly contributes to learning in classroom. At last, after applying of classes, the interest and the participation of the students in them, it was concluded that mathematic teaching field with STS focusing is promising and fertile in discussions. Such alliance collaborates with the learning of mathematic making it more dynamic and interesting, at the same moment that the content of curricular grade was not forgotten, less then it lost its accuracy.

Keywords: Interdisciplinarity. STS Focusing. High School

.

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1: Coleta seletiva 63
Imagem 2: Caminhão de lixo inadequado 64
Imagem 3: Descarte incorreto de lâmpadas fluorescentes 64
Imagem 4: Energia Limpa 64
Imagem 5: Produtos Orgânicos 65
Imagem 6: Usos da água 65
Imagem 7: Reciclagem 65
Imagem 8:Chegada ao museu 70
Imagem 9: Conversa dos alunos com a Guia do museu 70
Imagem 10: Como poderemos viver e moldar os próximos 50 anos 71
Imagem 11: Segundo momento da Exposição Principal – Cubo do Pensamento 71
Imagem 12: Alunos no antropoceno 72
Imagem 13: Alunos no antropoceno 72
Imagem 14: Alunos na área dos amanhãs 73
Imagem 15: Ambiente de uma oca, simbolizando o conhecimento indígena 73
Imagem 16: Dificuldade de acesso para cadeirante 76
Imagem 17: Dificuldade de acesso para cadeirante 76
Imagem 18: Dificuldade de acesso para cadeirante 76
Imagem 19: Partenon, 448-442 a.C. 82
Imagem 20: Sede das Nações Unidas: a fachada do edifício é formada por um retângulo de ouro 82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Percentual de estudantes por nível de proficiência, matemática – PISA 2015 26
Figura 2: Esquema de interdisciplinaridade proposto por Nogueira 40
Figura 3: Rampa de acesso segmentada 79
Figura 4: Jarro ateniense, sec. VIII a.C. Museu Britanico, Londres 83
Figura 5: Cortejo das Santas (detalhe), 550. Igreja de Santo Apolinário,o Novo, Ravena . . . 83
Figura 6: Homem Vitruviano, Leonardo da Vinci, 1492, lápis e tinta sobre papel 84
Figura 7: Natureza-Morta com Maças e Laranjas, Paul Cézanne, 1895-1900 85
Figura 8: Mulher Jovem, Pablo Picasso,1909 85
Figura 9: Composição, Piet Mondrian, 1922 86
Figura 10: Unidade Tripartida, Max Bill, 1948-49 86
Figura 11: Monocórdio tocado na corda solta 93
Figura 12: Monocórdio dividido em duas partes 93
Figura 13: Monocórdio dividido em três partes 93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Comparação entre as concepções sobre ciência e tecnologias 45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Níveis de Proficiência da escala de Matemática do PISA 2015 23
Tabela 2: Desempenho internacional médio de estudantes de 15 anos, PISA 2015. 25
Tabela 3: Série histórica do PISA em matemática, de 2003 a 2015. 25
Tabela 4: Escala de proficiência em Matemática para o Ensino Médio 28
Tabela 5: Inclinação da rampa, conforme a NBR 9050. 78

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolução dos resultados do Brasil no SAEB (2005 a 2015) 27
Gráfico 2: Disciplinas na visão dos alunos que estão associadas a acidentes nucleares 57
Gráfico 3: Decaimento exponencial 59
Gráfico 4: Alunos que já participaram de aulas de Educação Ambiental no Ensino Médio. . 66

SUMÁRIO

I. NOTA INTRODUTÓRIA 16
II. ESTRUTURA DO TRABALHO 17
1. INTRODUÇÃO 21

2. PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS 35

3. INTERDISCIPLINARIDADE: QUANDO AS CIÊNCIAS SE ENCONTRAM 37
3.1 INTERDISCIPLINARIDADE NAS AULAS DE MATEMÁTICA 41

4. CTS – CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE:
MODELO DE ENSINO ESCOLHIDO 44
4.1 MOVIMENTO CTS NO CENÁRIO HISTÓRICO E ATUAL 44
4.2 CLASSIFICAÇÕES DO ENSINO CTS: VARIAÇÕES E O QUE FOI ADOTADO. . . 46
4.3 ENSINO CTS: POLISSEMIA EM DISCUSSÃO 47
4.3.1 Objetivos da abordagem CTS nas turmas de Ensino Médio:
harmonia com os documentos oficiais 49
4.4 CTS NO ENSINO DE MATEMÁTICA: CONVERGÊNCIAS COM
A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA 53

5. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA 56
5.1 FUNÇÃO EXPONENCIAL A PARTIR DO ACIDENTE NUCLEAR
DE CHERNOBYL 56
5.1.1 Desenvolvimento da aula 56
5.1.2 Discussões e resultados 56
5.1.3 Considerações 61
5.2 MATEMÁTICA E MEIO AMBIENTE: TROCANDO EXPERIÊNCIAS
EM SALA DE AULA 62
5.2.1 Desenvolvimento da aula 62
5.2.2 Discussões e Resultados 63
5.2.3 Considerações 74
5.3 MATEMÁTICA A SERVIÇO DA CIDADANIA:
CONTRIBUINDO COM OS DIREITOS HUMANOS 75

5.3.1 Desenvolvimento da aula 75
5.3.2 Discussões e resultados 75
5.3.3 Considerações 80
5.4 A LÓGICA DA MATEMÁTICA NA SUBJETIVIDADE DA ARTE 80
5.4.1 Desenvolvimento da aula 80
5.4.2 Discussão e resultados 81
5.4.3 Considerações 88
5.5 HISTÓRIA, MÚSICA E MATEMÁTICA: UMA COMBINAÇÃO PERFEITA 89
5.5.1 Desenvolvimento da aula 89
5.5.2 Discussões e resultados 89
5.5.3 Considerações 97

CONSIDERAÇÕES FINAIS 98
REFERÊNCIAS. 100

I. NOTA INTRODUTÓRIA

OS CAMINHOS QUE ME LEVARAM A ESTA PESQUISA

Sou graduado em Licenciatura em Matemática desde 2007, com especialização em Novas Tecnologias no Ensino de Matemática em 2010. Trabalhei com o ensino fundamental durante cinco anos de 2008 a 2012, no ano seguinte iniciei os trabalhos com o ensino médio a qual leciono até a presente data. Lecionar significa muito na minha vida e sempre me incomodaram as dificuldades apresentadas pelos alunos em minha disciplina. Percebi que quando eu relacionava o conteúdo de matemática com algum conteúdo de outra disciplina, ou algum contexto problematizador, as aulas se tornavam mais atraentes e consequentemente os alunos apresentavam maior interesse e maior participação.

Foi neste contexto que a interdisciplinaridade passou a fazer parte de minha prática em sala de aula, no entanto, percebi que mesmo diante da necessidade de uma intercomunicação, essa prática não poderia ser realizada de qualquer jeito. Haveria a necessidade de maior leitura, de maior tempo de preparação das aulas, de colaboração de meus colegas professores e também da compreensão e receptividade da coordenação da escola onde o projeto foi realizado. A escola precisava derrubar as fronteiras entre as disciplinas e permitir que elas dialogassem entre si, isso não é uma tarefa fácil, diga-se de passagem.

Foi em 2016 como aluno do Curso de Mestrado que conheci a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS através da disciplina que traz consigo este mesmo nome, como uma possibilidade de educação contextualizada, de educação crítica, reflexiva e libertadora. Foi então, que compreendi a necessidade de ir à busca de novos enfoques, que pudessem me permitir um trabalho diferenciado com a matemática em sala de aula. Com tal intuito, busquei novos caminhos para o ensino aprendizagem desta disciplina, de maneira que esse conhecimento pudesse cumprir seu devido papel na vida dos alunos.

II. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho de pesquisa apresenta-se organizado em quatro capítulos, além do introdutório. No capítulo introdutório é apresentado que o ensino de matemática também deve acompanhar as mudanças provocadas com o surgimento das novas tecnologias, sendo exposto que em sala de aula não temos mais espaço para o trabalho com um conhecimento pronto, haja vista uma inversão no fluxo do conhecimento: se antes o sentido era da escola para comunidade, hoje é o mundo exterior que invade a escola. Por fim, é apontada a necessidade de mudanças no currículo, considerando-se que no Brasil encontramos uma educação marcada, historicamente, por currículos fragmentados.

No segundo capítulo é apresentado o entendimento de interdisciplinaridade, seu surgimento na literatura brasileira e seus principais autores, mesmo diante de uma suposta indefinição do tema, tendo em vista que tudo parece estar ainda em construção. Também são expostas algumas orientações dos documentos oficiais mostrando a necessidade de diálogo permanente com outros conhecimentos. No final, é evidenciada a importância da interdisciplinaridade nas aulas de matemática com o objetivo de utilizar o "saber científico" e transformá-lo, de forma que venha fazer parte do cotidiano do aluno.

No terceiro capítulo é exibida uma revisão bibliográfica sobre o movimento CTS, o que engloba, o surgimento histórico das discussões, sua repercussão no campo educacional e uma reflexão sobre as diferentes abordagens que essa designação engloba hoje no Brasil. Também são apresentados os objetivos da abordagem CTS reconhecendo que os mesmos estão em harmonia com os documentos oficias, haja vista a contextualização sociocultural. Em conclusão, são apresentadas as conexões com a educação matemática crítica a partir da compreensão de que ambos os movimentos são impulsionadores de questionamentos críticos e reflexivos acerca do contexto científico-tecnológico e social.

A partir do quarto capítulo, são apresentadas aulas de matemática com as turmas do ensino médio utilizando-se da abordagem CTS. Principia com a turma do 1º ano com o tema "Função Exponencial a partir do Acidente Nuclear de Chernobyl", em que fatos marcantes da história do acidente nuclear foram apresentados, e em seguida foi proposto um vídeo com o título *Chernobyl 30 anos*. Também foi feita a leitura do poema Rosa de Hiroshima, de Vinícius de Moraes, para uma interpretação oral livre e ainda para iniciar uma conversa conectando o acidente nuclear à questão do poder que envolveu grandes potências capitalistas no pós-guerra. Por fim, foi apresentado o conceito de meia vida de um elemento radioativo

através de um gráfico de decaimento exponencial, e a partir daí foi introduzido o conceito de função exponencial.

A segunda aula foi realizada unindo as turmas do ensino médio, 1º, 2º e 3º anos, tendo como tema de partida "Matemática e Meio Ambiente: trocando experiências em sala de aula"; como estava em seus respectivos tempos, a professora de Biologia e o professor de Língua Portuguesa também participaram da aula dando suas significativas contribuições. O primeiro momento foi iniciado com os alunos respondendo a um questionário, em seguida, em projeção multimídia, foram apresentadas algumas imagens com a intenção de problematizar o que entendemos que seja ecologicamente correto.

Como no município onde a Escola está estabelecida encontra-se o Parque Industrial da Bayer, maior unidade de Produção da América Latina e a segunda maior unidade de Formulação de Inseticidas, Fungicidas e Herbicidas do mundo, discutiu-se os possíveis problemas gerados por explosões já ocorridas anteriormente. A partir das discussões anteriores e também desta última, foi estabelecida a seguinte pergunta: Então, será que temos saída?

Num último momento, ainda em sala de aula, foi proposta uma atividade baseando-se na quantidade de lixo produzido por cada cidadão, consequentemente por cada família, sendo uma oportunidade para se trabalhar com o assunto de porcentagem lecionado nos três aos anos do ensino médio.

Em um outro momento, a aula foi encerrada num passeio realizado para o Museu do Amanhã, localizado na Praça Mauá no Centro do Rio de Janeiro, um museu de ciências, um ambiente de ideias, explorações e perguntas sobre a época de grandes mudanças em que vivemos e os diferentes caminhos que se abrem para o futuro. A atividade buscou refletir acerca dos seguintes questionamentos: De onde viemos? Quem somos? Onde estamos? Para onde vamos? Como queremos ir?

A terceira aula foi desenvolvida com a turma do 2º ano, tendo como tema de partida "Matemática a serviço da cidadania: contribuindo com os direitos humanos". Discutiu-se a respeito do fato de que a acessibilidade ainda é um grande problema nos grandes centros urbanos, em seguida, em projeção multimídia, foram apresentadas algumas cenas exemplificando as dificuldades encontradas pelos cadeirantes em diversas situações da vida. Logo após, discutiu-se sobre a Lei 5.296/04, que regulamenta a legislação da acessibilidade e foi apresentado um vídeo: "Dificuldades dos deficientes físicos nos ônibus do Rio de Janeiro".

Por fim, os alunos foram informados que as construções de rampas seguem normas que são regulamentadas pela Associação Brasileiras de Normas Técnicas, sendo o valor da inclinação da rampa a razão entre a altura e o seu comprimento. Discutiu-se essas normas de maneira que eles notassem que quanto maior for a altura que se quer vencer, mais suave deverá ser a inclinação da rampa e, a partir de todas essas discussões e desta percepção da aplicação matemática a situações de grande importância para a sociedade, aproveitou-se o momento para introduzir o conteúdo trigonometria.

A quarta aula foi apresentada a turma do 3º ano com o tema de partida: "A lógica da Matemática na subjetividade da Arte". Inicialmente, foi feita a observação que o campo das artes compõe-se de quatro linguagens: teatro, dança, música e artes visuais, sendo que dentro desta última há ainda uma subdivisão, as chamadas artes plásticas, que engloba a pintura, a escultura, o desenho e a gravura; todavia, nesta aula, ao utilizar-se o termo arte(s), está se referindo especificamente às artes plásticas.

No primeiro momento, se discutiram as aproximações entre essas duas disciplinas e em projeção multimídia foram apresentados alguns slides com o tema Matemática na Arte, objetivando, através de amostras selecionadas que passeiam pela História da Arte, a visão do quanto podemos encontrar conexões entre as mesmas. Em seguida, os alunos assistiram a um vídeo que foi uma montagem de uma série exibida em 2001 da TV Cultura, composta por 13 programas, cujo título era Arte e Matemática.

O segundo momento teve como ponto de partida o seguinte questionamento: se a Matemática está presente na arte, será que o oposto também acontece, ou seja, há Arte na Matemática? Dando continuidade, em projeção multimídia, foram apresentadas algumas citações, como a que comparou o matemático a um "desenhista de ideias", por exemplo. Por fim, depois de tiradas as conclusões, percebeu-se que é inconcebível que uma destas componentes seja ignorada, pois se acredita que ambas mantêm um mesmo grau de importância na construção do conhecimento matemático. Ao final dessa discussão, foi iniciado um assunto referente à Geometria analítica, que fazia parte do bimestre vigente.

A quinta aula foi realizada com a turma do 1º ano com o tema de partida "História, Música e Matemática - uma combinação perfeita". A aula tinha como propósito a apresentação da matemática nas escalas musicais, para tanto, foi iniciada com a turma cantando a música Trem Bala, de Ana Vilela, logo após foi aberta uma roda de conversa refletindo quão frágil a vida é e que hoje é o tempo de amar e valorizar as pessoas. Em seguida, com projeção multimídia, foi apresentado o contexto histórico até chegar às descobertas sonoras feitas por Pitágoras. Em seguida, foi construído um monocórdio em sala

de aula para ser tocado na modalidade corda solta, dividido em duas partes e dividido em 3 partes, em seguida, foi apresentada a escala de 5 notas (Pentatônica) que representa muito bem a cultura oriental e a escala ocidental com 12 notas.

Após a apresentação, foi exposto por meio da análise de frequências, que multiplicando a frequência da nota Si pelo número 1,0595 chegava-se à frequência da nota Dó e assim sucessivamente até retornar a nota Dó após multiplicar pelo número “1,0595” doze vezes. Por fim, foi apresentado como surgiu o número 1,0595 e esse processo possibilitou introduzir o assunto de progressão geométrica.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Matemática vem atravessando uma grande transformação – quadro natural diante das mudanças provocadas no mundo. Com o surgimento das novas tecnologias e as mudanças provocadas pelo uso das mesmas, a população e consequentemente os alunos passaram a ter acesso às mais variadas informações, e o trabalho com a disciplina de Matemática, portanto, deve acompanhar essa nova realidade, deixando, sempre que possível, os métodos de ensino tradicionais de lado.

Para D'Ambrósio,

> Aprender não é o mero domínio de técnicas, habilidades e nem a memorização de algumas explicações e teorias. A adoção de uma nova postura educacional é a busca de um novo paradigma de educação que substitua o já desgastado ensino-aprendizagem, que é baseado numa relação obsoleta de causa-efeito. (D'AMBRÓSIO, 2005, p. 19)

Ou seja, nas aulas de Matemática, não temos mais espaço para o trabalho com um conhecimento pronto, como afirma Chassot (2002), pois com a globalização ocorreu uma inversão no fluxo do conhecimento, se antes o sentido era da escola para comunidade, hoje é o mundo exterior que invade a escola, dessa forma, o ensino de ciências e matemática precisa incluir nos currículos componentes que orientem uma busca de aspectos sociais e pessoais dos alunos, e não se restringir às concepções de uma educação bancária, a qual Paulo Freire denunciava com veemência.

No entanto, a forma tradicional de entendimento conceitual da ciência, da matemática e das tecnologias como atividades autônomas, neutras e benfeitoras da humanidade, cujas raízes estão firmemente fincadas no século XIX, continua a ser utilizada (LINSINGEN, 2007, p.6).

No Brasil, encontramos uma educação marcada historicamente por currículos fragmentados e desarticulados, em que há isolamento no estudo das diversas disciplinas. A realidade é tratada de forma fragmentada: fragmentos de Geografia, Ciências, História, Literatura, de Matemática, entre outras, o que torna o processo educativo uma prática solitária por parte dos professores de cada disciplina (LAPA; BEJARANO; PENIDO, 2011).

À vista disso, o desafio às escolas é oportunizar ao aluno saberes para construção de consciência crítica sobre o modo de vida no mundo moderno. Isso não é algo simples de se conquistar, uma vez que o ensino, na maioria das vezes, está sendo revelado ao estudante de modo objetivo, não problematizado, no qual o conhecimento científico é posto como superior

ou o mais confiável, numa concepção historicamente construída de neutralidade da Ciência e da Tecnologia (AULER E DELIZOICOV, 2001).

Para Fazenda, Varella e Almeida (2013), as reformas na educação brasileira mostram a necessidade de condução para uma proposição interdisciplinar, tornando-se objeto central dos discursos governamentais não só no Brasil, mas também na maioria dos países ocidentais que buscam uma organização profunda nos seus currículos.

> Por isso, entendemos o seguinte: cada disciplina precisa ser analisada não apenas no lugar que ocupa ou ocuparia na grade, mas, nos saberes que contemplam, nos conceitos enunciados e no movimento que esses saberes engendram, próprios de seu lócus de cientificidade. Essa cientificidade, então originada das disciplinas, ganha *status* de interdisciplina no momento em que obriga o professor a rever suas práticas e a redescobrir seus talentos, no momento em que ao movimento da disciplina seu próprio movimento for incorporado do mundo (FAZENDA, 2015, p.10).

Seguindo essa mesma orientação, Gallo (1999) afirma que a formação do aluno jamais acontecerá pela assimilação de discursos, mas sim por um processo microssocial, no qual ele é levado a assumir posturas de liberdade, respeito, responsabilidade, em comparação com os demais membros que participam deste microcosmo dia a dia; por isso, a educação não pode ser imputada a docentes e discentes como resultado de um processo histórico de fragmentação, em que cada saber tem o seu lugar e não há comunicação com os demais.

Segundo o autor, o sistema educacional pode tentar fazer dos currículos existentes novos mapas, não marcados por territórios fragmentados, e sim ultrapassando fronteiras e vislumbrando a integração dos saberes disciplinares nos espaços escolares.

Da mesma maneira, Bazzo (2016) afirma que problemas sociais exibidos pela mídia diariamente a nível local e mundial, como escassez de água, violências, epidemias, guerras, por exemplo, provocam ansiedade e, muitas vezes, desesperança nos jovens estudantes, especialmente por estes assuntos estarem tão dissociados dos herméticos projetos escolares e não serem discutidos nas salas de aula.

Entretanto, uma possibilidade de educação contextualizada, de educação crítica, reflexiva e libertadora, é a utilização de aulas interdisciplinares; para tanto, este trabalho foi desenvolvido associando temas da Grade Curricular de Matemática do Ensino Médio com a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS, visto que, de acordo com Acevedo (2001), os temas CTS abrem discussões acerca dos muitos paradigmas que envolvem a nossa sociedade.

1.1 JUSTIFICATIVA

Segundo o Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (em inglês: *Programme for International Student Assessment*) – PISA[1] (2015), letramento matemático é a capacidade de formular, empregar e interpretar a matemática em uma série de contextos, o que inclui raciocinar matematicamente e utilizar conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticos para descrever, explicar e prever fenômenos. A definição também admite que o letramento ajuda os indivíduos a reconhecerem o papel que a matemática desempenha no mundo e faz com que cidadãos construtivos, engajados e reflexivos possam fazer julgamentos bem fundamentados e tomar as decisões necessárias.

Conquanto, de acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas - INEP[2], apoiando-se nos resultados do PISA - 2015, no Brasil, 70,3% dos estudantes estão abaixo do nível 2 em matemática, patamar que a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE (2016) estabelece como necessário, uma vez que ele é considerado o nível básico de proficiência que se espera de todos os jovens, a fim de tirar proveito de novas oportunidades de aprendizagem e de participar plenamente da vida social, econômica e cívica da sociedade moderna em um mundo globalizado.

A Tabela 1 a seguir apresenta a descrição dos seis níveis de proficiência da escala de matemática do PISA 2015:

Tabela 1: Níveis de Proficiência da escala de Matemática do PISA 2015

Nível	Pontuação Mínima	Características das tarefas
6	669	No nível 6, os estudantes são capazes de conceituar, generalizar e utilizar informações com base em suas investigações e na modelagem de situações-problema complexas, e de usar seu conhecimento em contextos relativamente não padronizados. Conseguem estabelecer ligações entre diferentes fontes de informação e representações, e transitar entre elas com flexibilidade. Os estudantes situados nesse nível utilizam pensamento e raciocínio matemáticos avançados. São capazes de associar sua percepção e sua compreensão junto com um domínio de operações e relações matemáticas simbólicas e formais para desenvolver novas abordagens e estratégias e, assim, enfrentar novas situações. Conseguem refletir sobre suas ações e formular e comunicar com precisão suas ações e reflexões relacionadas a constatações, interpretações e argumentos, bem

[1] http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf
[2] http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf
[2] http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf

		como adequá-las às situações originais.
5	607	No nível 5, os estudantes são capazes de desenvolver modelos para situações complexas e trabalhar com eles, identificando restrições e especificando hipóteses. Conseguem selecionar, comparar e avaliar estratégias adequadas de resolução de problemas para lidar com problemas complexos relacionados a esses modelos. Os estudantes situados nesse nível conseguem trabalhar estrategicamente, utilizando habilidades de pensamento e raciocínio abrangentes e bem desenvolvidas, representações conectadas de maneira adequada, caracterizações simbólicas e formais, e percepção relativa a essas situações. Começam a refletir sobre suas ações e a formular e comunicar suas interpretações e seu raciocínio.
4	545	No nível 4, os estudantes conseguem trabalhar de maneira eficaz com modelos explícitos em situações concretas complexas, que podem envolver restrições ou exigir formulação de hipóteses. São capazes de selecionar e integrar diferentes representações, inclusive simbólicas, relacionando-as diretamente a aspectos de situações da vida real. Os estudantes situados nesse nível conseguem utilizar suas habilidades pouco variadas e raciocinar com alguma perspicácia, em contextos diretos. São capazes de construir e comunicar explicações e argumentos com base em suas interpretações, argumentos e ações.
3	482	No nível 3, os estudantes são capazes de executar procedimentos descritos com clareza, inclusive aqueles que exigem decisões sequenciais. Suas interpretações são seguras o suficiente para servir de base para construir um modelo simples ou para selecionar e aplicar estratégias simples de resolução de problemas. Os estudantes situados nesse nível conseguem interpretar e utilizar representações baseadas em diferentes fontes de informação e de raciocinar diretamente com base nelas. Demonstram capacidade de lidar com porcentagens, frações e números decimais e de trabalhar com relações de proporção. Suas soluções indicam que estão envolvidos em interpretações e raciocínios básicos.
2	420	No nível 2, os estudantes são capazes de interpretar e reconhecer situações em contextos que não exigem mais do que uma inferência direta. Conseguem extrair informações relevantes de uma única fonte e utilizar um modo simples de representação. Os estudantes situados nesse nível conseguem empregar algoritmos, fórmulas, procedimentos ou convenções básicos para resolver problemas que envolvem números inteiros. São capazes de fazer interpretações literais dos resultados.
1	358	No nível 1, os estudantes são capazes de responder a questões definidas com clareza, que envolvem contextos conhecidos, nas quais todas as informações relevantes estão presentes. Conseguem identificar informações e executar procedimentos rotineiros de acordo com instruções diretas em situações claras. Conseguem executar ações óbvias e acompanhar de forma imediata os estímulos dados.

Fonte: http://inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015

A Tabela 2 abaixo apresenta o desempenho do Brasil e mais 13 países selecionados sob a perspectiva internacional, com os resultados médios dos estudantes de 15 anos, na escala interpretada do PISA 2015.

Tabela 2: Desempenho internacional médio de estudantes de 15 anos, PISA 2015.

País	Média	EP[3]	IC[4]
Coreia do Sul	524	3,7	517-531
Canadá	516	2,3	511-520
Finlândia	511	2,3	507-516
Portugal	492	2,5	487-497
Espanha	486	2,2	482-490
Estados Unidos	470	3,2	463-476
Chile	423	2,5	418-428
Uruguai	418	2,5	413-423
México	408	2,2	404-412
Costa Rica	400	2,5	395-405
Colômbia	390	2,3	385-394
Peru	387	2,7	381-392
Brasil	**377**	**2,9**	**371-383**
República Dominicana	328	2,7	322-333

Fonte: http://inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015

A Tabela 3 a seguir mostra a série histórica do PISA em matemática desde 2003, quando a escala desse domínio foi desenvolvida pela primeira vez.

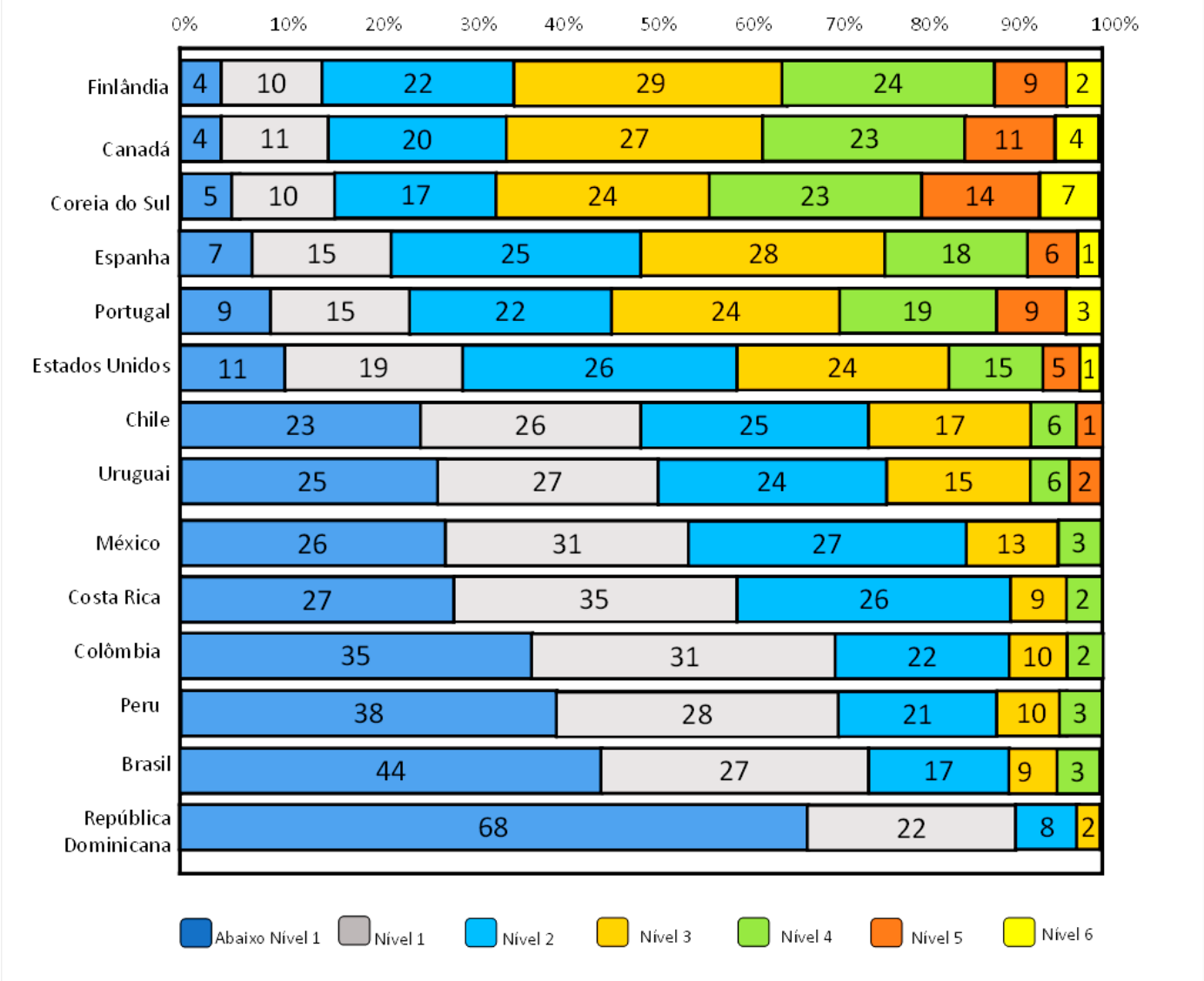
Tabela 3: Série histórica do PISA em matemática, de 2003 a 2015.

	2003		2006		2009		2012		2015	
País	**Média**	**EP[1]**	**Média**	**EP[1]**	**Média**	**EP[1]**	**Média**	**EP[1]**	**Média**	**EP[1]**
Coreia do Sul	542	3,2	547	3,8	546	4	554	4,6	524	3,7
Canadá	532	1,8	527	2	527	1,6	518	1,8	516	2,3
Finlândia	544	1,9	548	2,3	541	2,2	519	1,9	511	2,3
Portugal	466	3,4	466	3,1	487	2,9	487	3,8	492	2,5
Espanha	485	2,4	480	2,3	483	2,1	484	1,9	486	2,2
Estados Unidos	483	2,9	474	4	487	3,6	481	3,6	470	3,2
Chile	-	-	411	4,6	421	3,1	423	3,1	423	2,5
Uruguai	422	3,3	427	2,6	427	2,6	409	3,8	418	2,5
México	385	3,6	406	2,9	419	1,8	413	1,4	408	2,2
Costa Rica	-	-	-	-	409	3	407	3	400	2,5
Colômbia	-	-	370	3,8	381	3,2	376	2,9	390	2,3
Peru	-	-	-	-	365	4	368	3,7	387	2,7
Brasil	**356**	**4,8**	**370**	**2,9**	**386**	**2,4**	**389**	**1,9**	**377**	**2,9**
Rep. Dominicana	-	-	-	-	-	-	-	-	328	2,7

Fonte: http://inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015

[3] EP: estimativa de erro-padrão da média.
[4] IC: intervalo de confiança da média.

Figura 1: Percentual de estudantes por nível de proficiência, matemática – PISA 2015

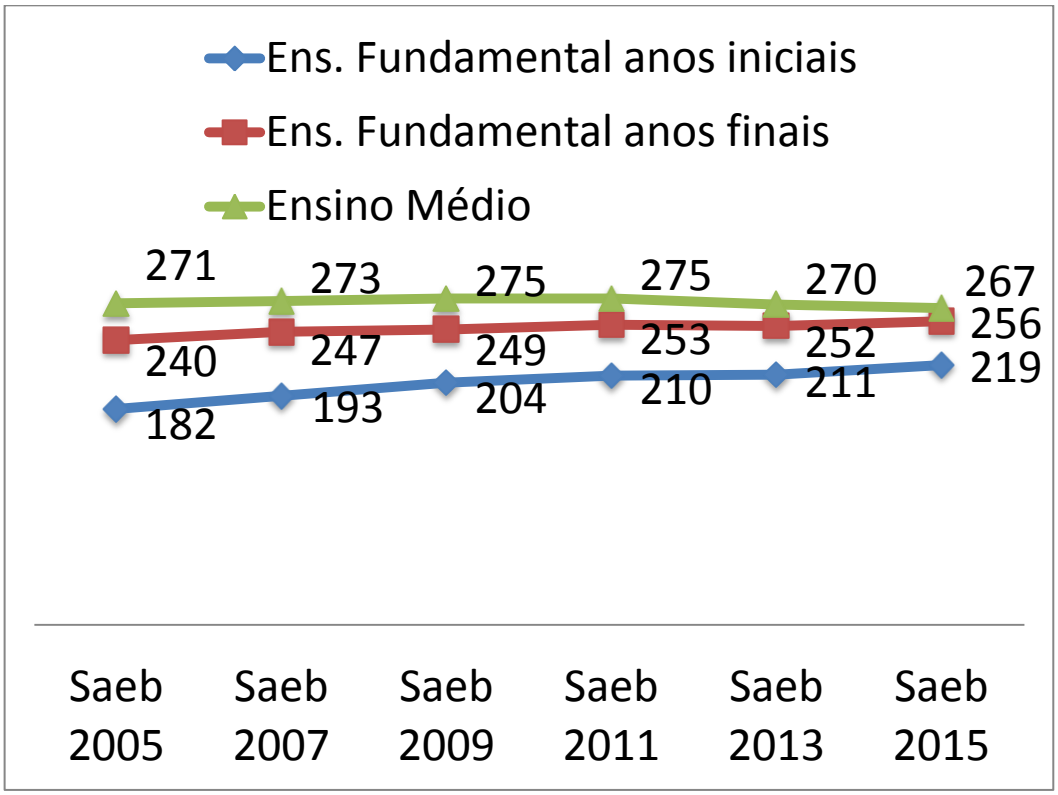


Fonte: http://inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015

Além disso, os resultados do Sistema de Avaliação da Educação Básica – SAEB mostram que o nível de aprendizado dos estudantes brasileiros do Ensino Médio em matemática não só está abaixo do adequado como tem uma tendência a piorar quando comparado com o Ensino Fundamental na última década. Como mostra o Gráfico 1 a seguir:

Gráfico 1: Evolução dos resultados do Brasil no SAEB (2005 a 2015)

Proficiências médias em Matemática



Fonte: dados disponíveis em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/saeb/aneb_anresc/resultados/resumo_dos_resultados_saeb_2015.pdf

Segundo estes indicadores, em 2015, a nota média dos alunos do Ensino Médio na disciplina foi de 267, enquanto o índice adequado é considerado 350. É o nível mais baixo desde 2005, início da série histórica do SAEB. E ainda, em 2013, o resultado foi de 270, o que aponta duas quedas consecutivas. Essas médias significam, segundo a escala de proficiência do SAEB, que os estudantes encontram-se no nível 2 de uma escala de 10 níveis e não seriam capazes, por exemplo, de determinar um termo de progressão aritmética, dada sua forma geral.

A Tabela 4 a seguir mostra a escala de proficiência em Matemática para o Ensino Médio:

Tabela 4: Escala de proficiência em Matemática para o Ensino Médio

Nível	Pontuação	Descrição do nível
1	225 - 250	Espaço e forma – Não existem itens âncora para esse nível. Grandezas e medidas – Não existem itens âncora para esse nível. Números e operações; álgebra e funções – Não existem itens âncora para esse nível. Tratamento de informações – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de associar uma tabela de até duas entradas a informações apresentadas textualmente ou em um gráfico de barras ou de linhas.
2	250 - 275	Espaço e forma – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer as coordenadas de pontos representados em um plano cartesiano localizados no primeiro quadrante. Grandezas e medidas – Não existem itens âncora para esse nível. Números e operações; álgebra e funções – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer os zeros de uma função dada graficamente. Também é bem provável que os alunos determinem: o valor de uma função afim, dada sua lei de formação; um resultado utilizando o conceito de progressão aritmética. Tratamento de informações – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de associar um gráfico de setores a dados percentuais apresentados textualmente ou em uma tabela.
3	275 - 300	Espaço e forma – Não existem itens âncora para esse nível. Grandezas e medidas – Não existem itens âncora para esse nível. Números e operações; álgebra e funções – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer: o valor máximo de uma função quadrática representada graficamente; em um gráfico, o intervalo no qual a função assume valor máximo. Também podem ser capazes de determinar: por meio de proporcionalidade o gráfico de setores que representa uma situação com dados fornecidos textualmente; o quarto valor em uma relação de proporcionalidade direta a partir de três valores fornecidos em uma situação do cotidiano; um valor reajustado de uma quantia a partir de seu valor inicial e do percentual de reajuste. Além disso, é provável que resolvam problemas utilizando operações fundamentais com números naturais. Tratamento de informações – Não existem itens âncora para esse nível.

4	300 - 325	Espaço e forma – Não existem itens âncora para esse nível. Grandezas e medidas – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de resolver problemas envolvendo área de uma região composta por retângulos a partir de medidas fornecidas em texto e figura. Números e operações; álgebra e funções – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer o gráfico de função a partir de valores fornecidos em um texto. Além disso, podem ser capazes de determinar: a lei de formação de uma função linear a partir de dados fornecidos em uma tabela; a solução de um sistema de duas equações lineares; um termo de progressão aritmética, dada sua forma geral; a probabilidade da ocorrência de um evento simples. Também é provável que resolvam: problemas utilizando proporcionalidade direta ou inversa, cujos valores devem ser obtidos a partir de operações simples; problemas de contagem usando princípio multiplicativo. Tratamento de informações – Não existem itens âncora para esse nível.
5	325 - 350	Espaço e forma – Não existem itens âncora para esse nível. Grandezas e medidas – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar medidas de segmentos por meio da semelhança entre dois polígonos. Números e operações; álgebra e funções – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar: o valor de variável dependente ou independente de uma função exponencial dada; o percentual que representa um valor em relação a outro; o valor de uma expressão algébrica; a solução de um sistema de três equações sendo uma com uma incógnita, outra com duas e a terceira com três incógnitas. Também é provável que sejam capazes de resolver problema envolvendo: divisão proporcional do lucro em relação a dois investimentos iniciais diferentes; operações, além das fundamentais, com números naturais; a relação linear entre duas variáveis para a determinação de uma delas; probabilidade de união de eventos. Além disso, é provável que os alunos sejam capazes de avaliar o comportamento de uma função representada graficamente, quanto ao seu crescimento. Tratamento de informações – Não existem itens âncora para esse nível.
6	350 - 375	Espaço e forma – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer as coordenadas de pontos representados em um plano cartesiano e localizados em quadrantes diferentes do primeiro. É provável também que consigam associar um sólido geométrico simples a uma planificação usual dada. Além disso, há uma grande probabilidade de que resolvam problemas envolvendo Teorema de Pitágoras, para calcular a medida da hipotenusa de um triângulo pitagórico, a partir de informações apresentadas textualmente e em uma figura.

		Grandezas e medidas – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar: a razão de semelhança entre as imagens de um mesmo objeto em escalas diferentes; o volume de um paralelepípedo retângulo, dada sua representação espacial. Números e operações; álgebra e funções – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar os zeros de uma função quadrática, a partir de sua expressão algébrica. Além disso, é provável que resolvam problemas de porcentagem envolvendo números racionais não inteiros. Tratamento de informações – Não existem itens âncora para esse nível.
7	375 - 400	Espaço e forma – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar: a medida de um dos lados de um triângulo retângulo, por meio de razões trigonométricas, fornecendo ou não as fórmulas; com o uso de do teorema de Pitágoras, a medida de um dos catetos de um triângulo retângulo não pitagórico. Grandezas e medidas – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar a área de um polígono não convexo composto por retângulos e triângulos, a partir de informações fornecidas na figura. Além disso, é provável que consigam resolver problemas: por meio de semelhança de triângulos sem apoio de figura; envolvendo perímetros de triângulos equiláteros que compõem uma figura. Números e operações; álgebra e funções – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer gráfico de função a partir de informações sobre sua variação descritas em um texto; os zeros de uma função quadrática em sua forma fatorada; gráfico de função afim a partir de sua representação algébrica; a equação de uma reta a partir de dois de seus pontos; as raízes de um polinômio apresentado na sua forma fatorada. Além disso, é provável também que os alunos sejam capazes de determinar os pontos de máximo ou de mínimo a partir do gráfico de uma função; o valor de uma expressão algébrica envolvendo módulo; o ponto de interseção de duas retas; a expressão algébrica que relaciona duas variáveis com valores dados em tabela ou gráfico; a maior raiz de um polinômio de 2º grau. Também é provável que os alunos sejam capazes de resolver problemas: para obter valor de variável dependente ou independente de uma função exponencial dada; que envolvam uma equação de 1º grau que requeira manipulação algébrica; envolvendo um sistema linear, dadas duas equações a duas incógnitas; usando permutação; utilizando probabilidade, envolvendo eventos independentes. Tratamento de informações – Não existem itens âncora para esse nível.

8	400 - 425	Espaço e forma – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer a proporcionalidade dos elementos lineares de figuras semelhantes. Também é provável que sejam capazes de determinar: uma das medidas de uma figura tridimensional, utilizando o Teorema de Pitágoras; a equação de uma circunferência, dados o centro e o raio; a quantidade de faces, vértices e arestas de um poliedro por meio da relação de Euler. É provável também que os alunos sejam capazes de resolver problema envolvendo razões trigonométricas no triângulo retângulo, com apoio de figura. Podem também ser capazes de associar um prisma a uma planificação usual dada. Grandezas e medidas – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar a área da superfície de uma pirâmide regular; o volume de um paralelepípedo, dadas suas dimensões em unidades diferentes; o volume de cilindros. Números e operações; álgebra e funções – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer: o gráfico de uma função trigonométrica da forma y=sen(x); um sistema de equações associado a uma matriz. Também é provável que sejam capazes de determinar: a expressão algébrica associada a um dos trechos do gráfico de uma função definida por partes; o valor máximo de uma função quadrática a partir de sua expressão algébrica e das expressões que determinam as coordenadas do vértice; a distância entre dois pontos no plano cartesiano. É provável também que os alunos sejam capazes de resolver problema: usando arranjo; envolvendo a resolução de uma equação do 2º grau sendo dados seus coeficientes. Além disso, existe uma grande probabilidade de que sejam capazes de interpretar o significado dos coeficientes da equação de uma reta, a partir de sua forma reduzida. Tratamento de informações – Não existem itens âncora para esse nível.
9	425 - 450	Espaço e forma – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer a equação que representa uma circunferência, dentre diversas equações dadas. Também é provável que sejam capazes de determinar o centro e o raio de uma circunferência a partir de sua equação geral. É provável também que os alunos sejam capazes de resolver problemas envolvendo relações métricas em um triângulo retângulo que é parte de uma figura plana dada. Grandezas e medidas – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar o volume de pirâmides regulares. É provável também que os alunos sejam capazes de resolver problema envolvendo: áreas de círculos e polígonos; semelhança de triângulos com apoio de figura na qual os dois triângulos apresentam ângulos opostos pelos vértices; envolvendo cálculo de volume de cilindro. Números e operações; álgebra e funções – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer o gráfico de uma função exponencial do tipo f(x)=10x+1; o gráfico de uma função logarítmica dada a expressão algébrica da sua função inversa e seu gráfico.

		Também é provável que sejam capazes de determinar a expressão algébrica correspondente a uma função exponencial, a partir de dados fornecidos em texto ou gráfico; a inversa de uma função exponencial dada, representativa de uma situação do cotidiano; inclinação ou coeficiente angular de retas a partir de suas equações; um polinômio na forma fatorada, dadas as suas raízes. Tratamento de informações – Não existem itens âncora para esse nível.
10	450 - 475	Espaço e forma – Não existem itens âncora para esse nível. Grandezas e medidas – Não existem itens âncora para esse nível. Números e operações; álgebra e funções – Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar a solução de um sistema de três equações lineares, a três incógnitas, apresentado na forma matricial escalonada. Tratamento de informações – Não existem itens âncora para esse nível.

Fonte: http://portal.inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/saeb/matrizes-e-escalas

É nítido o desentusiasmo, por parte dos estudantes, nesta disciplina, e como diz Hussein e Xavier (2015), esse desinteresse e essa falta de motivação para aprender ciências e matemática tem raiz na dificuldade que o discente apresenta para correlacionar o conhecimento científico com o seu cotidiano, não conferindo sentido e aplicabilidade.

Gonçalez e Brito (2001) apontam que, em suas pesquisas, evidenciou-se que nas situações em que a exploração, a iniciativa e a criatividade estavam presentes, havia uma atitude mais favorável à Matemática, por parte dos alunos. Em outras palavras, ao se dar a devida importância à intuição matemática como processo psicológico, manifesta nos atos de criação, imaginação, emoção e sensibilidade, confere-se ao espaço da sala de aula uma dimensão mais dinâmica e eficaz, no processo de ensino-aprendizagem desta ciência.

Diante dessa necessidade, percebe-se uma nova realidade, tornando evidente e necessária a adoção, pela matemática e pela ciência, de novas abordagens para a solução de problemas complexos, como diz Klein (2004), principalmente nos campos de interação entre o homem e os sistemas naturais, nos campos de grande desenvolvimento tecnológico e nas áreas de grande competição econômica.

Como afirmam Santos e Mortimer (2002), há uma necessidade de ensino, seja de matemática ou ciências, baseado na problematização de temas sociais que propiciará ao aluno

o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, para isso, a abordagem dos temas será feita por meio da introdução de problemas, cujas soluções serão propostas em sala de aula após a discussão de diversas alternativas, vinculadas ao estudo do conteúdo científico, suas aplicações tecnológicas e consequências sociais.

Assim, buscar-se-á um ensino interdisciplinar que problematize o conhecimento científico de modo a estabelecer correlação com o cotidiano do aluno em prol de uma educação participativa e emancipatória. Com essa finalidade, este projeto propõe o encontro de uma disciplina de suma importância no currículo com uma perspectiva considerada necessária nos dias de hoje: a Matemática e a educação com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), visto que ambas vão ao encontro da formação de um cidadão crítico e capaz da tomada de decisão.

Isso ocorre uma vez que nos documentos oficiais aparecem indicações para formação desse cidadão: nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs, nos seus princípios e fundamentos, é proposto que a prática educativa "garanta as aprendizagens essenciais para a formação de cidadãos autônomos, críticos e participativos, capazes de atuar com competência, dignidade e responsabilidade na sociedade em que vivem" (BRASIL, 1997, p 27); nas Diretrizes Curriculares Nacionais – DCNs, no que se refere às formas para organização do currículo escolar, encontram-se informações explícitas de que a interdisciplinaridade, o exercício da transversalidade ou do trabalho pedagógico: "contribuem para que a escola dê conta de tornar os seus sujeitos conscientes de seus direitos e deveres e da possibilidade de se tornarem aptos a aprender a criar novos direitos, coletivamente" (BRASIL, 2013, p.29).

1.2 PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO

Como pensar na Matemática de maneira universal, de forma a associá-la a situações do mundo real e desenvolver atividades que levem os alunos a adquirirem conhecimentos fundamentais para a vida ao sair da escola?

1.3 OBJETIVO GERAL

Buscando trazer contribuições para o processo educativo, o objetivo deste trabalho é relacionar a Matemática ao cotidiano do aluno, numa perspectiva interdisciplinar, visando à superação da ideia de um currículo fragmentado e desarticulado. Já os objetivos específicos estão elencados a seguir:

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar e refletir teoria e prática de um encontro entre a Matemática e assuntos relacionados às ciências, sociedade e tecnologia;
2. Sugerir opções de trabalho em sala de aula com a Matemática sob o enfoque CTS no ensino médio;
3. Construir como produto desta pesquisa um livro com o título: *"*MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO: UM OLHAR INTERDISCIPLINAR EM UMA PERSPECTIVA CTS*",* composto por um conjunto de planos de aula, aplicados e narrados, com uma variedade de temas interligando a matemática a diversas questões sociais, oferecendo aos professores alternativas de trabalho que busquem a motivação dos estudantes, através da criação de interfaces entre a Matemática e outras áreas do conhecimento.

2. PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

Este projeto de mestrado foi realizado com turmas do Ensino Médio de uma escola particular estabelecida no município de Belford Roxo na Baixada Fluminense – RJ. Um município onde não há grandes empresas instaladas, salvo a indústria química Bayer do Brasil. O comércio local também é pouco desenvolvido e, consequentemente, há pouquíssimas ofertas de emprego, fazendo com que a maior parte da população trabalhadora dependa de relações de trabalho na cidade do Rio de Janeiro. O que, de modo geral, pode-se dizer que o caráter de "cidade dormitório" está presente.

As turmas de Ensino Médio são compostas por 25 a 35 alunos e muitos destes, ainda estudando, necessitam trabalhar para complementação da renda familiar, o que os torna vulneráveis a ocupar posições menos qualificadas no mercado de trabalho. No que diz respeito aos pais, quase que em sua totalidade, são trabalhadores assalariados e cerca de 66% não possuem ensino médio, o que é um número a ser observado, considerando que a educação dos pais é comprovadamente um fator determinante na formação educacional dos filhos.

Nesta escola a disciplina de Matemática possui 06 tempos-aula semanais com 50 minutos cada, distribuídos de forma igual em dois dias da semana no período da manhã. O planejamento das aulas foi realizado para os dias que já estão estabelecidos no quadro de horário da instituição. O espaço físico foi a própria sala de aula e os temas previstos para serem discutidos em conjunto com os conteúdos matemáticos foram: acidentes nucleares, desastre ambiental, ciência-tecnologia-sociedade, direitos humanos, história da música, educação ambiental crítica e artes plásticas. Os conteúdos matemáticos desenvolvidos em parceria com os temas designados foram função exponencial, trigonometria no triângulo retângulo, sequência, porcentagem e geometria plana.

Segundo à natureza, esta pesquisa é classificada como aplicada. Possui esta classificação devido ao fato de trazer em seus objetivos a apresentação e aplicação de uma sugestão que possa contribuir de modo direto com a aprendizagem em sala de aula. Isto está de acordo com Barros e Lehfeld (2000), que defendem que a pesquisa aplicada tem como motivação a necessidade de produzir conhecimento para aplicação de seus resultados, com o objetivo de contribuir para fins práticos, visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade.

O autor Appolinário (2011) corrobora com este pensamento ao afirmar que a pesquisa aplicada é realizada com o intuito de resolver problemas ou necessidades concretas. Como esse tipo de pesquisa depende de dados que podem ser coletados de formas diferenciadas,

nesta, os dados foram coletados com gravações em áudio e vídeo, diários, questionários, formulários e análise de documentos.

De acordo com o tipo, esta pesquisa pode ser apontada como híbrida, em parte pesquisa Participante e em parte pesquisa Ação, haja vista à consciência de que pesquisa ação, na sua forma clássica europeia, e pesquisa participante na tradição latino-americana têm aspectos coincidentes e outros tantos que as caracterizam como perspectivas complementares.

Participante, uma vez que o pesquisador enfatiza a socialização do saber, tentando romper com o monopólio do conhecimento, através da participação dos sujeitos na analise e solução de seus problemas. Conforme argumenta Severino (2007), é uma maneira do pesquisador colocar-se numa postura de identificação com os pesquisados. Para Appolinário (2011), a pesquisa participante é uma modalidade que utiliza como técnica de investigação a observação participante.

Ação, por tomar como ponto de partida a prática e os significados a ela atribuídos pelos sujeitos. Conforme defende Barbier (1985), quando falamos de pesquisa, estamos pensando em pesquisa Ação, isto é, uma ação em nível realista, sempre acompanhada de uma reflexão autocrítica objetiva e de uma avaliação dos resultados. Como o objetivo é aprender, não devemos ter medo de enfrentar as próprias insuficiências. Não queremos ação sem pesquisa, nem pesquisa sem ação.

Quanto à abordagem do problema, esta pesquisa é caracterizada como qualitativa, pois, segundo Vieira e Zouain (2005) afirmam, a pesquisa qualitativa atribui importância fundamental aos depoimentos dos atores sociais envolvidos, aos discursos e aos significados transmitidos por eles. Nesse sentido, esse tipo de pesquisa preza pela descrição detalhada dos fenômenos e dos elementos que o envolvem.

3. INTERDISCIPLINARIDADE: QUANDO AS CIÊNCIAS SE ENCONTRAM

Para se entender o termo interdisciplinaridade, deve-se partir da noção de disciplina:

> A organização disciplinar foi instituída no século XIX, notadamente com a formação das universidades modernas; desenvolveu-se, depois, no século XX, com o impulso dado à pesquisa científica; isto significa que as disciplinas têm uma história: nascimento, institucionalização, evolução, esgotamento, etc; essa história está inscrita na da Universidade, que, por sua vez, está inscrita na história da sociedade (MORIN, 2002, p. 105).

Segundo Fazenda (1999), a indefinição sobre interdisciplinaridade origina-se ainda dos equívocos sobre o conceito de disciplina. A discussão sobre disciplina e interdisciplinaridade possibilita uma abordagem em que a ação passa a ser o ponto de convergência entre o fazer e o pensar interdisciplinar. É preciso estabelecer uma relação de interação entre as disciplinas, que seriam a marca fundamental das relações interdisciplinares.

Na literatura educacional brasileira, este conceito passou a ser discutido teoricamente a partir dos anos 70, através dos escritos de Hilton Japiassu (1976) e Ivani Fazenda (1979). Nos anos 90, registrou-se um fluxo considerável de novas publicações sobre interdisciplinaridade, o qual Schäffer ironicamente denominou de "surto galopante da interdisciplinaridade" (SCHÄFFER, 1995, p.37). Sendo surto uma palavra que sugere a intensidade desse movimento.

Nessa onda de publicações encontramos textos que discutem a interdisciplinaridade, tanto na Educação Infantil, quanto no Ensino Fundamental, no Ensino Médio e da mesma maneira na Educação Superior, (JUNQUEIRA FILHO, 1996; SAMPAIO et al. 1994; PETRAGLIA, 1993), nos dando um sinal de ser ter inaugurado um novo modo de debate sobre as práticas educacionais, o qual veio configurar, na atualidade, uma situação em que as experiências interdisciplinares são colocadas como exigência indispensável para as transformações qualitativas requeridas pela modernidade.

No início deste século, tornou-se evidente o grande destaque conquistado pela interdisciplinaridade, tanto na literatura acadêmica quanto no debate nacional sobre Educação. Isso parece refletir, ao menos em parte, a presença destacada desse termo em documentos da reforma curricular promulgada pelo MEC a partir da nova LDB (Lei 9.394/96); a interdisciplinaridade passa a ser, efetivamente, um conceito central e indispensável para pensar e fazer a Educação Básica neste País.

Quanto à definição de conceitos, ou de um conceito, para interdisciplinaridade, tudo parece estar ainda em construção. Qualquer demanda por uma definição unívoca e definitiva

deve ser a princípio rejeitada, por tratar-se de proposta que inevitavelmente está sendo construída a partir das culturas disciplinares existentes e porque encontrar o limite objetivo de sua abrangência conceitual significa concebê-la numa óptica também disciplinar. Ou, como afirma Leis (2005), a tarefa de procurar definições finais para a interdisciplinaridade não seria algo propriamente interdisciplinar, senão disciplinar.

Nesse cenário de múltiplas leituras e interpretações, e considerando particularmente o horizonte da educação brasileira, a interdisciplinaridade tem sido associada a noções tão diversas como: integração entre disciplinas e atitude de espírito (JAPIASSU, 1976), movimento pedagógico (VEIGA-NETO, 1997), esforço de síntese (LÜCK, 1994), projeto em parceria (FAZENDA, 1991b, 2003), e princípio curricular (MEC, 1998b).

Independente da definição que cada autor assuma, a interdisciplinaridade está sempre situada no campo em que se pensa a possibilidade de superar a fragmentação das ciências e dos conhecimentos produzidos por elas e no qual simultaneamente se exprime a resistência sobre um saber parcelado.

Nos PCN+ (2002), encontramos de forma explícita algumas orientações para o desenvolvimento de trabalhos interdisciplinares; todavia, sem a explicitação dos conceitos de interdisciplinaridade ou de referências diretas a eles. Entretanto, pela afirmação a seguir, podemos interpretar que a proposta de reforma para o ensino médio não pretende a extinção do ensino por disciplinas. Ela recomenda a integração entre elas, de modo a tornar o conhecimento pretendido pelas mesmas vinculado à realidade social: “As linguagens, ciências e humanidades continuam sendo disciplinares, mas é preciso desenvolver seus conhecimentos de forma a constituírem, a um só tempo, cultura geral e instrumento para a vida, ou seja, desenvolver, em conjunto, conhecimentos e competências. Contudo, assim como a interdisciplinaridade surge do contexto e depende da disciplina, a competência não rivaliza com o conhecimento; ao contrário, se funda sobre ele e se desenvolve com ele”. (BRASIL. SEMTEC. PCN + Ensino Médio, 2002, p.13).

Segundo Gallo (1997), pensar em uma educação interdisciplinar é uma tentativa de superar a excessiva compartimentalização do saber, isto é, uma forma de se organizar os currículos escolares de modo a possibilitar uma integração entre as disciplinas, permitindo a construção daquela compreensão mais abrangente do saber historicamente produzido pela humanidade.

Na análise de Frigotto (1995), a interdisciplinaridade impõe-se pela própria forma de o homem produzir-se enquanto ser social e enquanto sujeito e objeto do conhecimento social. Neste sentido, a interdisciplinaridade, como um movimento contemporâneo que

emerge na perspectiva da dialogicidade e da integração das ciências e do conhecimento, vem buscando romper com o caráter de hiperespecialização e com a fragmentação dos saberes.

Nas palavras de Japiassu:

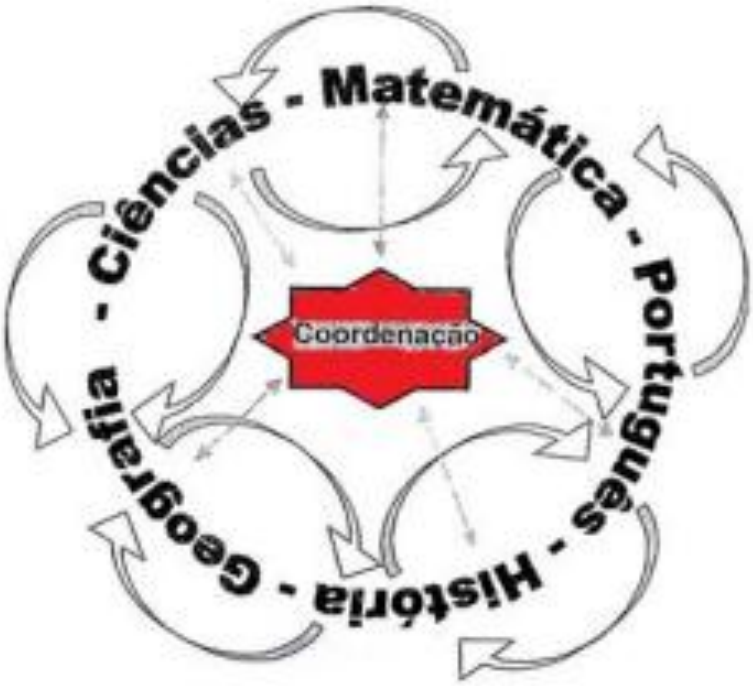
> Podemos dizer que nos reconhecemos diante de um empreendimento interdisciplinar todas as vezes em que ele conseguir incorporar os resultados de várias especialidades, que tomar de empréstimo a outras disciplinas certos instrumentos e técnicas metodológicos, fazendo uso dos esquemas conceituais e das análises que se encontram nos diversos ramos do saber, a fim de fazê-los integrarem e convergirem, depois de terem sido comprados e julgados. Donde podermos 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. (JAPISASSU, 1976, p. 75)

Para Fourez (1994), a interdisciplinaridade deve ser uma prática específica que enfoque os problemas do cotidiano, que utilize o maior número de disciplinas possíveis para resolvê-los. Deve-se buscar confrontar opiniões de especialistas de diferentes formações, não para criação de um discurso único e universal, mas para a solução de um problema real. Esta prática da interdisciplinaridade é vista, por ele, como “essencialmente política", caracterizando-se como uma “negociação”, uma mesclagem entre disciplinas, que resultará em uma tomada de decisão, delineando uma escolha ética e política.

Analisando-se as Diretrizes dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (2002), percebe-se que o conceito de interdisciplinaridade vem ao encontro deste enfoque defendido por Fourez, pois evidencia a necessidade de diálogo permanente com outros conhecimentos, sendo que algumas disciplinas se identificam e, de forma natural, se aproximam, enquanto outras se diferenciam: “a interdisciplinaridade deve ir além da mera justaposição de disciplinas e, ao mesmo tempo, evitar a diluição delas em generalidades.” (PCN/EM, 2002, p. 88).

Nogueira (1998) afirma que, no caso da interdisciplinaridade, a tônica é o trabalho de integração das diferentes áreas do conhecimento. Um real trabalho de cooperação e troca, aberto ao diálogo e ao planejamento, no qual as diferentes disciplinas não aparecem de forma fragmentada e compartimentada. Esquematicamente, ele representa a interdisciplinaridade desta forma:

Figura 2: Esquema de interdisciplinaridade proposto por Nogueira



Fonte: Nogueira (1998, p.28).

No entanto, ainda é incipiente, no contexto educacional, o desenvolvimento de experiências verdadeiramente interdisciplinares, embora haja um esforço institucional nessa direção. Não é difícil identificar as razões dessas limitações; basta que verifiquemos o modelo disciplinar e desconectado de formação presente nas universidades, lembrar da forma fragmentária como estão estruturados os currículos escolares, a lógica funcional e racionalista que o poder público e a iniciativa privada utilizam para organizar seus quadros de pessoal técnico e docente, a resistência dos educadores quando questionados sobre os limites, a importância e a relevância de sua disciplina e, finalmente, as exigências de alguns setores da sociedade que insistem num saber cada vez mais utilitário.

3.1 INTERDISCIPLINARIDADE NAS AULAS DE MATEMÁTICA

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC, mesmo que de forma amena, sugere:

> (...) o desenvolvimento do pensamento numérico não se completa, evidentemente, apenas com objetos de estudos descritos na unidade Números. Esse pensamento é ampliado e aprofundado quando se discutem situações que envolvem conteúdos das demais unidades temáticas: Álgebra, Geometria, Grandezas e medidas e Probabilidade e estatística... Essa unidade temática favorece um estudo interdisciplinar envolvendo as dimensões culturais, sociais, políticas e psicológicas, além da econômica, sobre as questões do consumo, trabalho e dinheiro... Essas questões, além de promover o desenvolvimento de competências pessoais e sociais dos alunos, podem se constituir em excelentes contextos para as aplicações dos conceitos da Matemática Financeira e também proporcionar contextos para ampliar e aprofundar esses conceitos. (BRASIL, 2017, p.225)

A Matemática, junto com outras áreas do conhecimento, ajuda a humanidade a pensar sobre a vida compreendendo o mundo que nos rodeia, e deve ser vista como uma área de conhecimento capaz de estimular o interesse, a curiosidade, o espírito de investigação e o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas. Compreender essa ciência é uma questão de emancipação social.

Ainda assim, Pires (2000) expõe que a organização dos currículos de Matemática possui a presença marcante da linearidade e da acumulação, sendo esta representada ora pela sucessão de conteúdos que devem ser dados numa certa ordem, ora pela definição de pré-requisitos.

O autor menciona que os temas poderiam ser trabalhados de maneira muito mais enriquecedora para os aprendizes, caso fossem exploradas as relações existentes entre eles e ficassem claras as situações similares que seriam passíveis de generalizações e outras que evidenciariam exceções.

O papel do professor, nessa concepção linear, é o de transmissor de um conhecimento que existe para poucos, um saber científico, e, após sua apresentação aos alunos, cabe aos mesmos valorizarem-no e assimilá-lo. Ao professor, sempre cabe o predomínio de ser o detentor de um saber; e ao aluno, o privilégio de tomar ciência desses saberes. Na maioria das vezes, não existe transformação, não existe valorização de conhecimentos espontâneos e experienciais.

Surge então, a necessidade do ensino interdisciplinar nas aulas de Matemática, com o objetivo de utilizar esse “saber científico” e transformá-lo de forma que venha fazer parte do cotidiano do aluno e proporcionar condições para aquisição de novos conhecimentos, interagindo assim com as demais disciplinas que se aprendem na escola. Além disso, busca-se

mostrar ao aluno a necessidade de conhecer conceitos matemáticos para se ter uma compreensão plena de diferentes assuntos pertinentes ao seu cotidiano.

Fazenda (1994) fortalece essa ideia quando fala das atitudes de um professor interdisciplinar:

> Entendemos por atitude interdisciplinar uma atitude diante de alternativas para conhecer mais e melhor; atitude de espera ante os atos consumados, atitude de reciprocidade que impele à troca, que impele ao diálogo – ao diálogo com pares idênticos, com pares anônimos ou consigo mesmo – atitude de humildade diante da limitação do próprio saber, atitude de perplexidade ante a possibilidade de desvendar novo saberes, atitude de desafio – desafio perante o novo, desafio em redimensionar o velho – atitude de envolvimento e comprometimento com os projetos e com as pessoas neles envolvidas, atitude, pois, de compromisso em construir sempre da melhor forma possível, atitude de responsabilidade, mas, sobretudo, de alegria, de revelação, de encontro, de vida. (FAZENDA, 1994, p.82)

Tomaz (2008) mostra que a forma como o conhecimento tem sido divulgado pelas próprias escolas não tem atendido os alunos a contento:

> Embora a multiplicidade de fatores acene para a interdisciplinaridade como uma solução para os limites e as incapacidades das disciplinas isoladas de compreender a realidade e responder às demandas do mercado de trabalho, na prática, difunde-se ainda na maioria das escolas um conhecimento fragmentado, deixando para o aluno estabelecer sozinho as relações entre os conteúdos. (TOMAZ, 2008, p. 13)

A construção do conhecimento interdisciplinar depende, entre outras coisas, do intercâmbio entre as diversas disciplinas, com vistas a uma maior e melhor compreensão da realidade atual, marcada pela complexidade e pela diversidade dos problemas. O conhecimento interdisciplinar necessita que cada disciplina aconteça não de forma estanque ou fragmentada, mas a partir da contextualização dos conteúdos, situados no tempo e no espaço.

Segundo Biaggi (2000),

> Não é possível preparar alunos capazes de solucionar problemas ensinando conceitos matemáticos desvinculados da realidade, ou que se mostrem sem significado para eles, esperando que saibam como utilizá-los no futuro. (BIAGGI, 2000, p.103)

Um grande problema é trabalhar a matemática como uma área do conhecimento humano desligada da realidade e do cotidiano, sendo comuns perguntas do tipo: Para que serve isso? Onde vou utilizar? Perguntas, que em grande maioria, não chegam sequer a serem respondidas, gerando mais dúvidas, mais conflitos e mais fracassos.

Lorenzato e Vila (1993) argumentam que é imprescindível ao aluno apropriar-se do conhecimento e que compreenda os conceitos e princípios matemáticos, raciocine claramente

e comunique ideias matemáticas, reconheça suas aplicações e aborde problemas matemáticos com segurança.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (2002) enfatizam que é necessário um eixo integrador, relacionado às necessidades da escola, podendo ser um problema gerador de um projeto que será interdisciplinar na sua concepção, na execução, na avaliação e, principalmente, na aplicação. O exemplo do projeto é interessante para mostrar que a interdisciplinaridade não dilui as disciplinas, ao contrário, mantém sua individualidade. Mas integra as disciplinas a partir da compreensão de múltiplas causas ou fatores que intervêm sobre a realidade e trabalha todas as linguagens necessárias para a constituição de conhecimentos, comunicação e negociação de significados e registro sistemático de resultados (PCN/EM, 2002, p. 89).

Desta forma, a interdisciplinaridade só será eficaz se houver mudança de atitudes em busca da construção de um conhecimento mais global, rompendo com os limites impostos pelas disciplinas, deixando o compartimento do conhecimento. Entende-se que não se pode mudar a metodologia de uma hora para outra, porém é possível que haja mudanças.

4. CTS – CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: MODELO DE ENSINO ESCOLHIDO

Atualmente, com o desenvolvimento da ciência, está havendo diversas transformações na sociedade, o que se reflete em mudanças nos níveis econômico, político, social e também na evolução do ser humano. Neste sentido, diversas pesquisas têm constatado que a compreensão da natureza da ciência é fundamental para que o aluno possa entender as suas implicações sociais, e isso remete à necessidade de que, no currículo, sejam discutidos aspectos relacionados à filosofia, história e sociologia das ciências (SANTOS e MORTIMER, 2002).

Diante destas circunstâncias, a proposta de uma abordagem de ensino que promova argumentações e debates sobre as relações entre ciência, tecnologia e a sociedade vem ganhando cada vez mais relevância no ensino de ciências e matemática. É compreendido, em concordância com esta abordagem, que não basta ensinar apenas teoremas, fórmulas matemáticas e conceitos científicos, desassociados do mundo em nossa volta, desvinculados da realidade dos aprendizes. Vem a ser necessário um ensino que seja pensado para viabilizar meios para possibilitar uma percepção crítica e reflexiva sobre o contexto cientifico-tecnológico e seu trato com a sociedade.

4. 1 MOVIMENTO CTS NO CENÁRIO HISTÓRICO E ATUAL

Desde as décadas de 1960 e 1970, época da crise econômica mundial, os problemas relacionados ao desenvolvimento tecnológico, à degradação ambiental, bem como a vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico à guerra com as bombas atômicas, a guerra do Vietnã, dentre outros, vêm sendo objeto de estudo nos Estados Unidos e na Europa. É neste contexto que emerge um movimento denominado de Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS, que está baseado no desenvolvimento de atividades com ênfase na tomada de decisões, relacionada com aspectos sociais do mundo (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 3).

Segundo Layton (1994) apud Santos e Mortimer (2002), os trabalhos curriculares em CTS surgiram como decorrência da necessidade de formar o cidadão em ciência e tecnologia, o que não vinha sendo alcançado adequadamente por esse modelo linear e pelo ensino convencional de ciências.

Segundo Acevedo et al (2002), o movimento CTS despontou de maneira expressiva no que se refere à necessidade vital do cidadão em obter a compreensão dos direitos e obrigações inerentes, isto é, dispor de uma visão crítica da realidade social em que está introduzido, transformando-a e dispondo-se a aperfeiçoá-la.

Auler (2002) aponta que o início do movimento CTS está diretamente relacionado ao questionamento do modelo de decisão tecnocrático, solicitando uma participação da sociedade no direcionamento dado à atividade científico-tecnológica, exigindo, assim, decisões mais democráticas.

De acordo com Pinheiro (2005), Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS corresponde ao estudo das inter-relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, constituindo um campo de trabalho que se volta tanto para a investigação acadêmica como para as políticas públicas. Baseia-se em novas correntes de investigação em filosofia e sociologia da ciência, podendo aparecer como forma de reivindicação da população para participação mais democrática nas decisões que envolvem o contexto científico-tecnológico ao qual pertence. Para tanto, o enfoque CTS busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento técnico-científico, tanto nos benefícios que esse desenvolvimento possa estar trazendo, como também nas consequências sociais e ambientais que poderá causar.

Ao mencionar tal enfoque, Bazzo (2002) diz que em linhas gerais, CTS pode ser entendido como uma área de estudo na qual a preocupação maior é tratar a ciência e a tecnologia tendo em vista suas relações, consequências e respostas sociais.

Gordillo et al (2001), no Quadro 1, fazem uma comparação entre a concepção herdada de ciência e tecnologia e a concepção CTS.

Quadro 1: Comparação entre as concepções sobre ciência e tecnologias

CONCEPÇÃO HERDADA	CONCEPÇÃO CTS
A ciência é o conhecimento que revela a realidade.	Desenvolvimento científico-tecnológico é um processo social como os outros.
A ciência é objetiva e neutra. Não há interesses ou fatores subjetivos em seus conteúdos	As mudanças científico-tecnológicas têm importantes efeitos na vida social e na natureza
A história da ciência consiste na acumulação de conhecimentos objetivos à margem das condições externas	Compartilhamos um compromisso democrático.
A tecnologia é a aplicação prática dos conhecimentos científicos.	Devem-se promover avaliações e controle social do desenvolvimento científico-tecnológico

Fonte: Gordillo et al (2001, p. 161)

Segundo Acevedo (2001), os temas CTS abrem discussões acerca dos muitos paradigmas que envolvem a nossa sociedade, como forma de promover a compreensão das implicações e influências advindas do desenvolvimento científico tecnológico e o posicionamento dos cidadãos para a participação na tomada de decisões sobre os aspectos que envolvam questões de cunho científico-técnico-social.

Por isso, a necessidade de se alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia no mundo contemporâneo (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Não se trata de mostrar as maravilhas da ciência, como a mídia já o faz, mas de disponibilizar as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas (FOUREZ, 1995). Essa tem sido a principal proposta dos currículos com ênfase em CTS.

É evidente que as correspondências entre ciência, tecnologia e sociedade são históricas e assim prosseguirão. Logo, fica patente que a ciência e a tecnologia geram impactos nas muitas áreas sociais. Tais impactos, compreendidos como aplicações e consequências da ciência e da tecnologia, deveriam ser discutidos pela sociedade. Para isso, políticas públicas devem ser materializadas tornando viável a presença dos cidadãos nas tomadas de decisão em volta destas aplicações. Neste ponto, é importante ressaltar a indispensabilidade da perspectiva CTS estar presente no contexto educacional, dando destaque à alfabetização científica e tecnológica.

4.2 CLASSIFICAÇÕES DO ENSINO CTS: VARIAÇÕES E O QUE FOI ADOTADO

Segundo Bazzo et. al. (2003), os estudos e programas CTS vêm se desenvolvendo desde o seu início em três grandes direções: no campo da pesquisa, como uma alternativa à reflexão acadêmica sobre ciência e tecnologia; no campo da política pública, promovendo a criação de diversos mecanismos democráticos que facilitem a abertura e processos de tomada de decisão em questões concernentes à política científico-tecnológica; e no campo da educação.

No campo educacional, o enfoque CTS possui três modalidades que podem ser utilizadas para a elaboração de metodologias ou atividades para o ensino: a) Ciência e tecnologia por meio de CTS; b) CTS puro; c) enxerto CTS.

Significando, segundo Pinheiro et. al (2007b), a) Ciência e tecnologia por meio de CTS: estruturar o conteúdo científico por meio do CTS. Essa estruturação pode acontecer numa só disciplina ou por meio de trabalhos multidisciplinares e interdisciplinares; b) CTS

puro: ensinar ciência, tecnologia e sociedade por intermédio do CTS, modalidade na qual o conteúdo científico tem papel subordinado; c) enxerto CTS: definido pela introdução de temas CTS nos conteúdos das disciplinas, proporcionando discussões e questionamentos sobre o que é ciência e tecnologia, levando assim os estudantes a serem mais conscientes das implicações desses temas em seu cotidiano.

O enxerto foi a modalidade selecionada para a inserção do enfoque CTS, pois, considerando a estrutura pedagógica da instituição de ensino, não foram necessárias alterações curriculares para a aplicação da pesquisa. Assim, o enxerto CTS apresentou-se como um complemento à base curricular. Segundo Pinheiro et. al (2007a), ao se utilizar o enxerto CTS em uma determinada disciplina, não é necessário que o tema esteja diretamente relacionado com o conteúdo da série em questão, dessa forma, não há a necessidade de fazer uma mudança radical no planejamento de ensino.

4.3 ENSINO CTS: POLISSEMIA EM DISCUSSÃO

A sociedade, em geral, tem a tendência a acreditar que quanto maior for a produção científica, maior a produção tecnológica, o que aumenta a geração de riquezas para o país e, em consequência, o bem-estar social. Esse tipo de concepção gera o que Cerezo et al. (2003) apud Pinheiro (2005) chamam de “modelo linear” de desenvolvimento: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social.

Estes autores ressaltam que, apesar do otimismo tão prometido no modelo linear, a ciência e a tecnologia começam a entrar em decadência devido aos sucessivos desastres que vinham acontecendo.

Bazzo (1998) observa que uma parcela da sociedade recebe um bombardeio de informações diariamente, que dizem respeito à ciência e à tecnologia, e que estas são concebidas como libertadoras em si mesmas, isto é, proporcionariam ao ser humano adaptação ao meio em que vive, liberdade intelectual, bem-estar e felicidade, liberdade política. O autor comenta que conceber a tecnologia como uma divindade é um comportamento enraizado na época contemporânea desde o início da vida escolar.

No entanto, Bazzo (2002) constata que:

> Esta visão, que é notória no entendimento do senso comum, felizmente tem-se alterado para um número cada vez mais expressivo de pessoas que veem nela um mito que precisa ser trabalhado para sua erradicação. Essas pessoas começam a ter clara consciência de que a ciência e a tecnologia têm feito o homem mais feliz, mas que, junto com isto, possuem a capacidade de também destruí-lo. (BAZZO, 2002, p.117)

De acordo com Zuin; Freitas (2007), Reis (2006), Santos e Mortimer (2009), Santos (2007), as questões sociocientíficas com enfoque CTS, no currículo de ciências, têm tomado duas vertentes: uma como temas controversos, outra como conteúdos problematizados culturalmente. Os temas controversos são pouco delimitados, multidisciplinares, heurísticos, carregados de valores (invocando, por exemplo, valores estéticos, ecológicos, morais, educacionais, culturais e religiosos) e afetados pela insuficiência de conhecimento (REIS, 2006, p. 66-67).

Considerando esses aspectos, Galvão, Reis e Freire (2011) dizem que o estudo de temas controversos promove a compreensão do papel da ciência e da tecnologia na sociedade, bem como o desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos estudantes. Dizem, ainda, que esses temas, por tratarem de problemas atuais, incentivam a participação dos estudantes e facilitam o domínio de conhecimentos favoráveis à resolução desses problemas.

Santos e Mortimer (2009) mostram, na outra vertente, como conteúdos problematizados culturalmente, que o estudo de questões sociocientíficas em currículos CTS pode ocorrer de maneira que os aspectos ambientais, políticos, econômicos, éticos, sociais e culturais relativos à ciência e à tecnologia venham a emergir de conteúdos problematizados culturalmente.

Com isso, a abordagem dessas questões em sala de aula, a partir de uma visão crítica, tende a provocar o surgimento de diferentes pontos de vista, que poderão ser problematizados mediante argumentos coletivamente construídos, com encaminhamentos de possíveis respostas a problemas sociais relativos à ciência e à tecnologia (SANTOS, 2007, p. 6).

Fourez (1995) afirma que “a ciência havia se isolado das reflexões sobre o ser humano, sobre os valores éticos e mesmo sobre seus próprios fins”, porém atualmente na sociedade torna-se imprescindível a implantação de uma postura compreensiva, crítica e avaliativa das novas propostas científicas e tecnológicas apresentadas, como forma de identificar os perigos e as potencialidades de suas consequências de ordem econômica, ética, política, social.

De acordo com Bazzo (1998):

> (...) a ciência e a tecnologia têm incorporadas questões sociais, éticas e políticas, e a disseminação deste conhecimento reflexivo espera-se da educação, como forma de conscientização do cidadão sobre as implicações e consequências dos avanços científicos e tecnológicos, e que este se torne mais participativo nas decisões, que influenciarão o futuro das próximas gerações. (BAZZO, 1998, p. 34)

Neste mesmo sentido, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação n. 9394/96 (LDB), ao destacar as diretrizes curriculares específicas do Ensino Médio, também está preocupada com a proposta de apontar para um currículo de forma orgânica, superando a organização por disciplinas estanques, propondo um processo permanente de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Tal proposta consta no Art.36, no qual o currículo do Ensino Médio destaca a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania.

O enfoque CTS inserido nos currículos é um impulsionador inicial para estimular o aluno a refletir sobre as inúmeras possibilidades de leitura acerca da tríade: ciência, tecnologia e sociedade, com a expectativa de que ele possa vir a assumir postura questionadora e crítica num futuro próximo (PINHEIRO, 2007, p.155).

Seguindo essa mesma direção, Morin (2003) complementa que é necessário desenvolver uma cultura que permita que o cidadão consiga distinguir, contextualizar os problemas globais e fundamentais. De acordo com Pinheiro (2007), para que o ser humano aprenda a buscar a solução dos seus problemas e possa aplicá-la na prática, ampliando seus conhecimentos, é importante despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade.

4.3.1 Objetivos da abordagem CTS no Ensino Médio: harmonia com os documentos oficiais

Para Gordillo et al (2001), pode-se reunir em dois motivos os objetivos de ensino CTS, o primeiro seria a análise e o outro motivo seria a desmistificação das funções da ciência e da tecnologia, dessa maneira, elas seriam aproximáveis e significativas aos cidadãos, considerando também a aprendizagem social, viabilizando sua participação nas deliberações relacionadas aos temas científicos e tecnológicos.

Segundo Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), o propósito das modalidades CTS é possibilitar uma interação entre professor e aluno, de maneira a provocar um diálogo, para que a introdução dos estudos sob o enfoque CTS seja propulsora do interesse e senso crítico do discente.

De acordo com Santos (2007), o principal objetivo de currículos CTS é a alfabetização científica e tecnológica para que os alunos possam atuar como cidadãos, tomando decisões e agindo com responsabilidade social.

Pinheiro (2005) afirma que:

> A utilização do enfoque CTS no Ensino Médio não se reduz somente a mudanças organizativas e de conteúdo curricular: alcança também uma postura epistemológica. Ele parte do princípio no qual o objetivo do professor é a promoção de uma atitude criativa e crítico-reflexiva, ao invés de conceber o ensino como um processo de transmissão de informações por meio de "macetes" e memorização. Para que se atinja esse tipo de formação, será necessária uma nova postura frente aos conteúdos a serem estudados; afinal, a pretensão do enfoque CTS é buscar e incentivar a participação dos estudantes em conjunto com o professor. (PINHEIRO, 2005, p. 54-55).

Ainda para Pinheiro (2005), o enfoque CTS destaca-se como pedagogicamente próspero para o trabalho educacional no Ensino Médio. Caracteriza-se por uma organização curricular preocupada com a organização conceitual e com uma preocupação em temas sociais, procurando desenvolver o senso crítico por meio do estudo da ciência, voltando-se aos interesses da sociedade, buscando compreender as aplicações e implicações sociais dos conhecimentos científico e tecnológico.

Conforme Bybee (1987) apud Santos e Mortimer (2002), a alegação CTS identifica três objetivos gerais: (1) aquisição de conhecimentos, (2) utilização de habilidades e (3) desenvolvimento de valores. Entre os conhecimentos e as competências a serem desenvolvidos, segundo Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988): a autoestima, a comunicação escrita e oral, o pensamento lógico e racional para solucionar problemas, a tomada de decisão, o aprendizado colaborativo/cooperativo, a responsabilidade social, o exercício da cidadania, a flexibilidade cognitiva e o interesse em atuar em questões sociais.

E em conformidade com os objetivos apresentados pelos autores nos seis parágrafos imediatamente anteriores, entre outros não menos importantes, o trabalho educacional desenvolvido sob o enfoque CTS está em consonância com os direcionamentos apontados pelos documentos oficiais.

Por exemplo, podem ser encontradas importantes observações no que se refere à conexão de ideias entre os PCNEM e a Educação com o enfoque CTS, ambas buscando um

ensino mais reflexivo e contextualizado, que persegue também os objetivos de formar um cidadão crítico, capaz de interagir com a sociedade.

> A garantia de que todos desenvolvam e ampliem suas capacidades é indispensável para se combater a dualização da sociedade, que gera desigualdades cada vez maiores. De quais competências se está falando? Da capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento. Estas são competências que devem estar presentes na esfera social, cultural, nas atividades políticas e sociais como um todo, e que são condições para o exercício da cidadania num contexto democrático. (BRASIL, 2000, p.11-12)

Conforme destacam os PCNEM (2002) e os PCN+ (2002), o ensino da Matemática pode contribuir para que os alunos desenvolvam habilidades relacionadas à representação, compreensão, comunicação, investigação e, também, à contextualização sociocultural.

> Ao final do ensino médio, espera-se que os alunos saibam usar a Matemática para resolver problemas práticos do quotidiano; para modelar fenômenos em outras áreas do conhecimento; compreendam que a Matemática é uma ciência com características próprias, que se organiza via teoremas e demonstrações; percebam a Matemática como um conhecimento social e historicamente construído; saibam apreciar a importância da Matemática no desenvolvimento científico e tecnológico. (BRASIL, 2006, p. 69)

É possível perceber a preocupação em obter uma educação reformulada e que possibilite uma discussão política e social, não alienada, colocando o estudante como ator social, em uma sociedade democrática. “Há, portanto, necessidade de se romper com modelos tradicionais, para que se alcancem os objetivos propostos para o Ensino Médio” (BRASIL, 2000, p.12).

Igualmente, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação n. 9394/96 (LDB), que ao destacar as diretrizes curriculares específicas do Ensino Médio, está preocupada com a proposta de apontar para um currículo de forma orgânica, superando a organização por disciplinas estanques propondo um processo permanente de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Tal proposta consta no Art.36, no qual o currículo do Ensino Médio destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania. (BRASIL, 1996).

Retomando a LDB, a organicidade dos conhecimentos fica mais evidente ainda quando o Art. 36 estabelece, no parágrafo 1º, as competências que o aluno, ao final do Ensino Médio, deverá apresentar:

> Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que ao final do ensino médio o educando demonstre:
> I - domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna;
> II - conhecimento das formas contemporâneas de linguagem;
> III - domínio dos conhecimentos de Filosofia e de Sociologia necessários ao exercício da cidadania. (BRASIL, 1996)

Comumente, ponderações gerais sobre a LDB mostram a necessidade de uma reorganização curricular comprometida, por um lado, com as novas significações do mundo do trabalho contextualizado na economia globalizada, de outro, com o educando que se apropriará desses conhecimentos, aprimorando-se, como sujeito ativo, no mundo do trabalho e na prática social.

Neste mesmo olhar, D'Ambrósio (2005) sugere um novo currículo de ensino, firmado na literacia, materacia e tecnoracia. Tal proposta deve ser entendida como uma resposta educacional ao comprometimento de possibilitar aos jovens os recursos necessários para sua sobrevivência e transcendência nos anos vindouros. É o intuito desse novo modelo curricular conduzir a justiça social.

A literacia é estabelecida como a possibilidade de processar informações, nestas estão a leitura, escrita, cálculo, diálogo, mídia, internet na vida cotidiana (instrumentos comunicativos). A materacia é compreendida como a habilidade de interpretação, como a capacidade de examinar sinais e desvendar códigos, de propiciar a utilização de modos de vida habituais, de preparar abstrações sobre representações do real (instrumentos intelectuais). Por último, a tecnoracia é a capacidade de empregar e ajustar ferramentas, simples ou complexas, incluindo o próprio corpo, aferindo suas possibilidades e suas limitações e a sua acomodação a necessidades e condições diversas (instrumentos materiais) (D'AMBRÓSIO, 2005, p. 116).

Nesse contexto, levando em consideração as citações dos documentos oficiais e dos objetivos de uma Educação com enforque CTS, observa-se a preocupação em obter uma educação reformulada e que possibilite uma discussão política e social, não alienada, colocando o estudante como ator social, em uma sociedade democrática. Para tanto, entende-se que a aplicação de conteúdos específicos com o enfoque CTS é viável e enriquecedora, o que tende a proporcionar a visão ampla dos mecanismos que regem a vida humana nos dias

atuais, refutando, nas palavras de Freire (1983), a educação bancária e proporcionando a emancipação popular.

4.4 CTS NO ENSINO DE MATEMÁTICA: CONVERGÊNCIAS COM A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA

Na sociedade moderna, que é impulsionada por distintos processos e cada vez mais dirigida pelo autoritarismo do mercado tecnocientífico, considera-se que a educação matemática pode envolver-se e cooperar tanto para a mudança quanto para preservação de uma ideologia preponderante.

Lorenzato e Fiorentini (2001), ao relacionarem o ensino e a aprendizagem de matemática ao contexto sociocultural, ressaltam que a matemática e a educação matemática são vistas como práticas socioculturais que atendem a determinados interesses sociais e políticos.

Nessa mesma forma de compreensão, este tópico tem por objetivo discutir a confluência entre as preocupações discutidas pela educação matemática crítica – EMC e as abordagens do enfoque CTS – ambos movimentos impulsionadores de questionamentos críticos e reflexivos acerca do contexto científico-tecnológico e social.

A partir da compreensão de que a educação desempenha um papel específico no desenvolvimento da competência democrática, levantando um conjunto de novos objetivos para a educação, pode-se salientar que um de seus objetivos é preparar para uma cidadania crítica. Como afirma Skovsmose (2008), a educação deve preparar os alunos para uma vida (política) na sociedade.

Em um meio repleto de intencionalidades, vem à tona o movimento da educação matemática crítica, que objetiva despertar questionamentos, estimular a criticidade, de forma a provocar no educando maior participação social. Por isso,

> Ações baseadas em matemática devem ser analisadas criticamente, levando-se em conta a sua diversidade. Esse olhar crítico sobre a matemática mostra que nos desligamos da “crença da ciência” e da “crença na racionalidade matemática” que fizeram parte do pensamento moderno, iniciado pela revolução científica. (SKOVSMOSE, 2008, p. 12)

Com essa perspectiva, o ensino de matemática muda seu foco, deixando de estar centralizado na destreza de ensinar técnicas, isto é, as habilidades matemáticas passam a ser

ferramentas na interpretação da realidade. Skovsmose (2007) afirma que o ensino da Matemática contribui para o fortalecimento da cidadania, quando transmitida de forma crítica, ou, pode também corroborar com a exclusão social, se o educador desconsiderar os aspectos sociológicos e humanos que a circundam.

O autor supracitado aponta três tipos de conhecimentos matemáticos a serem desenvolvidos na formação dos indivíduos. O primeiro diz respeito ao conhecer matemático, ou seja, o conhecimento que trata da aprendizagem das habilidades e ferramentas matemáticas que são ensinadas aos alunos, isto é, um conhecer ligado de forma mais intrínseca com a matemática.

O segundo diz respeito ao conhecer tecnológico, em que a matemática é tida como pano de fundo para compreensão das tecnológicas e ferramenta para construção dessas, através de modelos matemáticos. O terceiro tipo de conhecimento, chamado de conhecimento reflexivo, se relaciona exatamente com as relações que a matemática enquanto ciência e ferramenta de desenvolvimento tecnológico mantém com a sociedade.

Numa discussão semelhante, Matos (2004) destaca que para educar matematicamente nessa perspectiva é necessário ver o conhecimento matemático sob outra perspectiva.

> (...) o conhecimento matemático é continuamente criado e recriado à medida que as pessoas atuam e refletem sobre o mundo. O conhecimento não é fixado de modo permanente nas propriedades abstratas dos objetos matemáticos. Adquirir conhecimento e produzir conhecimento são dois momentos de um mesmo ciclo. Esta ideia envolve a noção de que o conhecimento é um produto emergente da ação e da interação da consciência humana e da realidade. (MATOS, 2004, p. 2)

Em consonância com o terceiro tipo de conhecimento matemático de Skovsmose (2001), e com a afirmação de Matos (2004), Santos e Mortimer (2002) dizem que os currículos com ênfase em CTS apresentam como objetivo geral preparar os alunos para o exercício da cidadania, e caracterizam-se por uma abordagem de conteúdos científicos no seu contexto social.

Assim, muito mais que uma sigla, a tríade CTS, representa um imbricamento indispensável entre a sociedade, a ciência e a tecnologia. Não se trata apenas de um novo campo de estudo, “é uma epistemologia diferente para entender a importância, as relações e as interferências da tecnologia e da ciência numa sociedade ainda não desperta para a sua relevância dentro do processo” (BAZZO et al, 2014, p. 64-65).

Com essa reflexão, ao discutir uma abordagem crítica-reflexiva que pode relacionar a educação ao “ato de questionar e tomar decisões, estabelecendo um vínculo com a vida em sociedade e os conhecimentos matemáticos” (CIVIERO; SANT’ANA, 2013, p. 695), é

possível identificar que as preocupações que estão no escopo dos estudos CTS, se conectam com as preocupações da Educação Matemática Crítica.

Por isso,

> Quando falamos em entender os meandros da tecnologia, queremos dizer que ela é parte inerente da nossa compreensão de mundo. É quase como uma "alfabetização" necessária para todos. Tal qual um processo inicial de aprendizagem da leitura e da escrita. Não entender a relação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade é estar vulnerável aos caprichos do poder hegemônico, que ainda continua a determinar a maneira que devemos nos comportar perante o mundo capitalista, industrial, e diante de outras ideologias e sistemas deste imenso planeta Terra. (BAZZO, 2015a, p. 27)

Em outras palavras, a tecnologia está estabelecida de tal forma na vivência da sociedade, modelando estilos de vida, que já não é praticável tratá-la como um fenômeno isolado da dinâmica social, demarcado por um debate simplista de cunho técnico científico.

5. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

5.1 FUNÇÃO EXPONENCIAL A PARTIR DO ACIDENTE NUCLEAR DE CHERNOBYL

5.1.1 Desenvolvimento da aula

Trata-se de uma aula realizada com a turma do 1° ano do Ensino Médio, a qual é composta por 32 alunos, mas participaram da pesquisa apenas 26, pelo fato da realização dessa atividade ter ocorrido na primeira semana de volta às aulas, depois do recesso de julho, e nem todos os alunos retornaram na data estabelecida pelo calendário escolar.

Os resultados de Matemática do 2° bimestre, divulgados aos discentes antes do recesso escolar, se mostraram abaixo das expectativas dos mesmos, com isso, a turma revelou um comportamento apático e sem motivação às aulas que sucederam o resultado. Diante dessa justificativa, o objetivo dessa aula foi relacionar a Matemática com o cotidiano do aluno, a fim de surpreendê-los com uma aula interdisciplinar e dessa forma apresentar a possibilidade da construção de uma imagem estimulante e motivadora no que tange ao ensino da Matemática, desmistificando a ideia de genialidade através de seus conceitos e métodos para resolver situações-problemas envolvendo temas sociais.

O planejamento desta aula foi realizado para dois dias, utilizando três tempos de 50 minutos ininterruptos por dia, que já estão estabelecidos no quadro de horário da instituição. O espaço físico foi a própria sala de aula, e os temas previstos foram acidentes nucleares, desastre ambiental, ciência-tecnologia-sociedade e função exponencial.

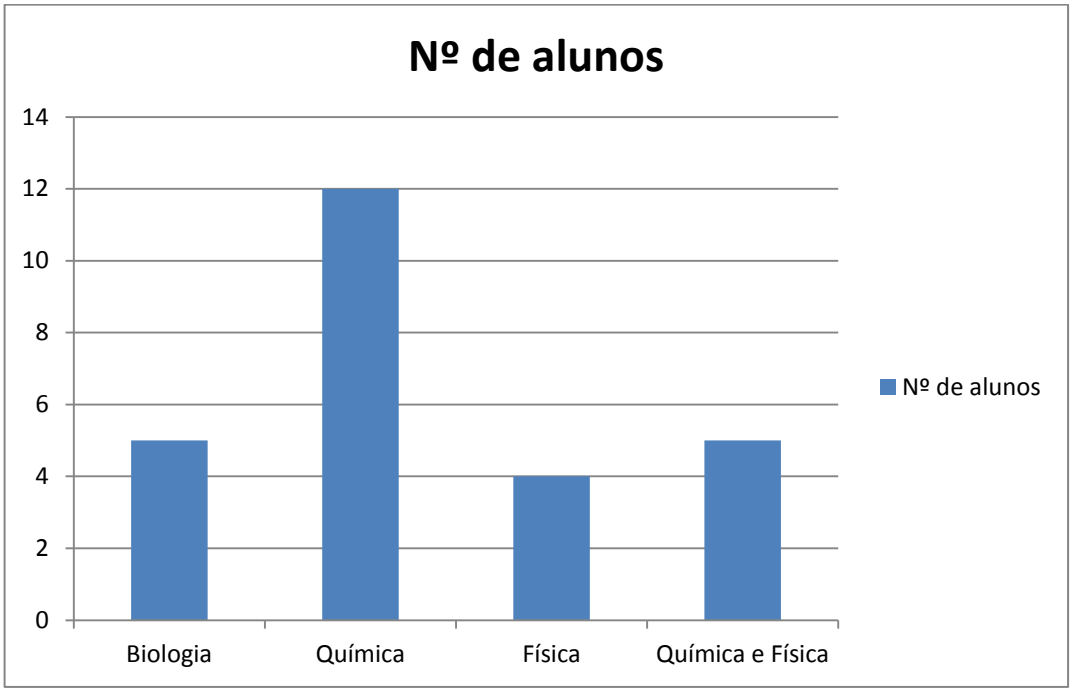
5.1.2 Discussões e resultados

A primeira aula foi iniciada com o propósito de obter uma visão geral do conhecimento prévio de cada aluno, a partir das seguintes perguntas: o que sabem sobre o acidente nuclear de Chernobyl e os efeitos da radiação? O que conhecem sobre a Meia Vida de elemento radioativo? Quais são as disciplinas que poderiam trabalhar com este assunto?

Para Chagas e Sovierzoski (2014), ao tomar o conhecimento prévio como base para o novo conhecimento, o professor promove o desenvolvimento de um novo aprendizado e também expande o aprendizado anteriormente adquirido, construindo novos significados.

Quanto ao primeiro questionamento, dos 26 alunos presentes, doze não responderam nada, sugerindo que não tinham conhecimento algum sobre o assunto, e quatorze responderam parcialmente, porém disseram que não aprenderam sobre acidente nuclear na escola; para a segunda pergunta, dezoito alunos não responderam sobre o assunto e oito deram respostas que não se relacionavam com a pergunta feita, sobre a terceira pergunta as respostas foram representadas no Gráfico 2 abaixo:

Gráfico 2: Disciplinas na visão dos alunos que estão associadas a acidentes nucleares.



Fonte: Elaboração própria.

A partir dessas respostas, percebe-se a necessidade de um professor que vá além do tradicional, que promova a conscientização, senso crítico e problematize o conteúdo com o cotidiano do aluno para que, assim, este possa atuar de forma participativa na sociedade em que vive, como mostram em seus trabalhos Bomfim e Piccolo (2011); Santos (2012) e Bazzo (2016).

Em seguida, fatos marcantes da história do acidente nuclear foram apresentados aos alunos, por exemplo, que a quantidade de material radiativo liberado na explosão foi pelo menos 100 vezes maior do que o material liberado nas explosões em Hiroshima e Nagasaki, que a região foi o cenário do maior acidente nuclear de todos os tempos, que o acidente em Chernobyl é o único que atingiu o nível 7 na Escala Internacional de Eventos Nucleares, o que o torna o maior acidente provocado pelo homem em toda a História, e ainda, que médicos da

Europa Oriental e União Soviética incentivaram o aborto em mulheres afetadas, para evitar o nascimento de filhos com deficiências.

Logo após, foi apresentado um vídeo, que está disponível em: ***<https://globoplay.globo.com/v/4978612/>***, acessado em 26 maio de 2016, com duração de aproximadamente 14 minutos, exibido pelo Fantástico sobre Chernobyl, 30 anos depois do desastre nuclear, que mostra o complexo nuclear V.I. Lenin, através de um passeio pela cidade. Uma reportagem de dois capítulos, na qual os repórteres Álvaro Pereira Júnior e Marcelo Benincassa contam as histórias de pessoas afetadas diretamente pela tragédia.

Terminada a exibição do vídeo, foi proposta para a próxima aula uma pesquisa norteada pelo seguinte roteiro:

> ***1***. *Quem é o maior responsável por um acidente nuclear: os cientistas cujas pesquisas oportunizaram a manipulação da energia nuclear ou as pessoas que manipulam a energia nuclear para diversos fins, como construção de bombas, ou para o uso de áreas como medicina e farmácia? Explique sua escolha.*
> ***2***. *Qual a responsabilidade do governo e das indústrias num acidente nuclear?*
> ***3***. *No caso do acidente em Chernobyl, avalie do ponto de vista ético, o governo soviético.*
> ***4***. *O acidente nuclear de Chernobyl trouxe impactos ambientais e revelou os riscos que a sociedade corre diante da ciência e da tecnologia. A operação de uma usina nuclear produz lixo altamente radioativo, para onde vai esse lixo?*
> ***5***. *No Brasil, as pessoas estariam preparadas para um vazamento nas usinas de Angra dos Reis? Alguém sabe tecnicamente como funciona uma usina nuclear? Quais consequências locais e globais que uma usina pode acarretar quando está ou não em funcionamento?*

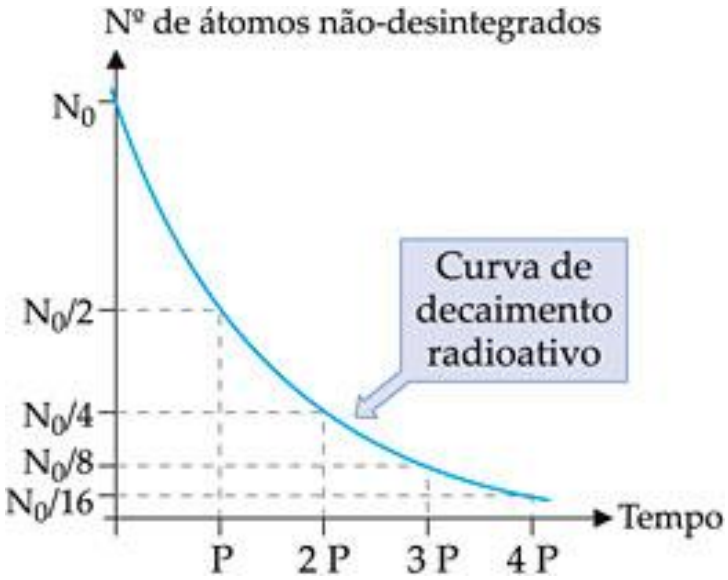
O segundo dia da atividade começou com a leitura do poema Rosa de Hiroshima, de Vinícius de Moraes, para uma interpretação oral livre, e também para iniciarmos uma conversa conectando o acidente nuclear de Chernobyl à questão do poder que envolveu grandes potências capitalistas no pós-guerra. Além disso, teceram-se comentários referentes à pesquisa indicada na aula anterior.

Após esta etapa, apenas de caráter introdutório, que durou cerca de 20 minutos, foi apresentado o conceito de meia-vida de um elemento radioativo e os efeitos da radioatividade no corpo humano. Assim, foi dito ao aluno que a meia-vida de um elemento radioativo

consiste no tempo em que uma amostra desse elemento leva para reduzir-se à metade. Este intervalo de tempo também é chamado de período de semidesintegração, e, à medida que os elementos radioativos vão se desintegrando no decorrer do tempo, a sua quantidade e atividade vão reduzindo, e, por consequência, a quantidade de energia emitida por ele, em razão da radioatividade, também é reduzida.

Em seguida, foi apresentado, através do gráfico de decaimento exponencial, o conceito de meia-vida de um elemento radioativo, $N = No/2^x$ sendo N o número de átomos final (*restantes*), No o número de átomos inicial, X o número de meia-vida de períodos que se passou.

Gráfico 3: Decaimento exponencial



Fonte: http://quimica-cem02.blogspot.com.br/2012/04/radioatinidade.html

Sendo o número de átomos (n) diretamente proporcional à massa (m) de átomos na amostra, vale ainda a relação: $M = Mo/2^t$, em que é possível calcular a meia vida desses elementos, sendo M a massa residual (*kg*), Mo a massa inicial (*kg*) e t é o número de períodos de meia-vida que se passou.

Tendo em conta que a resolução desse cálculo se dá através de uma Função Exponencial, esse momento foi utilizado para introdução deste assunto, iniciando com uma revisão de potenciação, notação científica e radiciação; em seguida, foi construído no quadro o gráfico de uma função exponencial, e, com o auxílio do software Winplot[5] e em projeção

[5] O Winplot é um bom plotador de gráficos e, apesar de não possuir uma interface gráfica tão sofisticada como outros softwares, possibilita um manuseio fácil e rápido. Além disso, é um programa "leve" e funciona em praticamente qualquer computador.

multimídia, foram apresentados os gráficos de outras funções exponenciais. Logo após essa apresentação, os alunos puderam iniciar suas próprias construções no caderno.

Segundo Borba e Penteado (2001), as vantagens de usar as tecnologias são inúmeras, como possibilitar um número maior de simulações e experimentações, por exemplo, o que torna algo fundamental, invertendo a ordem de exposição oral da teoria, exemplos e exercícios bastante usual no ensino tradicional, e permitindo uma nova ordem: investigação e, então, teorização.

Foram também preconizados dois exercícios, contextualizados com acidentes nucleares e que necessitavam do conhecimento prévio desse conteúdo para as resoluções. O primeiro foi realizado com o auxílio do professor, e o segundo seria realizado somente pelos alunos:

Problema 1 - Chernobyl, na Ucrânia, ainda guarda os vestígios da explosão do reator 4, que espalhou radiação pelo país e por áreas vizinhas. A usina era formada por reatores dos tipos RBMK – Reator nuclear arrefecido por água moderado a grafite – e PRW – Reator de água pressurizada – que podiam produzir 1000 megawatts de energia elétrica. O acidente na usina acarretou muitas mortes e os soviéticos tentaram esconder o acidente do mundo, mas os níveis de radiação foram detectados em outros países. Sabendo que esse último modelo é usado na usina de Angra, construída próxima a reservatórios de água, caso aconteça um acidente nuclear nesta região, e considerando que uma substância radioativa desintegra-se de modo que, decorrido o tempo t, em anos, a quantidade ainda não desintegrada da substância é $S = S_0 . 2^{-0,25t}$, em que S_0 representa a quantidade de substância que havia no início. Qual é o valor de t para que a metade da quantidade inicial desintegre-se?

Problema 2 - Em setembro de 1987, Goiânia foi palco do maior acidente radioativo ocorrido no Brasil, quando uma amostra de césio-137, removida de um aparelho de radioterapia abandonado, foi manipulada inadvertidamente por parte da população. A meia-vida de um material radioativo é o tempo necessário para que a massa desse material se reduza a metade. A meia-vida do césio-137 é 30 anos, e a quantidade restante de massa de um material radioativo, após t anos, é calculada pela expressão o $M(t) = A . (2,7)^{kt}$, em que A é a massa inicial e k uma constante negativa. Considere 0,3 como aproximação para $\log_{10} 2$. Qual o tempo necessário, em anos, para que uma quantidade de massa do césio-137 se reduza a 10% da quantidade inicial?

A avaliação da atividade foi feita através de uma roda de conversa. Segundo Nascimento e Silva (2009), a roda de conversa propicia a participação coletiva de reflexões e

discussões, na qual os sujeitos envolvidos, além de se expressarem, também escutam os outros e a si próprios, num processo de construção da autonomia e da socialização de saberes.

Dessa forma, os alunos foram convidados a manifestarem suas opiniões sobre a aula interdisciplinar a partir da abordagem CTS, e, como diz Melo e Cruz (2014, p. 33), "sem a preocupação com o estabelecimento de um consenso, podendo as opiniões convergirem ou divergirem, provocando o debate e a polêmica".

Abaixo, falas de diferentes alunos sob recorte para exemplificar a análise posterior:

Aluno 1: "*eu não imaginava uma aula de matemática tão diferente".*
Aluno 2: *"professor, foi muito bacana associar a matemática a outros assuntos, inclusive assuntos que têm a ver com a nossa vida".*
Aluno 3*:"eu não conhecia o acidente nuclear de Chernobyl e nunca imaginei conhecer numa aula de matemática".*
Aluno 4*: "parabéns, professor; eu nunca tive uma aula como essa".*
Aluno 5*: "eu nunca imaginei que poderia existir um programa de saúde que desse apoio para mulheres grávidas que viveram nos territórios contaminados para que abortassem, muito menos saber disso numa aula de matemática".*
Aluno 6*: "professor, agora não queremos mais aulas de matemática convencional".*

As outras falas estão no mesmo contexto das anteriores, e isso mostra o quanto a aproximação do conteúdo com a realidade traz mais interesse para o aluno sobre a temática desenvolvida. Dessa forma, ficou evidente, tendo em vista as participações e as opiniões acima registradas, que o campo de ensino da matemática com abordagem CTS é prometedor e rico em discussões. Tal enfoque contribuiu com o aprendizado da matemática tornando-o mais dinâmico e atraente. Os assuntos abordados durante as aulas, feitos para suscitar discussões em torno de temas significativos para a vida humana, expressaram que o comprometimento com a disciplina torna-se agradável, proporcionando a independência para o aluno expressar suas opiniões e sugestões.

5.1.3 Considerações

O pensamento que os alunos tinham sobre a Ciência e a Tecnologia era um tanto comum, uma visão isenta dos contextos políticos e sociais. Para eles a Ciência e a Tecnologia

mostravam-se sempre de forma positiva, só estimulando avanços e, quase sempre, levando ao avanço social, ou seja, uma visão linear, uma visão de neutralidade a respeito delas, mas ao final, após a apresentação da aula, após discussões acerca do assunto e da realização da atividade, essa crença de neutralidade foi abatida.

As declarações dadas pelos alunos sustentam a avaliação de que o emprego do enfoque CTS possibilita um aprendizado de qualidade extensiva, tornando o estudante ainda mais envolvido, o que está em concordância com os apontamentos encontrados nos documentos oficiais.

Ficou claro que o conteúdo de Função Exponencial introduzido numa abordagem interativa e reflexiva foi motivador, pois os alunos sentiram-se convidados a se posicionarem diante de problemas que o próprio ser humano vem gerando à humanidade, contribuindo para que ele exerça seu papel participativo na sociedade.

Entretanto, algumas considerações devem ser feitas quanto às demarcações de se trabalhar a matemática com a abordagem CTS. A primeira está relacionada ao tempo de preparação das aulas e, além do preparo da aula, o professor precisa estar preparado, e isso carece, por vezes, de grande tempo de leitura. O professor também deverá estar em ação constante no rastreio de informações, diferenciado daquele ensino tradicional.

Em segundo lugar, as aulas devem estar com as intenções nítidas, tendo em vista que a abrangência das temáticas contendo a ciência e a tecnologia é enorme. Os conteúdos, procedimentos e exercícios não estão concluídos como são achados no livro. Outra circunstância a ser conhecida é a dinâmica da sala de aula. O ensino de matemática na abordagem CTS sugere um ensino democrático, nesse caso, o ponto de vista do aluno é muito importante.

5.2 MATEMÁTICA E MEIO AMBIENTE: TROCANDO EXPERIÊNCIAS EM SALA DE AULA

5.2.1 Desenvolvimento da aula

A turma foi composta por 65 alunos que fazem parte do corpo discente do Ensino Médio, sendo 28 alunos do 1º ano, 22 alunos do 2º ano e 15 alunos 3º ano. A proposta desta aula foi realizada em um único dia, utilizando três tempos de 50 minutos ininterruptos. O espaço físico foi a própria sala de aula no dia da semana que consta as aulas de Matemática já

estabelecidas no quadro de horário da instituição, em uma das turmas. Com a junção das turmas, participaram da aula os professores de Ciências Biológicas e de Língua Portuguesa, que estavam em seus respectivos tempos.

5.2.2 Discussões e Resultados

O primeiro momento foi iniciado com os alunos respondendo a um questionário com o propósito de ter uma visão de cada aluno, a partir das seguintes perguntas: **1**) Já participaram de aulas sobre Educação Ambiental no Ensino Médio? Caso positivo, em qual disciplina? **2**) O que vocês entendem sobre desenvolvimento sustentável? **3**) Se não desejamos destruir a natureza, por que isso segue acontecendo? Por que a degradação persiste? **4**) O "ser humano" tem alguma responsabilidade nessas mudanças que estão ocorrendo no meio ambiente? **5**) O que acham dessa conexão entre Matemática e o Meio Ambiente?

Após ouvir as respostas e discutir sobre as mesmas, foi utilizada a projeção multimídia para apresentação de algumas imagens, com a intenção de problematizar o que entendemos que seja ecologicamente correto, como separação do lixo para coleta seletiva, mas em alguns bairros e municípios não há essa coleta; troca das lâmpadas incandescentes por fluorescente, mas a quantidade de mercúrio apenas em uma destas lâmpadas é capaz de tornar não potável cerca de 20 mil litros de água; e, ainda, imagens com exemplos de energias renováveis, por exemplo. Foram também problematizadas frases como "consuma produtos orgânicos", "consuma menos água", "vá ao trabalho de bicicleta", "colete óleo de cozinha para fazer sabão", "recicle garrafa pet" e outras. Seguem alguns exemplos:

Imagem 1: Coleta seletiva

Fonte : http://emaasarecolectoraderesiduos.blogspot.com.br/

Imagem 2: Caminhão de lixo inadequado

Fonte: http://www.jacobinanoticia.com.br/jacobina-caminhao-de-lixo-poe-em-risco-a-vida-de-garis-diariamente/

Imagem 3: Descarte incorreto de lâmpadas fluorescentes

Fonte: http://www.portaldepaulinia.com.br/noticias-da-regiao/noticias/18771-descarte-incorreto-de-lampadas-traz-riscos-a-saude.html

Imagem 4: Energia Limpa

Fonte: http://brasilescola.uol.com.br/quimica/energia-limpa.htm

Imagem 5: Produtos Orgânicos

Fonte: https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-mercado-para-os-produtos-organicos-esta-aquecido,5f48897d3f94e410VgnVCM1000003b74010aRCRD

Imagem 6: Usos da água

Filme: http://jornalggn.com.br/tag/blogs/crise-hidrica?page=5

Imagem 7: Reciclagem

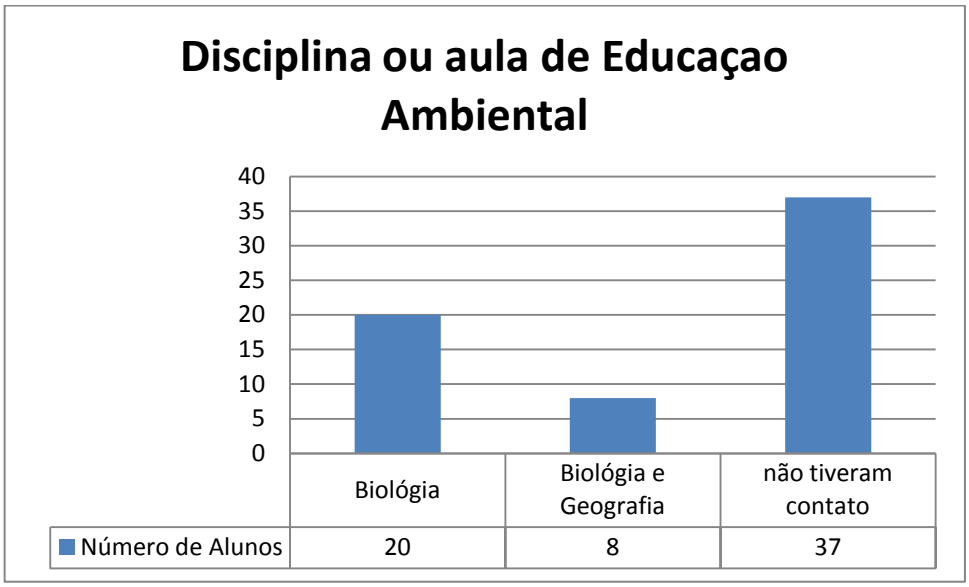
Fonte: https://br.pinterest.com/pin/561824122237907446/

Após a apresentação dos slides e a discussão das imagens, foi proposto o seguinte questionamento: **Então, será que temos saída?** Em debate, chegou-se à seguinte conclusão: "*Pode-se encontrar uma solução, porém ela não é totalmente clara, deve-se tentar descobrir caminhando, processando, acreditando, revendo, inovando e pensando sempre*".

Quanto à primeira pergunta, dos 65 alunos presentes, 37 responderam não ter contato com nenhuma aula ou disciplina de Educação Ambiental, sendo 17 alunos do 1º ano, 15 do 2º ano e 5 do 3º ano. Dos 28 alunos que responderam que já tiveram contato com alguma disciplina ou aula de Educação Ambiental, todos disseram que foi Ciências Biológicas; desses, oito afirmaram também que ouviram superficialmente em Geografia.

Para auxiliar o entendimento, a distribuição foi representada no Gráfico 4 abaixo:

Gráfico 4: Alunos que já participaram de aulas de Educação Ambiental no Ensino Médio



Fonte: Pesquisa realizada pelo autor

Observando as respostas, percebe-se o quanto as disciplinas estão individualizadas. Não há ligação, não há conexões umas com as outras, apesar dessa discussão no Brasil ter estado presente em documentos educacionais desde os anos 70, quando sua utilização estava inicialmente articulada à noção de integração (FAZENDA, 1979).

Gallo (1999) afirma que a organização curricular das disciplinas coloca-as como realidades estanques, sem interconexão alguma, dificultando para os alunos a compreensão do conhecimento como um todo integrado, sendo a construção de uma cosmovisão abrangente e que lhes permita uma percepção totalizante da realidade.

A segunda pergunta foi respondida por 60 alunos, basicamente, como a utilização consciente dos recursos da natureza, de forma que consiga reutilizar e preservar o meio ambiente, diminuindo a poluição, economizando água, reciclando e cuidando da natureza pensando na geração futura. Os demais não responderam.

Considerando as respostas, percebe-se que o conceito informado pelos alunos é o mesmo que vemos e ouvimos nos meios de comunicação, em geral, quase que um conceito popular e que vem sendo utilizado nos últimos anos de forma paradoxal, como afirma Bomfim (2010), tornou-se uma justaposição inconciliável entre duas palavras, no caso: "Desenvolvimento e Sustentável". Não houve nenhum questionamento sobre o discurso harmonioso de desenvolvimento e sustentabilidade, e também não houve nenhuma reivindicação ao sistema social que tem uma lógica de consumo associada ao produtivismo.

Bomfim e Piccolo (2011) alertam que é comum a mídia propor uma educação ambiental limitada a um programa de higienização, restringindo-se a não sujar as ruas, à coleta de garrafas e bolsas de plástico, como também ao recolhimento de latinhas de alumínio, baterias, entre outras ações; no entanto, é importante o avanço das discussões, como a poluição advinda do uso dos automóveis, a contaminação dos rios mediante a liberação de esgotos não tratados, a poluição visual ligada ao consumo para que dessa forma possa ser evidenciada a responsabilidade das indústrias, empresas e mesmo instituições públicas no papel de poluir e degradar o meio ambiente.

Atuar numa educação ambiental crítica é ter a plenitude de seu exercício participativo como cidadão, é caminhar rumo à democracia e à emancipação social, é educar não somente na escola, mas além de seus muros, onde deve ser considerado o olhar dos grupos envolvidos; é ser interdisciplinar, é conclamar os excluídos dos processos básicos da tomada de decisão, é poder incentivar discussões que envolvam CTS, por exemplo, questionando o porquê das escolhas de algumas matrizes energéticas que equivocadamente ainda são utilizadas no Brasil (DIAS e BOMFIM, 2011).

Na terceira questão, as respostas foram unânimes. Afirmaram que a humanidade, no geral, não se importa com o meio ambiente, acredita que a natureza durará para sempre, preocupa-se com o futuro e se esquecem do meio em que vivem. Essa foi uma boa oportunidade para apontar que o ser humano vem sendo o principal responsável por uma série de mudanças no meio ambiente, e que o maior impasse para a proposta de "desenvolvimento" sustentável não é a produção de lixo como vem sendo apontado, e sim o consumo.

Com relação à quarta pergunta, todos responderam que sim, o ser humano tem total responsabilidade nas mudanças climáticas que estão ocorrendo. É importante discutir e fazer

com que todos percebam que, da mesma maneira que aumenta o nível de consciência ecológica, também aumenta a degradação da natureza. A revista Época fez uma entrevista ao Glaciologista americano Robert Bindschadler, do Instituto Goddard, da NASA, e seus estudos mostraram:

> (...) como certo que, ainda neste século, antes de 2100, nós vamos ver um aumento de 1 metro no nível do mar. Na Antártica, a parte que está derretendo mais rápido é a porção oeste (...). [Duas grandes geleiras por lá] parecem vulneráveis a um colapso em uma questão de séculos. Isso seria o tal aumento de 5 metros no nível do mar. Mas eu nem gosto mais de falar sobre isso. Os impactos da elevação de 1 metro no nível do mar serão tão grandes que é com eles que devemos nos preocupar. (ÉPOCA, 2009, p.12)

Na última pergunta, todos os 65 alunos responderam que sim, a Matemática tem conexão não só com o Meio Ambiente, mas também com diversos outros assuntos em outras disciplinas. Essa resposta é uma boa oportunidade para refletir o porquê de uma disciplina com um bom tempo de horas/aula semanais raramente fazer conexões com outras áreas do saber, já que as competências, a interdisciplinaridade e a contextualização passaram a fazer parte do discurso de uma boa parte dos educadores, principalmente a partir das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

O último tempo desta aula foi utilizado para se discutir os possíveis problemas gerados pelo Parque Industrial da Bayer, maior unidade de Produção da América Latina e a segunda maior unidade de Formulação de Inseticidas, Fungicidas e Herbicidas Bayer do mundo, estabelecido no mesmo município da escola em pauta.

Em seguida, foi proposta uma atividade em grupo, aproveitando a oportunidade para se trabalhar o conteúdo de Porcentagem, necessário nos três anos do Ensino médio. No 1º ano, quando ensinado o conteúdo de conjuntos, no 2º ano quando ensinado o conteúdo de probabilidade, e no 3º ano quando ensinado o conteúdo de matemática financeira.

Atividade proposta:

Leia o texto abaixo, discuta com seus colegas de grupo e trabalhe as situações-problema:

O lixo produzido nas residências é chamado de lixo doméstico ou domiciliar e resulta de atividades cotidianas como: limpar a casa, cozinhar, ir ao banheiro, estudar, fazer compras, etc. No Brasil, cada pessoa produz entre 300 a 500 gramas por dia, podendo chegar a 1 kg

por dia nos grandes centros urbanos, sendo que 50% correspondem a sobras de alimento, ou seja, resíduos orgânicos, e os outros 50% correspondem a materiais descartáveis.

No decorrer do último século, a população mundial dobrou de tamanho, já somamos cerca de 6 bilhões de habitantes, todos produzindo lixo em maior ou menor quantidade. Em geral, quanto mais rico e industrializado for um país, maior será também a produção e o consumo de descartáveis, consequentemente, a quantidade de lixo produzido por seus habitantes será mais elevada, com plásticos, papéis e latas em abundância.

Fonte: Comissão especial para analisar a questão do lixo no Rio Grande do Sul. Disponível em http://www.al.rs.gov.br/download/ComEspLixo/Relatorio_final_%20lixo.pdf

Pensando nesta situação, vamos analisar o problema em nossa cidade:

- *Agora, tentando se basear na informação do texto acima, calcule: Quanto de lixo, aproximadamente, você e sua família produzem em sua casa por dia? E por mês? E por ano?*

- *A cidade do Rio de Janeiro possui aproximadamente 6 520 266 habitantes. Vamos tentar calcular, aproximadamente, o quanto de lixo nossa população produz por dia? E por mês? E por ano?*

- *Analisando as informações, o que você acha que pode acontecer com essa grande quantidade de lixo produzido em sua cidade?*

A aula foi concluída em outro dia, marcado previamente com a direção da escola, quando foi realizada uma visita ao Museu do Amanhã, localizado na Praça Mauá, no Centro do Rio de Janeiro, um museu de ciências, um ambiente de ideias, explorações e perguntas sobre a época de grandes mudanças em que vivemos e os diferentes caminhos que se abrem para o futuro, refletindo acerca dos seguintes questionamentos: De onde viemos? Quem somos? Onde estamos? Para onde vamos? Como queremos ir?

Imagem 8: Chegada ao museu

Foto registrada pelo autor.

Imagem 9: Conversa dos alunos com a Guia do museu

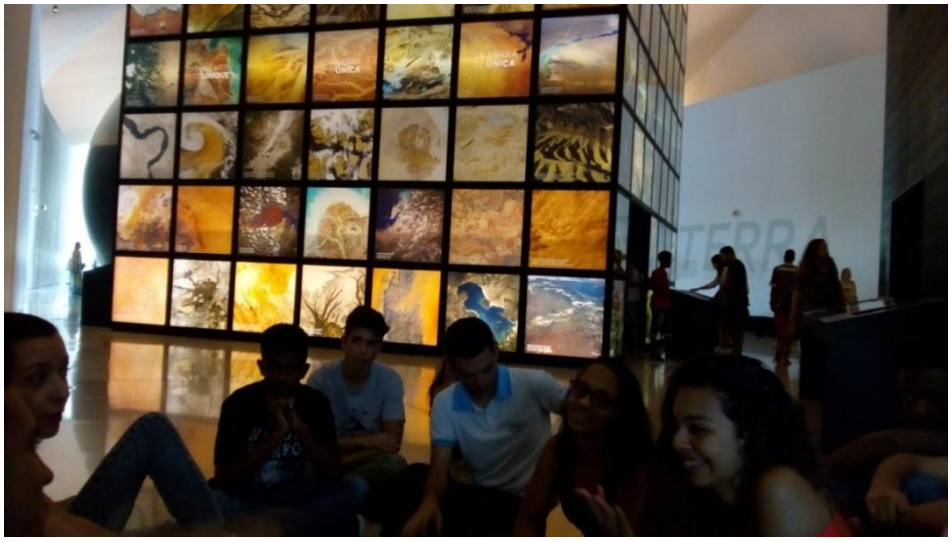


Foto registrada pelo autor.

Antes de iniciar o percurso e conhecer as exposições presentes na visita educativa, a acompanhante do museu reuniu os alunos para uma conversa descontraída, baseando-se na seguinte pergunta: “Por que um Museu do Amanhã?”. Após ouvi-los, a acompanhante respondeu: “porque vivemos em uma nova era, em que o conjunto da atividade humana tornou-se uma força de alcance planetário. Somos capazes de intervir na escala de moléculas e de continentes. Manejamos átomos e criamos microrganismos artificiais. Desviamos o curso de grandes rios, alteramos florestas, influenciamos a atmosfera, transformamos o clima, ou

seja, habitamos num planeta que vem sendo profundamente modificado por nossas ações". E concluiu a conversa pedindo que os alunos refletissem durante todo o percurso no museu sobre o seguinte questionamento: "Que amanhãs serão gerados a partir de nossas próprias escolhas?".

Imagem 10: Como poderemos viver e moldar os próximos 50 anos

Foto registrada pelo autor.

Imagem 11: Segundo momento da Exposição Principal – Cubo do Pensamento

Foto registrada pelo autor.

Este segundo momento está associado à pergunta "Quem somos?". Somos matéria, vida e pensamento. Nesta exposição, estão representados três cubos de sete metros de altura, todos têm um lado interior e um exterior. No cubo da Matéria, os alunos tiveram uma visão unificada da Terra. No segundo, o cubo da Vida remete os alunos ao suporte bioquímico do

código básico que coordena a composição e o desenvolvimento de todos os seres vivos, o DNA. O terceiro cubo apresenta a dimensão do Pensamento, ilustrado por centenas de imagens que retratam diferentes aspectos de nossa vida, sentimentos e ações.

Imagem 12: Alunos no antropoceno

Foto registrada pelo autor.

Imagem 13: Alunos no antropoceno

Foto: registrada pelo autor.

Antropoceno é o momento central da Exposição Principal: o prefixo grego “antropo” significa humano; e o sufixo “ceno” denota as eras geológicas. Neste momento, a pergunta a ser explorada pelos alunos foi: “Onde estamos?”. Na exposição, seis totens com dez metros de

altura trazem conteúdo audiovisual sobre como moldamos o planeta e as mudanças climáticas extremas.

Imagem 14: Alunos na área dos amanhãs

Foto registrada pelo autor.

A área dos Amanhãs foca nas grandes tendências globais, nas quais existirão mais pessoas no mundo, vivendo por muito mais tempo. Cidades gigantescas e hiperconectividade. A convivência com pessoas das mais diferentes culturas e modos de vida fará parte do nosso cotidiano. Como e onde vamos viver? Os alunos foram convidados a pensar nas questões de sustentabilidade e convivência em três espaços: Sociedade, Planeta e Humano.

Imagem 15: Ambiente de uma oca, simbolizando o conhecimento indígena

Foto registrada pelo autor.

É aqui que os alunos encontraram o único objeto físico integrante do acervo do museu: um churinga. Esse artefato dos aborígines australianos, de aparência, para nós, enigmática, é, na verdade, uma ferramenta. Contudo, não serve para furar ou cortar: trata-se de um utensílio simbólico. Serve, para aquele povo e muitos outros, como uma ferramenta temporal, para associar o passado ao futuro. Os saberes das gerações passadas que são legadas às futuras. O churinga representa, assim, a própria continuidade do povo e de sua cultura.

O percurso da Exposição Principal encerrou com o exercício da imaginação em Nós, propondo o engajamento dos alunos na ideia de que o Amanhã começa agora, com as escolhas que são feitas. A reflexão estimulada foi: "Vivemos em um planeta profundamente transformado pela nossa própria intervenção. O hoje é o lugar da ação. Qual será o nosso legado para as próximas gerações?

5.2.3 Considerações

Decorrido aproximadamente 20 anos desde a publicação da LDB/96, algumas pesquisas indicam que não houve mudanças relevantes na escola, já que esses documentos tinham o propósito de assegurar a mudança nas práticas educacionais até então correntes. Eles são pouco discutidos na formação inicial dos novos profissionais, recentes a este processo. O que se torna uma das principais dificuldades para que as mudanças sugeridas tanto nas DCNEM como nos PCN cheguem à sala de aula, pois há pouca compreensão dos professores acerca de temas fundamentais presentes nesses documentos, notadamente um currículo estruturado por competências, interdisciplinaridade e contextualização.

Em face dessa importância, dadas essas mudanças, é que os Parâmetros Curriculares Nacionais (1999) indicam como objetivo da matemática, como disciplina escolar no Ensino Médio, possibilitar ao aluno estabelecer conexões entre diferentes temas matemáticos, e entre esses temas e o conhecimento de outras áreas do currículo.

Diante desses novos requisitos, percebe-se a necessidade de professores polivalentes, com características que incluem e vão além do conhecimento do conteúdo; um professor (cri)ativo, produtor, mediativo, eficiente, participante, pesquisador-ativo e agente de transformação, pelo menos no âmbito da sala de aula, da escola e da comunidade escolar.

5.3 MATEMÁTICA A SERVIÇO DA CIDADANIA: CONTRIBUINDO COM OS DIREITOS HUMANOS

5.3.1 Desenvolvimento da aula

Trata-se de uma aula realizada com a turma do 2° ano do Ensino Médio, tomando-se como base o conteúdo de Trigonometria: resolução de triângulos retângulos. A turma é composta por 22 alunos, com faixa etária variando entre 15 e 17 anos.

A proposta desta aula foi realizada em um único dia, utilizando-se três tempos de 50 minutos ininterruptos; o espaço físico para a sua realização foi a própria sala de aula, no dia da semana em que já está estabelecida a aula de matemática no quadro de horário da instituição.

5.3.2 Discussões e resultados

Nos primeiros minutos da aula foi apresentado aos alunos o fato de que a acessibilidade ainda é um grande problema nos grandes centros urbanos. Por exemplo, trafegando pelas ruas encontramos com frequência vagas destinadas a pessoas com necessidades especiais ocupadas irregularmente, bem como rampas de acesso, a essas mesmas pessoas, projetadas fora das especificações técnicas, ausência de banheiros adaptados, entre outros problemas enfrentados por esses cidadãos.

Foi pedido aos alunos que pesquisassem a porcentagem aproximada de portadores de deficiência física no estado do Rio de Janeiro, e que o segundo encontro seria iniciado com esses dados já levantados por eles. Em seguida, os alunos foram informados que, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-(IBGE)[6], em 2010, a cidade de Salvador possuía mais de 600 mil portadores de deficiência, o que representa aproximadamente 20% dos mais de 2,8 milhões de habitantes da capital baiana.

Em seguida, em projeção multimídia, foram apresentadas algumas cenas exemplificando as dificuldades encontradas pelos portadores de deficiência física na cidade do Rio de Janeiro, especificamente os cadeirantes. Seguem alguns exemplos:

[6] http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=292740&idtema=92&search=bahia|salvador|censo-demografico-2010:-resultados-da-amostra-pessoas-com-deficiencia—

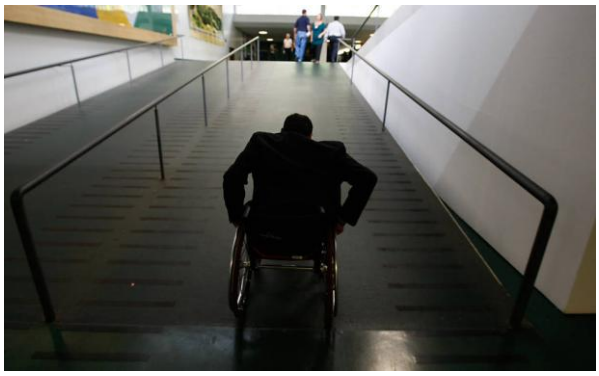
Imagem 16: Dificuldade de acesso para cadeirante

Fonte: http://www.ccns.com.br/cartilha/?cat=11&paged=20

Imagem 17: Dificuldade de acesso para cadeirante

Fonte: http://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2013/06/cadeirantes-enfrentam-dificuldades-para-utilizar-onibus-em-macapa.html

Imagem 18: Dificuldade de acesso para cadeirante



Fonte: http://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/1474-teste-de-acessibilidade-no-congresso-nacional

Logo após essas apresentações, discutiu-se a Lei 5.296/04, que regulamenta a legislação da acessibilidade, porém, ainda que garanta a inclusão dos portadores de deficiência na sociedade, percebe-se que muitos espaços públicos não possuem rampas de acesso ou a construção adequada delas. Isso indica que a legislação não vem sendo cumprida, prejudicando o direito de ir e vir destes cidadãos.

Após essa discussão, foi assistido um vídeo: "***Dificuldades dos deficientes físicos nos ônibus do Rio de Janeiro***", disponível em: *https://www.youtube.com/watch?v=1rP_R7n9ldQ*. O vídeo apresenta reportagem exibida no RJTV primeira edição, em 8 de dezembro de 2011 e acessada em 22 de março de 2017, gerando uma nova discussão a respeito da dificuldade de acesso dos cadeirantes não só nos ônibus, como também em diversos outros estabelecimentos.

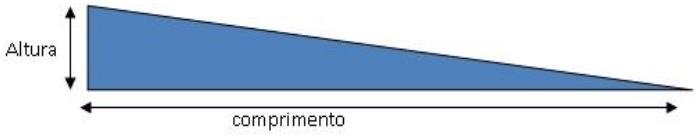
O debate foi direcionado de forma que surgissem as seguintes dúvidas: Será que as rampas de acesso presentes em espaços públicos, repartições e escolas estão adequadas para os portadores de deficiência? Como saber se um local é ou não acessível? De que forma a matemática poderia nos ajudar?

Os alunos foram informados que a construção de rampas segue normas que são regulamentadas pela Associação Brasileiras de Normas Técnicas (ABNT), NBR 9050[7]. Existem regras a serem seguidas na hora de determinar a inclinação de uma rampa e esse quesito é muito importante, tendo em vista que o esforço físico dispensado por um cadeirante deve ser o mínimo possível. Esse momento foi moderado para fazer um link com a com as aulas de física na Mecânica Newtoniana[8], visto que quanto maior a inclinação da rampa maior será a força necessária para equilibrarmos e deslocarmos um corpo sobre ela.

Ainda foi esclarecido que, para a NBR 9050, o valor da inclinação da rampa é a razão entre a altura e o comprimento dela, expresso em porcentagem.

Ou seja,

$$\textit{Inclinação} = \frac{\textit{altura}}{\textit{comprimento}}$$



Foi quando um dos alunos fez a seguinte pergunta: "*Mas como saber qual é a inclinação necessária?*". Então se utilizou da norma para mostrar o que ela diz acerca da inclinação. Segue a Tabela 5 abaixo:

[7] http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield_generico_imagens-filefield-description%5D_24.pdf
[8] https://pt.wikipedia.org/wiki/Mec%C3%A2nica_cl%C3%A1ssica

Tabela 5: Inclinação da rampa, conforme a NBR 9050

Desnível	**Inclinação máxima**
Mais de 1m	5%
De 80 cm a 1 m	6,25%
Até 80 cm	8,33%

Fonte: NBR 9050

Foi discutido, de maneira que eles percebessem, que quanto maior à altura que se quer vencer, mais suave deverá ser a inclinação da rampa para que portadores de deficiência possam acessá-la sem dificuldade. A partir desta compreensão, os alunos puderem entender a dificuldade que muitos portadores de deficiência vivenciam ao tentarem subir rampas que não obedecem às normas. Esse momento também foi conveniente para se falar um pouco sobre números e grandezas diretamente e inversamente proporcionais.

Tomou-se um exemplo, como facilitador para uma melhor compreensão dessas ideias matemáticas: Um cadeirante tenta acessar a sala de um cinema cujo desnível é de aproximadamente 35 cm e percebe que a rampa está muito alta, tendo em vista que o espaço para sua construção é pequeno demais. Qual deveria ser o comprimento ideal dessa rampa?

Segundo a Tabela 5 acima, um desnível de 35 cm terá uma inclinação de 8,33%. Efetuando os cálculos:

$$8{,}33\% = \frac{8{,}33}{100} = 0{,}0833$$

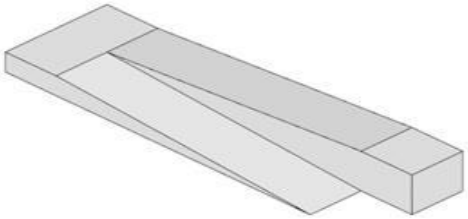
$$Inclinação = \frac{altura}{comprimento}$$

$$0{,}0833 = \frac{0{,}35}{comprimento} \gg comprimento = 4{,}20m$$

Ao concluir os cálculos, foi notado pelos próprios alunos que a rampa deveria possuir um comprimento maior do que a mesma apresentava pela falta de espaço físico deste local. Em seguida, foi feito aos alunos o seguinte questionamento: "*Como resolver esse problema?*".

Após discutir conjuntamente esta questão, chegou-se à conclusão que era possível trabalhar com esta rampa de acesso utilizando-se de segmentos, com o uso de patamares entre eles. Assim, cada segmento vence um desnível menor do que o desnível total a ser vencido, e por isso pode ter uma inclinação um pouco maior, ocupando menos espaço.

Figura 3: Rampa de acesso segmentada



Fonte: http://www.arquitetonico.ufsc.br/como-projetar-rampas

Os alunos ainda foram informados que, pensando nestes problemas, o ativista alemão Raul Krauthausen, criou o Wheelmap[9], site e aplicativo para smartphones que mapeia a acessibilidade de locais para cadeirantes, classificando-os em verdes, quando os locais são acessíveis; amarelos, quando são parcialmente acessíveis; vermelhos, quando não são acessíveis e cinza, indicando que não existem informações sobre o local, deixando que as pessoas os classifiquem em acessíveis ou não.

Em seguida, deu-se início a mais uma discussão, focando na seguinte temática: *De que forma nós e governo podemos contribuir para a acessibilidade?* A partir desse questionamento, foram citados exemplos de adaptações que poderiam ser feitas, **nas ruas**: instalação de barras de metal nas entradas de prédios, instalação de aviso sonoro nos semáforos, para a travessia dos deficientes visuais e colocação de pisos táteis (pisos especiais percebíveis pelo tato); **nos meios de transporte**: instalação de elevadores nos ônibus para cadeirantes, locais reservados para as pessoas com muletas, no metrô, dada a maior quantidade de pessoas em horários de picos nas plataformas para a locomoção dos portadores de deficiência; **para facilitar o aprendizado e a comunicação**: criação de escolas especializadas para o ensino de crianças com deficiências especiais pelos órgãos responsáveis do Governo, contratação e incentivo de profissionais que saibam usar a linguagem de sinais e disponibilizar material gratuito em braile para o aprendizado das crianças.

A partir de todas essas discussões e desta percepção da aplicação matemática a situações de grande importância para a sociedade, esse momento foi utilizado para fazer uma revisão do conteúdo de trigonometria no triângulo retângulo e dar sequência à resolução de triângulos quaisquer.

[9] http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Wheelmap

5.3.3 Considerações

Com o desenvolvimento dessa atividade foi proporcionado aos alunos, além de aprender sobre trigonometria nos triângulos retângulos e triângulos quaisquer, a possibilidade de apreciar a Matemática, incorrendo numa oportunidade de discutir assuntos importantes, opinar e mudar de opinião frente aos fatos que surgem no dia a dia, e ameaçar a concepção, muitas vezes distorcida, sobre a ciência e a tecnologia.

Com o desdobramento das discussões, os alunos perceberam que a matemática por trás do projeto de rampas de acesso é uma demonstração de que as aplicações de trigonometria e diversos outros conteúdos matemáticos vão muito além dos problemas de sala de aula e que é possível, através de conceitos básicos, melhorar a vida de quem precisa enfrentar diariamente a ausência dessas rampas em calçadas, prédios, escolas, repartições públicas, cinemas e teatros.

E ainda, que há a necessidade de se estar atento às normas e especificações técnicas, não só nas construções das rampas, como também todas as outras normas que trazem benefício à sociedade. Baseando-se no exemplo do Alemão Raul Krauthausen, criador do Wheelmap, os alunos também perceberam a necessidade de que cada um faça a sua parte para tornar a vida dessas pessoas um pouco mais digna, com qualidade e respeito.

5.4 A LÓGICA DA MATEMÁTICA NA SUBJETIVIDADE DA ARTE

5.4.1 Desenvolvimento da aula

Trata-se de uma aula realizada com a turma do 2° ano do Ensino Médio, tomando-se como base o conteúdo de Geometria, mas especificamente a Plana e ainda, fazer alguns apontamentos em Espacial e Analítica. A turma é composta por 15 alunos, com faixa etária variando entre 17 e 19 anos.

A proposta desta aula foi realizada em dois dias, utilizando-se três tempos de 50 minutos ininterruptos; o espaço físico para a sua realização foi a própria sala de aula no dia da semana em que já está estabelecida a aula de matemática no quadro de horário da instituição.

5.4.2 Discussão e resultados

Para início da aula, foi feita a seguinte observação: “O campo das artes compõe-se de quatro linguagens: teatro, dança, música e artes visuais, sendo que dentro desta última há ainda uma subdivisão, as chamadas artes plásticas, que englobam a pintura, a escultura, o desenho e a gravura. Portanto, nesta aula, ao utilizar-se o termo artes, está se referindo especificamente às artes plásticas, apesar de terem sido feitas algumas incursões na Arquitetura, manifestação artística que também situa-se no âmbito das artes visuais”.

Logo após este esclarecimento, um aluno que ouviu o tema a ser trabalhado questionou: “Ah! Mas isso não tem nada a ver com a matemática, foge muito do assunto!”.

Esse questionamento foi de extrema importância para o desenvolvimento do trabalho proposto em conjunto com a turma. Esta pergunta serviu de alavanca para que houvesse possibilidade de abordar situações em que a Matemática perpassa pela história da arte em diversos períodos, no que é possível perceber destaques significativos através de movimentos artísticos. A questão levantada pôde, inclusive, movimentar outras questões relevantes envolvendo o mesmo tema.

No primeiro encontro**,** levantou-se a seguinte questão: É possível que ocorram aproximações entre essas duas disciplinas? Foi apresentado que, para algumas pessoas, a associação desses dois campos de conhecimento pode parecer absurda; que talvez não lhes ocorra o que possa existir em comum entre diferentes áreas, em que uma delas é considerada pertencente às ciências exatas, e, portanto, racional, objetiva, e a outra pertencente às ciências humanas, com características mais voltadas para o emocional, e apresentando subjetividade como um de seus caracteres.

Foi feito menção que, muito embora vários pensadores tenham se dedicado a estudar a relação entre a razão, considerada a base da Matemática, e a intuição, tida como a mola mestra da Arte, poucos abordaram explicitamente questões referentes às aproximações entre a Matemática e a Arte. Talvez por isso pouco se saiba e/ou se estuda a esse respeito. Nesta categoria de estudiosos foi possível citar Le Lionnais (1965), que afirmou enfaticamente que entre a Matemática e a Arte existem laços inegáveis, embora inexplorados.

Em seguida, em projeção multimídia foram apresentados alguns slides com o tema **Matemática na Arte,** objetivando, através de amostras selecionadas que passeiam pela História da Arte, a visão do quanto podemos encontrar conexões entre a Arte e a Matemática numa viagem no tempo, que foi da pré-história até os dias de hoje. Foram apresentados os seguintes exemplos:

Segundo Argan (1994), na Antiguidade Clássica, por exemplo, percebe-se que a arquitetura grega seguia normas rígidas de simetria e proporcionalidade, utilizando-se da matemática, na busca da harmonia das formas. Este pode ser o caso do Partenon, construído em torno do ano 440 a.C., com a utilização do retângulo áureo, também chamado de retângulo de ouro, assim chamado porque, ao dividir-se a sua base pela sua altura, obtêm-se o número de ouro 1,618.

Imagem 19: Partenon, 448-442 a.C.

Fonte: https://www.studyblue.com/notes/note/n/greek-art/deck/13927899

Imagem 20: Sede das Nações Unidas: a fachada do edifício é formada pelo retângulo de ouro

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ret%C3%A2ngulo_de_ouro

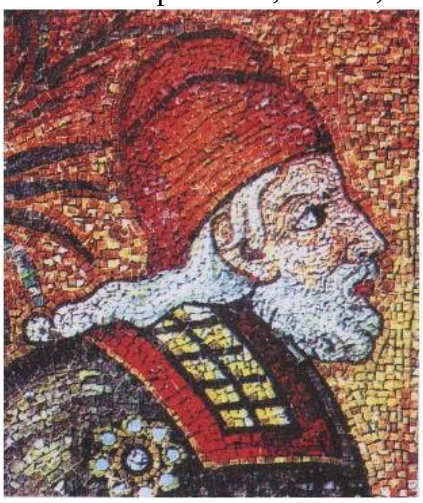
Na pintura, normalmente aplicada sobre cerâmica, a Grécia Antiga passou por cinco estilos distintos. De acordo com a classificação de Janson (1996), o mais antigo é o chamado estilo geométrico, no qual eram possíveis ainda duas variantes: ou as peças eram decoradas apenas com figuras geométricas, como é o caso do jarro ateniense, ou havia a inserção de figuras humanas e de animais no interior de uma concepção geométrica.

Figura 4: Jarro ateniense, sec. VIII a.C.,
Museu Britanico, Londres.

Fonte: http://manmessias21.blogspot.com.br/
2013_05_01_archive.html

Com a ascensão do Cristianismo como religião oficial do Estado, na Idade Média ocorreu um florescimento da arquitetura voltada para a construção de Igrejas. E é aqui que também vemos nítidas as contribuições da Matemática na Arte com o uso mais habilidoso da construção com colunas e arcos. Com a função de propagar o novo credo, tendo em geral temas religiosos, a técnica consistia na colocação de pedras coloridas de formatos geométricos, lado a lado, sobre uma superfície, de acordo com um desenho pré-determinado. A seguir preenchiam-se os espaços com uma solução de cal, areia e óleo, proporcionando um resultado semelhante à pintura (JANSON, 1996, p. 71).

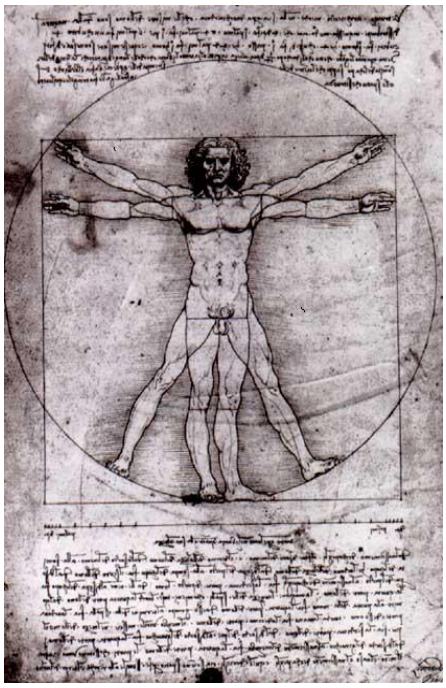
Figura 5: Cortejo das Santas (detalhe), 550
Igreja de Santo Apolinário,o Novo, Ravena



Fonte: https://br.pinterest.com/pin/142848619406372927/

Contudo, foi no Renascimento que arte e ciência estiveram mais próximas. Dentre as características de caráter matemático da produção artística renascentista, coube ressaltar duas, por serem as que melhor representam esse período: a seção áurea[10] e a perspectiva[11]. Conjectura-se que a seção áurea já era utilizada pelos egípcios, na construção das pirâmides, bem como pelos gregos. No entanto, é na arte renascentista que seu uso se consolida, graças, em grande parte, a Leonardo da Vinci. Aliando Arte e Matemática, este artista-gênio criou, em 1492, o Homem Vitruviano.

Figura 6: Homem Vitruviano, Leonardo da Vinci, 1492, lápis e tinta sobre papel

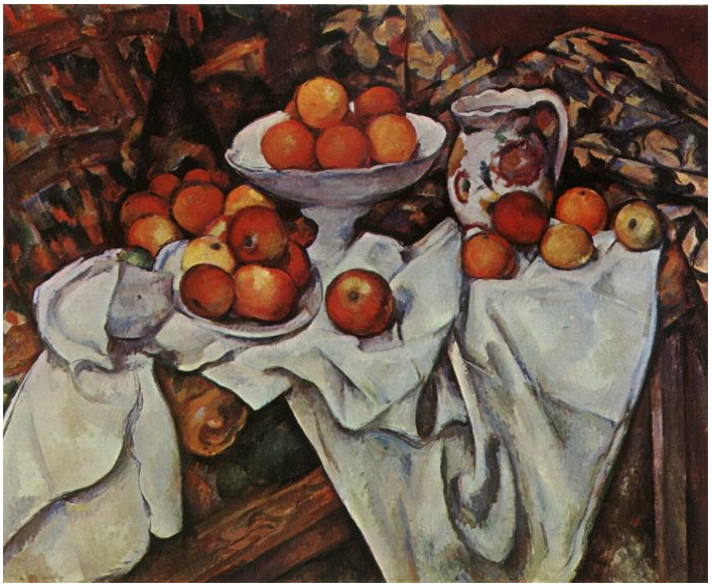


Fonte: http://www.desenhoonline.com/site/o-que-e-o-homem-vitruviano/

Avançando historicamente, chegou-se ao século XX, quando ocorrem as chamadas Vanguardas Artísticas. Um claro exemplo dessa matemática incorporada à arte é a obra de Paul Cézanne (1839-1906), que buscou a geometria subjacente à natureza (PEREIRA, 1998, p. 26). Ele apresenta com clareza elementos construtivos: o cilindro, a esfera, e o cone, formas geométricas tridimensionais a partir das quais toda a natureza poderia ser expressa.

[10] A seção áurea é o resultado da divisão de um segmento em média e extrema razão, isto é, a razão que resulta entre o menor e o maior segmento é igual à razão entre o segmento maior e o todo. Essa razão é também chamada de razão áurea ou divina proporção.
[11] Método que consiste em criar a ilusão de objetos tridimensionais em superfícies planas.

Figura 7: Natureza-Morta com Maças e Laranjas, Paul Cézanne, 1895-1900



Fonte: http://warburg.chaa-unicamp.com.br/obras/view/4443

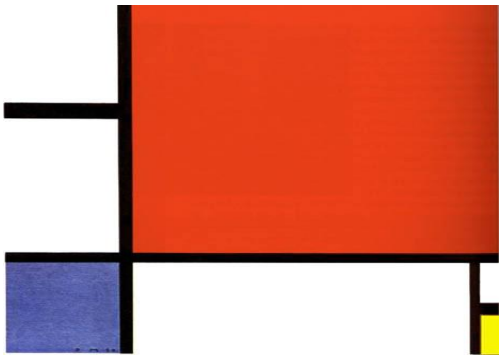
E foram justamente essas características "de tratamento abstrato do volume e do espaço", da obra de Cézanne, nas quais Picasso se baseou ao criar as facetas do Cubismo (JANSON, 1996, p. 367). Esse caráter revolucionário do Cubismo deve-se, sobretudo, à enorme influência causada nos artistas do início do século XX, e que culminaria com o surgimento da chamada Arte Abstrata. Apollinaire, influente crítico da arte e poeta, declarou que "a geometria é para as artes plásticas o que a gramática é para o escritor" (CHIPP, 1996, p. 224).

Figura 8: Mulher Jovem, Pablo Picasso, 1909

Fonte: http://pt.wahooart.com/@@/5ZKDLL
-Pablo-Picasso-mulher-jovem

Outra personalidade é Piet Mondrian, em quem se encontra, de acordo com Janson (1996), a aplicação mais radical do cubismo, um estilo totalmente abstrato geométrico, denominado Neoplasticismo. Seus trabalhos são austeros, numa geometria cartesiana, em que linhas retas verticais e horizontais se unem às três cores primárias, mais o preto e o branco, em composições precisas.

Figura 9: Composição, Piet Mondrian, 1922



Fonte: http://agenciagalo.com/mondrian/

As experiências neoplásticas foram vitais para a arte, influenciando outros artistas e também outros movimentos. Um deles, em especial, é de suma importância quando se trata de perceber a presença da Matemática na Arte: o Concretismo. Foi por meio do trabalho de Max Bill (1908-1994) que o concretismo se disseminou por outros países, entre eles o Brasil. O nome do movimento deve-se, sobretudo, ao fato de que seus artistas buscavam concretizar em suas obras pensamentos abstratos da Matemática e em especial da geometria (CHIPP, 1996, p. 318).

Figura 10: Unidade Tripartida, Max Bill, 1948-49

Fonte: https://br.pinterest.com/pin/42362052722104633/

Após essas apresentações foi assistido um vídeo, uma montagem de uma série exibida em 2001 da TV Cultura, composta por 13 programas, cujo título era Arte e Matemática, disponível em: *https://www.youtube.com/watch?v=Ui0va5cbrHk*. Esses programas tratavam, basicamente, de alguns aspectos matemáticos (padrões numéricos e geométricos, simetrias, proporções, ordem, entre outros), observáveis na natureza e nas diversas manifestações artísticas (na pintura, na escultura, no desenho, na música, na poesia e na arquitetura).

O segundo encontro, com estes mesmos alunos, teve como ponto de partida o seguinte questionamento: *"se a Matemática está presente na arte, será que o oposto também acontece, ou seja, há Arte na Matemática"?*

Dando continuidade, em projeção multimídia, foram apresentadas algumas citações, como uma das primeiras respostas que provém de G. H. Hardy (1887-1947), que comparou o matemático a um "desenhista de ideias", sendo que para ele "os desenhos do matemático, como os do pintor ou do poeta, devem ser belos; as ideias, como as cores ou as palavras, precisam interligar-se de forma harmoniosa. A beleza é a primeira prova: não há lugar permanente neste mundo para uma matemática feia" (HARDY, 2000, p. 81).

Outro autor importantíssimo citado para esta discussão foi François Le Lionnais (1901-1984), que considera a existência de uma beleza intrínseca na matemática, assim como em outras ciências, nas artes, na vida e na natureza, beleza esta capaz de despertar emoções comparáveis às despertadas pela música, pela pintura e pela poesia. Salienta ainda que a "estética da matemática deve ser diferenciada da aplicação da matemática na arte" (LE LIONNAIS, 1965 p. 462).

Também foi discutido, em sala de aula, que o senso comum acredita que a Matemática é somente razão e lógica, mas essa é uma visão, para alguns, equivocada, como foi percebido através das falas dos autores citados acima, que evidenciam que a Matemática também possui aspectos emocionais, mais ligados ao sensível e à intuição, revelando, portanto, a componente estética existente nela.

De acordo com Cifuentes (2003), encontra-se na Matemática a existência de um romantismo, quando surgem matemáticos que levantam uma bandeira em favor do reconhecimento de que a intuição também é uma componente do pensamento matemático, a despeito de todo o rigor que esta ciência exige.

Neste sentido, foi possível citar Henri Poincaré (1854-1912), como um novo Da Vinci, Poincaré era a imagem do gênio matemático, era também engenheiro, astrônomo, físico e filósofo, além de poliglota e escritor. Dentre as suas várias preocupações com a Matemática,

ele defende a interação entre a lógica e a intuição como a melhor opção de acesso a essa ciência:

> Isto nos mostra que a lógica não basta; que a ciência da demonstração não é a ciência inteira, e que a intuição deve conservar seu papel de complemento, quase se poderia dizer como contrapeso ou como antídoto da lógica. Já tive a oportunidade de insistir sobre o lugar que a intuição deve guardar no ensino das ciências matemáticas. Sem ela, os jovens espíritos não poderiam iniciar-se na inteligência matemática; não aprenderiam a amá-la, e só veriam nela uma vã logomania; sem a intuição, sobretudo, jamais se tornariam capazes de aplicá-la. (POINCARÉ, 1995, p.20)

Terminada essa apresentação, afirmou-se que, de fato, o pensamento matemático comporta axiomas, teoremas, definições, demonstrações, deduções e rigor. Porém, ela inclui também um aspecto romântico/informal que explicita sua beleza interna, cujas bases estão na analogia, na indução, na intuição, no pensamento plausível e no uso de imagens.

Desta forma, é inconcebível que uma destas componentes seja ignorada, pois se acredita que ambas mantém um mesmo grau de importância na construção do conhecimento matemático. Finalizando as apresentações, foi dado início aos assuntos referentes à Geometria plana e, ainda, foi possível fazer alguns apontamentos em geometria analítica e espacial.

5.4.3 Considerações

Ao termino, chegou-se à conclusão que, além de mostrar essa conexão entre as disciplinas, essa aula pode ter contribuído para que alguns dos preconceitos existentes entre disciplinas humanas e exatas fossem quebrados, abrindo o caminho, na escola, para a utilização interdisciplinar dos conteúdos de matemática e arte.

Ficou evidente que o campo de ensino da Matemática com o enfoque CTS é fértil em discussões. Tal aliança colabora com o aprendizado da Matemática, tornando-o mais dinâmico. Os assuntos abordados durante as aulas, elaborados para suscitar discussões em torno de temas importantes para a vida humana, revelaram que o envolvimento com a disciplina torna-se prazeroso, proporcionando a liberdade para o aluno expressar suas opiniões e sugestões.

5.5 HISTÓRIA, MÚSICA E MATEMÁTICA: UMA COMBINAÇÃO PERFEITA.

5.5.1 Desenvolvimento da aula

Trata-se de uma aula realizada com a turma do 1° ano do Ensino Médio, tomando-se como base o conteúdo de Sequências: Progressão Geométrica. A turma é composta por 28 alunos, com faixa etária variando entre 14 e 16 anos.

A proposta desta aula foi realizada em dois dias, utilizando-se três tempos de 50 minutos ininterruptos; o espaço físico para a sua realização foi a própria sala de aula, no dia da semana em que já está estabelecida a aula de matemática no quadro de horário da instituição.

5.5.2 Discussões e resultados

No primeiro dia, os três primeiros tempos de aula tinham como propósito de trabalho a apresentação da matemática nas escalas musicais. Para tal, a aula foi iniciada com os alunos cantando a música Trem Bala, de autoria de Ana Vilela:

Não é sobre ter todas as pessoas do mundo pra si
É sobre saber que em algum lugar alguém zela por ti
É sobre cantar e poder escutar mais do que a própria voz
É sobre dançar na chuva de vida que cai sobre nós

É saber se sentir infinito
Num universo tão vasto e bonito, é saber sonhar
Então fazer valer a pena
Cada verso daquele poema sobre acreditar

Não é sobre chegar
No topo do mundo e saber que venceu
É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu
É sobre ser abrigo
E também ter morada em outros corações
E assim ter amigos contigo em todas as situações

A gente não pode ter tudo
Qual seria a graça do mundo se fosse assim?
Por isso eu prefiro sorrisos
E os presentes que a vida trouxe pra perto de mim

Não é sobre tudo que o seu dinheiro é capaz de comprar
E sim sobre cada momento, sorriso a se compartilhar
Também não é sobre
Correr contra o tempo pra ter sempre mais
Porque quando menos se espera a vida já ficou pra trás

Segura teu filho no colo
Sorria e abraça os teus pais enquanto estão aqui
Que a vida é trem-bala parceiro
E a gente é só passageiro prestes a partir

Laiá, laiá, laiá, laiá, laiá
Laiá, laiá, laiá, laiá, laiá

Segura teu filho no colo
Sorria e abraça os teus pais enquanto estão aqui
Que a vida é trem-bala parceiro
E a gente é só passageiro prestes a partir

Fonte: https://www.letraz.com.br/ana-vilela/trem-bala/

Após cantar a música, foi aberta uma roda de conversa refletindo quão frágil a vida é e o quanto se tem valorizado as coisas e descartando cada vez mais as pessoas. Passam-se horas e horas em frente ao computador e cada vez menos tempo com as pessoas a quem realmente se ama. Passam a vida tentando alcançar o sucesso e se esquecem de alcançar as pessoas. Acreditam tanto no sucesso e deixam de acreditar em quem corre ao lado, de incentivar os planos e os sonhos de quem amam.

Em seguida, foram feitos os seguintes questionamentos:

1. *Quanto tempo você tira para ligar para aquele amigo que você não vê há tempo?*
2. *Há quanto tempo você não aproveita tempo de qualidade para estar com quem gosta?*
3. *Quanto tempo você tem investido em coisas, compromissos e interesses e não em quem realmente se importa com você?*

Por fim, foi reafirmado que o tempo de amar e valorizar as pessoas é hoje, porque, como diz a música, “quando menos se espera, a vida já ficou pra trás”.

Em seguida, após ouvir as respostas desses questionamentos, em projeção multimídia, foi apresentado o contexto histórico, conforme relatado abaixo, até chegar às descobertas sonoras feitas por Pitágoras.

Contexto histórico: Em antigas civilizações, tais como a egípcia e a babilônica, entendiam a Matemática apenas como um conjunto de problemas isolados, tal como mostra, por exemplo, o Papiro de Rhind. Os egípcios não estavam preocupados em provar teoremas ou sistematizar os conhecimentos que adquiriam, pois utilizavam a Matemática apenas como ferramenta para resolver os problemas práticos que surgiam no cotidiano (EVES, 1995).

Somente por volta do século V a.C. é que aparecem registros de uma fundamentação teórica relacionada à Matemática na civilização grega. Os filósofos gregos, que também eram matemáticos na época, uma vez que não havia distinção entre filosofia e ciência, acreditavam que havia dois mundos distintos: o mundo sensível, palpável, dos fenômenos e dos fatos reais, e o mundo inteligível, das ideias, desligado da realidade. E, para alcançar tal mundo, entendiam que a matemática tinha um papel essencial, pois era considerada como um caminho para alcançar a verdade (EVES, 1995, p. 198).

Eves (1995) afirma que cabia ao filósofo elevar o pensamento de uma mera opinião ao patamar de ciência, que era então o conhecimento verdadeiro. Para tal, se fazia necessário o estudo aprofundado da disciplina. Havia, portanto, naquela civilização, uma supervalorização do saber matemático. Um exemplo claro dessa concepção figurava a porta da Academia de Platão: “Que não entre aqui quem não souber geometria".

A partir do século V d.C., ocasião da queda do Império Romano, iniciam-se transformações na Europa que dão origem a uma nova fase da História: a Idade Média. Nesse período, considerado período das trevas pelos iluministas, pouco se produziu em termos de ciência. Grande parte da produção intelectual estava subordinada à Igreja e aos seus princípios, fato que tornava o conhecimento pouco acessível.

Nesse período, principalmente na primeira metade dele, houve até certa desvalorização da Matemática e da ciência como um todo; a formação intelectual foi posta em segundo plano, já que esta não estava na visão da Igreja.

> Os monastérios eram os únicos locais da Europa Medieval onde se cultuava o saber, e os monges, obviamente, preferiam a religião e a filosofia e a ciência. (...) A Idade Média produziu muitos teólogos merecidamente afamados (...) mas quase não se produziu nenhum cientista ou matemático. (EVES, 1995, p. 287)

Somente com o advento da burguesia, uma classe formada por comerciantes enriquecidos principalmente pelo comércio das especiarias, e também outras transformações sociais, como a Reforma Protestante e o Renascimento, foi possível o fomento da produção intelectual. Novas tendências emergiram no período, tais como a de que o valor de uma pessoa está relacionado ao seu potencial para trabalhar, ou para produzir algo útil para a sociedade em que vive (ARRUDA, 2002, p.163).

De acordo com Arruda (2002), mais tarde, com o surgimento das ideias renascentistas, advém uma nova fase na história da humanidade: a Idade Moderna, quando há um rompimento com as proibições impostas pela religião e um grande avanço científico ocorre em todos os campos do saber. A arte e o conhecimento se baseiam no mundo concreto, no desenvolvimento do homem e de sua capacidade.

Nascem o Iluminismo e o Racionalismo, movimentos culturais que revolucionaram o modo de pensar e agir da sociedade europeia. Tais movimentos caracterizaram-se, dentre outras coisas, pela defesa da racionalidade como meio para entender e explicar o mundo em que viviam. Grandes filósofos e matemáticos, como Descartes, emergiram nesse período.

> Os iluministas consideravam a razão indispensável aos estudos dos fenômenos naturais e sociais. Até a crença religiosa deveria ser racionalizada. Eles eram deístas, isto é, acreditavam que Deus está presente na natureza, portanto também no próprio indivíduo, e que se pode descobri-lo por meio da razão. Assim, a Igreja e seus dogmas tornavam-se dispensáveis. (ARRUDA, 2002, p.163)

Foi nesse período da história da humanidade que surgiram os primeiros modelos matemáticos para descrever os fenômenos da natureza. Nesse ínterim, grandes gênios da música também entram para a história, tais como Mozart e Beethoven. A música se torna uma das artes mais apreciadas nas cortes europeias e, por isso, passou a ser financiada pela nobreza e também pela Igreja.

> Na época medieval, o estudo cuidadoso da música partilhou muitas características com a prática da matemática, tais como um interesse em proporções, padrões recorrentes e outras séries detectáveis. (GARDNER, 2002, p.98)

Após o relato desses fatos históricos, ainda em projeção multimídia, foi apresentada aos alunos a música segundo Pitágoras.

Diógenes Laércio, em *Vidas e Doutrinas dos Filósofos Ilustres*[12], cita Pitágoras como o inventor do monocórdio, um instrumento musical rudimentar, composto de uma corda presa entre dois cavaletes fixados a uma tábua, que ele teria dividido em 12 espaços iguais. A essa relação deu o nome harmonia musical, que era exatamente a união das notas que, quando tocadas simultaneamente, produziam um som agradável aos ouvidos.

O monocórdio, ao ser tocado na modalidade corda solta, isto é, presa apenas pelas extremidades, produzia um som, uma nota musical que serviria de referência para que pudesse determinar as outras.

Figura 11: Monocórdio tocado na corda solta.

Fonte: https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/ead/pages/fisica/unidade22/material.htm

Segundo Abdounur (2000), Pitágoras decidiu dividir essa corda em duas partes e tocou cada extremidade novamente. O som produzido era exatamente o mesmo, só que mais agudo (pois era a mesma nota uma oitava acima):

Figura 12: Monocórdio dividido em duas partes

Fonte: https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/ead/pages/fisica/unidade22/material.htm

Pitágoras não parou por aí. Ele decidiu experimentar como ficaria o som se a corda fosse dividida em 3 partes:

Figura 13: Monocórdio dividido em três partes

Fonte: https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/ead/pages/fisica/unidade22/material.htm

[12] Extraído de http://en.wikisource.org/wiki/Lives of the Eminent Philosophers/Book VIII, tradução de Robert Drew Hicks

Ele reparou que um novo som surgiu, diferente do anterior. Dessa vez, não era a mesma nota uma oitava acima, mas uma nota diferente, que precisava receber outro nome. Esse som, apesar de ser diferente, combinava bem com o som anterior, criando uma harmonia agradável ao ouvido.

E assim, ele continuou fazendo subdivisões e foi combinando os sons com recursos oriundos de concepções matemáticas e criando escalas que, mais tarde, estimularam o surgimento de instrumentos musicais capazes de reproduzir escalas semelhantes (ABDOUNUR, 2000, p.5).

De acordo com Wisnik (1999), muitos povos e culturas criaram suas próprias escalas musicais. Um exemplo foi o povo chinês, que partiu da experiência de Pitágoras (utilizando cordas). Eles tocaram a nota Dó em uma corda esticada e depois dividiram essa corda em 3 partes, como foi apresentado anteriormente.

O resultado dessa divisão foi a nota Sol. Ao observar que essas notas possuíam uma harmonia entre si, eles repetiram o procedimento a partir dessa nota Sol, dividindo novamente esse pedaço de corda em 3 partes, resultando na nota Ré. Essa nota matinha uma harmonia agradável com a nota Sol e também com a nota Dó. Esse procedimento foi então repetido a partir da nota Ré, dando origem à nota Lá. Depois, partindo de Lá, chegou-se à nota Mi.

Quando eles repetiram esse procedimento de dividir em 3 partes a corda mais uma vez, dando origem à nota Si, houve um problema, pois a nota Si não soava muito bem quando tocada junto com a nota Dó (a primeira nota do experimento). De fato, essas notas eram muito próximas uma da outra, o que causava um certo desconforto sonoro.

Wisnik (1999) diz que os chineses terminaram suas divisões obtendo as notas Dó, Sol, Ré, Lá e Mi, deixando a nota Si de lado. Essas notas serviram de base para a música chinesa, formando uma escala de 5 notas (Pentatônica). Essa escala pentatônica, por ser agradável e consonante, representou muito bem a cultura oriental, que sempre foi pautada na harmonia e estabilidade.

A música ocidental, que trabalha com 12 notas, não descartou a nota Si como a cultura oriental havia feito. Os ocidentais observaram que as notas Dó e Si eram próximas uma da outra e decidiram criar uma escala mais abrangente. Nessa escala, todas as notas deveriam ter a mesma distância umas das outras. E essa distância deveria ser o intervalo que havia entre Dó e Si (um semitom). Ou seja, entre Dó e Ré, por exemplo, precisaria existir uma nota intermediária, pois a distância entre Dó e Ré (um tom) era maior que a distância entre Dó e Si (um semitom).

DÓ$_1$ DÓ# RÉ RÉ# MI FÁ FÁ# SOL SOL# LÁ LÁ# SI DO$_2$

Escala musical cromática

Os alunos foram informados que a partir desse momento descobriu-se que, por meio da análise de frequências, multiplicando a frequência da nota Si pelo número 1,0595 chegava-se à frequência da nota Dó:

Frequência da nota Si: 246,9 Hz

Frequência da nota Dó: 261,6 Hz

Multiplicando a frequência da nota Si por 1,0595 teremos:

246,9 x 1,0595 = 261,6 Hz **(nota Dó)**

Como o objetivo era manter essa mesma relação (distância) para as demais notas, utilizou-se esse procedimento para descobrir qual será a nota que virá depois de Dó. Multiplicando a frequência da nota Dó por 1,0595:

261,6 x 1,0595 = 277,2 Hz (**Nota Dó sustenido**)

Repete-se o procedimento para ver o que vem depois de Dó sustenido:

277,2 x 1,0595 = 293,6 Hz (**Nota Ré**)

Foi feita a observação com os alunos que, seguindo essa lógica, pode-se formar toda a escala apresentada anteriormente. Ou seja, depois de multiplicar a frequência da nota Dó pelo número "1,0595" doze vezes, voltaremos à nota Dó. Em seguida, foi proposto que eles multiplicassem por ela mesma 12 vezes que encontrariam o número 2, dessa forma, os alunos forma informados, que quando uma frequência é multiplicada por 2, a nota permanece a mesma. Por exemplo, a nota Lá (440 Hz) multiplicada por 2 = 880 Hz é também uma nota Lá, só que uma oitava acima.

Nesse momento, um aluno perguntou: "*Como surgiu o número 1,0595*?" Esse questionamento possibilitou introduzir o assunto de progressão geométrica, da seguinte forma:

De acordo com Dante (2002), uma Progressão Geométrica (PG) é uma sequência numérica em que cada termo, a partir do segundo, é igual ao anterior multiplicado por uma razão constante, denominada *q*.

Exemplos:

1. 1; 5; 25; 125; ... $\Rightarrow$ q = 5
2. 2; 6; 18; 54; ... $\Rightarrow$ q = 3
3. 4; 2; 1; $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{4}$ ... $\Rightarrow$ q = $\frac{1}{2}$
4. 3; -6; 12; -24 ... $\Rightarrow$ q = -2

As duas primeiras são chamadas progressões geométricas crescentes e a terceira, decrescente. Uma PG é crescente quando a razão é maior que 1 ($q > 1$), e é decrescente quando $0 < q < 1$. O último exemplo mostra uma PG alternada, em que a razão é negativa ($q < 0$).

Fazendo uma análise da PG do 2º exemplo, temos:

$a_1 = 2$

$a_2 = 6 = 2 . 3 = a_1 . q$

$a_3 = 18 = 2 . 3^2 = a_1 . q^2$

$a_4 = 54 = 2 . 3^3 = a_1 . q^3$

.

.

.

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

A partir desse raciocínio, podemos generalizar a maneira de calcular qualquer termo de uma PG. Então, a fórmula do termo geral da PG é:

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

Retornando à escala, que agora deveria ter 12 sons e o intervalo entre esses, por sua vez, deveria ser o mesmo, chega-se a um problema matemático interessante: como encontrar 12 sons, igualmente espaçados, entre os valores 1 e 2, que seriam os valores de referência estipulados entre duas oitavas consecutivas?

Os alunos tomaram conhecimento que esse problema foi resolvido no século XVII, utilizando-se o conceito de Progressão Geométrica (PG).

Entendido o problema da interpolação[13], pode-se dizer que o temperamento nada mais é do que a interpolação de 11 meios geométricos entre 1 e 2. Portanto, a partir da fórmula do termo geral da PG, fica simples determinar a relação numérica entre os sons.

$$\mathbf{PG\ (1;\ f_2;\ f_3;\ f_4;\ f_5;\ f_6;\ f_7;\ f_8;\ f_9;\ f_{10};\ f_{11};\ f_{12};\ 2)}$$

Definida a PG de 13 termos, deve-se, portanto, calcular sua razão a partir da fórmula do termo geral. Logo,

$$f_n = f_1 . q^{n-1}$$
$$f_{13} = f_1 . q^{13-1}$$
$$2 = 1 . q^{12}$$
$$q^{12} = 2$$
$$q = \sqrt[12]{2}$$
$$\mathbf{q \approx 1{,}05946}$$

5.5.3 Considerações

Grande parte do ensino formal permanece alicerçado em livros e textos, dificultando assim a visualização de situações, a identificação de propriedades, a construção e a interpretação de enunciados. Diante desses problemas, o aluno é quem sai perdendo, pois a falta de contextualização de situações do dia-a-dia torna a aprendizagem distante da realidade. Faz-se então necessário tornar o aprendizado interessante, de modo que ele sirva para a sua vida, seu crescimento como ser humano.

Em vista disso, o propósito desta aula foi contribuir para que os alunos superassem a visão simplista, mecânica e descontextualizada em relação ao ensino e aprendizado da matemática. A música se constituiu como uma alternativa lúdica possível para dinamizar o ensino, pois contribuiu para os alunos reconhecerem a ciência como um tema presente em seu cotidiano, incentivando a reflexão, a sensibilidade, a construção de valores, dentre outros aspectos (OLIVEIRA et al., 2008, p.3).

[13] Interpolar meios geométricos entre dois números dados, o 1º e o último termo, é acrescentar números entre os dois que já foram dados para que a sequência numérica formada seja uma PG.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo de minha experiência como docente do Ensino Médio na disciplina de Matemática, encontrei muitos alunos com significativas dificuldades em acompanhar os conteúdos apresentados, por não terem se apoderado de conhecimentos e habilidades básicas relacionadas à Matemática. Esperava-se que tais habilidades e conhecimentos tivessem sido desenvolvidos durante o Ensino Fundamental.

No entanto, não são poucos os alunos que chegam ao Ensino Médio e encontram, principalmente na Matemática, um obstáculo difícil de ultrapassar. Da resolução de operações simples com frações ou com números inteiros negativos à interpretação e resolução de problemas, as janelas se fazem presentes. Em minha carreira profissional, tudo isso sempre me incomodou muito.

Vivenciei e ainda vivencio diversas experiências com alunos do Ensino Médio que me possibilitam reflexões de minha prática pedagógica e me fazem refletir sobre o papel do professor não mais como um transmissor de conhecimento, mas como um facilitador da aprendizagem, colocando o educando frente a situações novas, num contexto problematizador, em que o mesmo terá que agir sobre a situação problema, construindo competências argumentativas mais elaboradas, assumindo ideias e pontos de vista sobre determinados temas, sabendo construir argumentos, buscando compreender os conceitos e reconstruí-los.

Nesta perspectiva, Freire (2003) afirma que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua própria produção ou a sua construção. Cury (2003) afirma que a exposição interrogada gera a dúvida, a dúvida gera o estresse positivo, e este estresse abre as janelas da inteligência. Assim formamos pensadores, e não repetidores de informações.

À vista disso, busquei um trabalho interdisciplinar numa perspectiva CTS que favorecesse a construção de novos conhecimentos e argumentos, superando assim a famosa aula tradicional, tendo em vista que a educação CTS vem em oposição a este modelo de ensino por transmissão de conteúdos, em que os conteúdos se apresentam como pequenas unidades de conhecimento que os educandos precisam acumular ou depositar o máximo possível em suas cabeças. Contrário a esse modelo, o enfoque CTS tem o propósito de articular os saberes que envolvam o desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da sociedade e as implicações sociais decorrentes destes processos.

É relevante destacar que, devido à rápida atualização de saberes e informações do mundo atual, bem como as novas tecnologias ao alcance de todos, o educador deve se requalificar continuamente, reconsiderando sempre suas teorias para buscar maneiras de correlacionar os conhecimentos que vêm de fora da sala de aula com os conteúdos curriculares. Acerca desta mudança, Rubem Alves afirma:

> E eu pensaria que o acordar mágico do educador tem então de passar por um ato de regeneração do nosso discurso, o que sem dúvida exige fé e coragem: coragem para dizer em aberto os sonhos que nos fazem tremer. (ALVES, 2002, p. 34)

No entanto, essa atualização e reconstrução não é uma tarefa fácil, pois, antes de qualquer coisa, temos que vencer uma série de relutâncias que vêm num primeiro momento, não só dos alunos, mas dos próprios colegas professores, pois tudo que é novo desorganiza, descoloca. Precisamos reconsiderar nossas concepções, nossas metodologias. Isso não é tão simples como parece e essa vontade de mudar, de inovar, tem que partir de cada um, de seus anseios e carências.

Segundo Demo (1997), é "equívoco imaginar que o contato pedagógico se estabeleça em ambiente que repasse a cópia, ou na relação rebaixada de um sujeito copiado (professor) diante de um objeto receptivo (aluno) condenado a escutar aulas, tomar notas, decorar e fazer prova". Necessitamos de um ambiente prazeroso, onde ocorra a troca de saberes e aconteça realmente o ensino e a aprendizagem.

Segundo Guerios de Domenico:

> A mudança de postura diante da sala de aula, a mudança de atitude perante o processo educativo é o que acaba por ditar a qualidade do ensino, uma vez que o professor não fica prisioneiro de métodos mirabolantes ou de receitas infalíveis. Ele descobre sua faceta questionadora, perspicaz e curiosa. Percebe que é autônomo e que pode e sabe criar. Percebe que não é preciso haver laboratórios sofisticados, materiais de alto custo para poder modificar o marasmo da sala de aula. E o importante é que, ao se descobrir capaz, ao produzir e ao sentir a satisfação do aprender do aluno, se sente motivado a, por si só, fazer pesquisas, frequentar cursos, ler, tentar. (DOMENICO, 1995, p.66)

Por último, é indispensável que os educadores comecem a tomar consciência de suas ações, tornando-se cada vez mais autônomos, esforçando-se em favor do progresso da prática pedagógica, formando, então, indivíduos conscientes, críticos e cidadãos de uma sociedade onde pleitearão para que se torne mais justa e solidária.

REFERÊNCIAS

ABDOUNUR, O. J. **Matemática e Música**: O pensamento analógico na construção de significados, Escrituras, 2000.

ACEVEDO, J. A. D. A. **La formación del professorado de enseñanza secundárias para La educación CTS:** Uma cuestión problemática. 2001. Disponível em: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo9.htm>. Acesso em: 20/08/2017.

ACEVEDO, J. A. D. A; MANASSERO MAS, M. A.; VÁZQUEZ ALONSO, A. **Nuevos retos educativos: hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica**. Revista Pensamiento Educativo, n. 30, p. 15-34, jul. 2002. Disponível em: <http://pensamientoeducativo.uc.cl/index.php/pel/article/view/211/448.> Acesso em: 01/09/2017.

AIKENHEAD, G. S. **Collective decision making in the social context of science**. Science Education, 69 (4), 453-475. 1985

ALVES, R. **Conversas com Quem Gosta de Ensinar**: (Mais qualidade total na educação). 5ª.ed. São Paulo: Papirus, 2002.

ARGAN, G.C. **Preâmbulo do Estudo da História da Arte**. In: ARGAN, G.C; FAGIOLO, M. Guia de História da Arte. Lisboa: Estampa, 1994.

ARGAN, G.; FAGIOLO, M. **Guia de História da Arte**. Lisboa, Editorial Estampa: 1992.

ARRUDA, J. J. A. **Toda a História**, Editora Moderna, 2002.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

AULER, D; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científico-tecnológica para quê?** Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, V. 3, n. 1, 2001, p. 1-13.

BAZZO, W. A. **Ponto de Ruptura Civilizatória**: a Pertinência de uma Educação "Desobediente" Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, V. 11, n. 33, 2016, p. 73-91.

_____. **Ciência, tecnologia e sociedade**: e o contexto da educação tecnológica. Tese (Doutorado em Educação Cientifica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

BAZZO, W. A. et al. **Introdução aos estudos CTS**. Cadernos de Ibero-América, ed. OEI, n. 1, p.172, 2003.

BAZZO, W.; PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. Ciência & Educação, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

BOMFIM, A. M. **O (Sub)desenvolvimento Insustentável**: a questão ambiental nos países periféricos latino-americanos. Revista Trabalho Necessário da Universidade Federal Fluminense. ... ISSN: 1808-799x. Ano 10.2010.

BOMFIM, A. M.; PICCOLO, F. D. **Educação ambiental crítica**: a questão ambiental entre os conceitos de cultura e trabalho. REMEA: revista eletrônica do mestrado em educação ambiental, Rio Grande Sul, V. 27, 2011, p. 184-195.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Curricular Comum**: documento preliminar. Secretaria da Educação Fundamental. Brasília, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf > Acesso em: 21/08/ 2017.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica** / Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. V. 1. Brasília: MEC, 1997.

_____. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEB, 2006.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: SEMT, 1999. 114 p.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei n.9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em 01/09/2017.

_____. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília : MEC ; SEMTEC, 2002.

_____. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2002.

BYBEE, R. W. (1987). Science education and the science-technology-society (STS) theme. Science Education, v. 71, n. 5, p.667-683 in

CHAGAS, J. J. T.; SOVIERZOSKI H. H. **Um diálogo sobre aprendizagem significativa, conhecimento prévio e ensino de ciências**. Aprendizagem Significativa em Revista. V. 4, n. 3, 2014, p. 37-52.

CHIPP, H.B. **Teorias da Arte Moderna**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

CIFUENTES, J. C. **Fundamentos estéticos da Matemática**: da habilidade à sensibilidade. In: Filosofia da educação matemática: concepções e movimentos (M.A.V. Bicudo, Org.). Brasília: Editora Plano, 2003.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: uma possibilidade para a inclusão social. Revista Brasileira de Educação. N. 21, 2002, p. 157-158.

CURY, A. J. **Pais brilhantes, professores fascinantes**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática da teoria à prática**. 20ª ed. Campinas, São Paulo: Papirus, 1996.

DANTE, L. R. **Matemática Contexto & Aplicações**. Ensino Médio e Preparação para a Educação Superior. 2ª Edição. São Paulo: Ed. Ática, 2002.

DEMO, P. **Educar Pela Pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 1997.

DIAS, B. C.; BOMFIM, A. M. A. **"Teoria do fazer" em Educação Ambiental Crítica**: uma reflexão construída em contraposição à Educação Ambiental Conservadora. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas/SP. Anais eletrônicos... Campinas: Unicamp, 2011.

EVES, H. **Introdução a História da Matemática**, Editora Unicamp, 1995.

FAZENDA, I. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro**: efetividade ou ideologia? São Paulo: Loyola, 1979.

_____. **Interdisciplinaridade**: história, teoria e pesquisa. 4 ed. Campinas: Papirus, 1999.

FAZENDA, I. C. A.; VARELLA, A. M. R. S.; ALMEIDA, T. T. O. **Interdisciplinaridade**: tempos, espaços, proposições. Revista e-curriculum, São Paulo. V. 3, n. 11, 2013, p. 847-862.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade**: didática e prática de ensino. Interdisciplinaridade. V. 1, 2015, p. 9-17.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia. Saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FRIGOTTO, G. A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais. *In*: JANTSCH, Ari Paulo; BIANCHETTI, Lucídio (Orgs.). IN: **Interdisciplinaridade**: para além da filosofia do sujeito. Petrópolis: Vozes, 1995.

FOUREZ, G. **A construção das ciências**: introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

FOUREZ, G. **Alfabétisation scientifique et tecnique**. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences. Belgique: De Boeck Université, 1994.

GALLO, S. **Conhecimento, Transversalidade e Educação**: para além da interdisciplinaridade; Impulso, vol. 10, nº 21, Piracicaba: Ed. Unimep, 1997.

GALLO, S. **Transversalidade e educação**: pensando uma educação não-disciplinar. In: N. Alves (Org.). O sentido da escola. Rio de Janeiro: DP&A Editora,1999.

GALVÃO, C.; REIS, P.; FREIRE, S. **A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores**. Ciência & Educação, v. 17, n. 3, p. 505-522, 2011.

GARDNER, H. **Estruturas da Mente**: a teoria das inteligências múltiplas, Editora Artes Médicas Sul, 2002.

GIBBONS, M. et al. (1994). **The new production of knowledge**: the dynamics of science and research in contemporary societies. London: SAGE Publications.

GONÇALEZ, M .H. C e BRITO, M. R. F. **Aprendizagem de atitudes positivas em relação à matemática.** In: BRITO, M.R.F (Org). Psicologia da Educação Matemática -Teoria e Pesquisa. Florianópolis: Insular. (2001), p.221-233.

GRINSPUN, M. P. S. Z. Educação tecnológica. In: _____. (Org.). **Educação tecnológica**: desafios e perspectivas. São Paulo: Cortez, 1999. p. 25-73.

HODSON, D.; **Science & Education**. p.65, 1992.

HOFSTEIN, A., AIKENHEAD, G., RIQUARTS, K. (1988). Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. International Journal of Science Education, v. 10, n. 4, p.357-366. In: LAYTON, D. **Revaluing the T in STS**. International Journal of Science Education, vol. 10, n. 4, 1988, p.367-378.

HUSSEIN F. R. G. S.; XAVIER C. R. **Água**: conhecer para ensinar. Anais do X encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Águas de Lindóia/SP, 2015.

JANSON, H.W. e JANSON, A. **Iniciação à História da Arte**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

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

JUNQUEIRA FILHO, G. **Interdisciplinaridade na pré-escola**. São Paulo: Pioneira, 1996

KLEIN, J. T. **Crossing boundaries**: knowledge. Disciplinarities and interdisciplinarities. Charlottesville: University Press of Virginia, 1996 apud KLEIN, J.T. Interdisciplinarity and complexity: an evolving relationship. E-CO, v.6, n.1-2, 2004.

LAPA, J. M.; BEJARANO, N. R.; PENIDO, M. C. M. **Interdisciplinaridade e o ensino de ciências**: uma análise da produção recente. IN: Encontro Nacional de **Pesquisa em Educação em Ciências**, VIII; 2011. Campinas. Anais eletrônicos do VIII ENPEC. Campinas: ABRAPEC, 2011. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/trabalhos.htm>. Acesso em: 20 mar. 2017.

LEIS, H. R. Sobre o conceito de interdisciplinaridade. IN: **Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas**, Florianópolis, n. 73, ago. 2005. Disponível em: <http://www.cfh.ufsc.br/~dich/TextoCaderno73.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2017.

LINSINGEN, I. **Perspectiva educacional CTS**: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. Ciência & Ensino - Unicamp, Campinas/SP. V. 1, 2007, p. 1-16.

LORENZATO, S.; VILA, M. C. **Século XXI: qual matemática é recomendável?** Revista Zetetiké. Campinas, ano1, n.1.p.41-49. 1993

MATOS, J. F. **Educação Matemática Crítica na Escola Grupo de Investigação**: Aprender – Tecnologia, Matemática e Sociedade Centro de Investigação em Educação Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 2004

MELO, M. C. H.; CRUZ, G. C. **Roda de conversa**: uma proposta metodológica para a construção de um espaço de diálogo no ensino médio. Imagens da Educação, V.4, n. 2, 2014, p. 31-39.

MORIN, E. **A cabeça bem feita**: repensar a reforma repensar o pensamento. 6 ed., Rio de janeiro: Bertrand Brasil ltda, 2002.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, ed. 9ª, p.350, 2005.

NASCIMENTO, M. A. G.; e SILVA, C. N. M. **Rodas de conversa e oficinas temáticas**: experiências metodológicas de ensino-aprendizagem em geografia**.** In: 10° Encontro nacional de prática e ensino de geografia, 2009, Porto Alegre. Anais...np. Disponível em: <http://www.agb.org.br/XENPEG/artigos/Poster/P%20(36).pdf>. Acessado em: 20 mar. 2017.

NOGUEIRA, N. R. **Interdisciplinaridade Aplicada**. São Paulo: Erica, 1998.

PALACIOS, F.A.; OTERO, G.F.; GÁRCIA, T.R. Ciencia, Tecnología y sociedad. Madrid: Ediciones del Laberinto, 1996. In: PINHEIRO, N.A.M.; SILVEIRA, R.M.C.F.; BAZZO, S.W.A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. Ciência & Educação, v. 13, n. 1, 2007. p. 71- 84.

PETRAGLIA, I. **Interdisciplinaridade**, o cultivo do professor. São Paulo: Pioneira, 1993.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico**: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático. Tese (Doutorado em Educação Cientifica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PINHEIRO, N.A.M; MATOS, E.A.S.A; BAZZO, W.A. **Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade**: enfocando o ensino médio. Revista Iberoamericana de Educación, n. 44, 2007a. p. 147 – 165.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. (2007b): **Ciência, tecnologia e sociedade**: a relevância do enfoque CTS para contexto do ensino médio. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n1/v13n1a05.pdf>. Acesso em 19/08/2017.

PIRES, C. M. C. **Currículos de matemática**: da organização linear à ideia de rede. São Paulo: FTD, 2000.

REIS, D. R. **Gestão da inovação tecnológica.** São Paulo: Manole Ltda, p.204, 2004.

REIS, P. **Uma iniciativa de desenvolvimento profissional para a discussão de controvérsias sociocientíficas em sala de aula**. Interacções, n.4, p. 64-107, 2006.

ROSENBAUM, P. **Conceito de ciência**. Revista Ciência-Primórdios, março, 1997.

SAMPAIO, M. QUADRADO, A.; PIMENTEL, Z**. Interdisciplinaridade no município de São Paulo**. Brasília: INEP, 1994.

SANTOS, W. L. P. **Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica.** Ciência & Ensino, v. 1, n. especial, p. 1-12, nov. 2007.

_____. **Educação científica**: Uma revisão sobre suas funções para a construção do conceito de letramento científico como prática social. Revista Brasileira de Educação. V. 12, n. 36, 2007, p. 474-492.

_____. **Educação científica na perspectiva do letramento como prática social**: funções, princípios e desafios. Revista Brasileira de Educação, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.

_____. **Educação CTS e cidadania**: confluências e diferenças. Amazônia. Revista de Educação em Ciências e Matemáticas. V. 9, n. 17, 2012, p.49-62.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências**: possibilidades e limitações. Investigações em ensino de Ciências, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

_____. **Tomada de Decisão Para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências**. Ciência & Educação, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

_____. **Uma análise de pressupostos teóricos CTS** (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências. V. 2, n. 2, 2002, p. 1-23.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. (1997). **Educação em química**: compromisso com a cidadania. Ijuí: UNIJUÍ.

SCHÄFFER, M**. Interdisciplinaridade**: um novo paradigma para a educação e as ciências humanas? In: SILVA, D.; SOUZA, N. (Orgs.). Interdisciplinaridade na sala de aula. Porto Alegre: EdUFRGS, 1995.

SIMON, I. **A revolução digital e a sociedade do conhecimento**, março, 1999. Disponível em: http://www.ime.usp.br/~is/ddt/mac333/aulas/tema-1-04mar99.html. Acesso em 20/09/2007.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica**: a questão da democracia. São Paulo: Papirus, 2001.

TOMAZ, V. S**. Interdisciplinaridade e aprendizagem da matemática em sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2008.

VARGAS, M. (1994). **Para uma filosofia da tecnologia**. São Paulo: Alfa Omega.

VIEIRA, R. M. **Formação continuada de professores do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico para uma educação em Ciências com orientação CTS/PC**. Tese de Doutorado em Didática - Universidade de Aveiro, Portugal. 2003.

WISNIK, J. M. **O Som e o Sentido**: Uma outra história das músicas, Companhia das Letras, 1999.

ZUIN, V. G; FREITAS, D. de. **A utilização de temas controversos**: estudo de caso na formação de licenciandos numa abordagem CTSA. 2. Ciência & Ensino, vol. 1, n. 2, p. 1-9, 2007.