

Universidade Estadual de Santa Cruz

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
Mestrado em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Matemática e Música: compondo um cenário educacional com harmonia

por

Antonio Messias Lopes Cruz[†]

Mestrado Profissionalizante em Matemática - Ilhéus - BA

Orientador: André Nagamine

Ilhéus-BA - Março de 2013

[†]Este trabalho contou com apoio financeiro da Capes
obtido através da SBM.

ANTONIO MESSIAS LOPES CRUZ

**MATEMÁTICA E MÚSICA: COMPONDO UM CENÁRIO
EDUCACIONAL COM HARMONIA**

Dissertação apresentada ao PROFMAT-
Mestrado Profissional em Matemática em
Rede Nacional ofertado pela Universidade
Estadual de Santa Cruz-UESC e coordenado
pela Sociedade Brasileira de Matemática-
SBM como requisito final à obtenção do grau
de mestre em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. André Nagamine

Ilhéus-BA
2013

C957

Cruz, Antonio Messias Lopes.

Matemática e música: compondo um cenário educacional com harmonia / Antonio Messias Lopes Cruz. – Ilhéus, BA: UESC, 2013.

iv, 61f. : il.

Orientador: André Nagamine.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional.

Bibliografia: f. 60-61.

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Música na educação. 3. Jogos no ensino de matemática. 4. Matemática recreativa. 5. Maquinas de calcular. 6. Tecnologia educacional. 7. Frações – Estudo e ensino. I. Título.

CDD 510.7

Antonio Messias Lopes Cruz

MATEMÁTICA E MÚSICA: COMPONDO UM CENÁRIO EDUCACIONAL COM HARMONIA

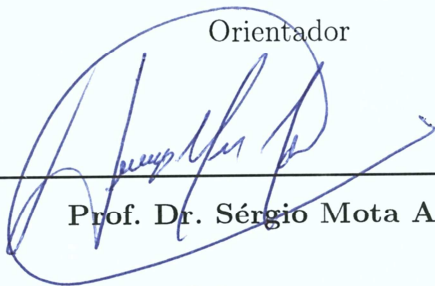
Dissertação apresentada ao Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz, para a obtenção de Título de Mestre em Matemática, através do PROFMAT - Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional.

Trabalho aprovado. Ilhéus, 20 de março de 2013:

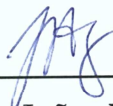


Prof. Dr. André Nagamine

Orientador



Prof. Dr. Sérgio Mota Alves



Prof. Dr. João de Azevedo Cardeal

Ilhéus - 2013

Agradecimentos

A Deus

Ele que com maestria rege a minha vida, tornando-a uma sinfonia harmônica, me mostrando que até mesmo os percalços são musicais, e necessários para que possa refletir e vivenciar o caminho, em busca da evolução.

A família

Fonte restauradora de energias positivas, onde encontro o paraíso de águas cristalinas e que me faz resignificar, cada vez mais, o transcender do amor ao próximo. Em especial minha irmã Zélia e ao recém chegado Fernando, que me deram um valioso suporte nos ensinamentos de designer computacional.

Ao IFBA - Valença

A todos os que integram o Instituto Federal da Bahia Campus Valença, em especial ao DEPEN e aos professores que colaboraram, e tiveram compreensão da necessidade deste curso, e de quão seria importante para meu crescimento profissional e pessoal. E ao aluno Matheus Santos pelas discursões na linguagem visual basic, e ao professor Edeyson pela indicação da linguagem , e ao professor Cambrúzio que mesmo com pouco tempo que tinha, às vezes tirava algumas dúvidas da linguagem supracitada.

Ao quarteto fantástico

CAPES, SBM, PROFMAT e a UESC, pela implantação do curso e pela estrutura do mesmo. E ao mesmo tempo parabenizar pela escolha do prof.Sergio Mota na coordenação do curso, pois sua regência foi fundamental e participativa.

Aos professores e tutores

Pelos ensinamentos ministrados, e pela amizade durante o curso. Ao co-orientador Gildson Queiroz, na qual tive pouco contato pelos contratempos da vida, mas que suas palavras me fizeram refletir neste trabalho, e irão edificar meus estudos posteriores. Em especial ao meu orientador André, vice- coordenador do PROFMAT, que também foi professor, amigo, compreensivo, calmo, disponível, etc. , dentre tantos outros fatores que fizeram crescer, ainda mais, a admiração que tinha por ele.

A Jamilye Ferreira dos Santos

Pela nossa relação de cumplicidade, paixão, carinho, preocupação e sinceridade.

Ao coordenador do PROFMAT: Sergio Mota Alves

Este foi, continua sendo, e sempre será uma pessoa marcante em minha vida, no campo profissional e também no âmbito pessoal. É incrível a percepção humanística que ele carrega e dissipa ao redor de todos. Conhece cada um de nós da nossa turma. E para mim, foi fundamental esta sua sensibilidade, pois precisei muito de seus conselhos e energizações positivas que ele sempre estava disposto a transmitir durante todo curso, fazendo-me acreditar sempre que as coisas nem sempre são fáceis, mas a persistência é peça fundamental para o regozijo da conquista. Muito obrigado Sergio Mota, e cada vez mais tenho aquela

idéia que você é doutor em matemática pela academia e doutor em humanidades pela escola da vida, onde este título, você está sempre pondo em prática para felicidades dos que te rodeiam.

Aos colegas do curso

Todos vocês tem sua importância no meu viver durante o curso, pois cada ser tem sua essência, e cabe a todos nós observarmos e respeitarmos. Uns mais afastados, e outros mais próximos, mas todos fazendo parte da rica convivência no curso. Aos mais próximos, não citarei nomes, e espero ter sido um bom companheiro, assim como vocês foram pra mim, e nos momentos em que ficamos juntos, seja para estudo ou para uma descontração, dificilmente serão esquecidos. E quero agradecer em especial ao colega Roque Lyrio por me incentivar, apoiar e ajudar de várias formas e em vários momentos do curso.

A todos

Por fim, gostaria de dizer que concordo com o pensamento de que "existem coisas que não são para serem ditas, pois só se é permitido senti-las." Espero ter feito ações que tenham demonstrado muito mais do que escrevi, a todos vocês que fizeram parte desta conquista.

Epígrafe

Dê ao mundo o melhor de você. Mas isso pode não ser o bastante. Dê o melhor de você assim mesmo. Veja você que, no final das contas, é tudo entre VOCÊ e DEUS. Nunca foi entre você e os outros.

(Madre Tereza de Calcutá)

E sempre é bom lembrar que:

Responder à ofensa com ofensa é lavar a alma com lama. E o silêncio é um dos argumentos mais difíceis de se rebater.

(Dalai Lama)

Resumo

Este projeto dissertativo, apresenta uma metodologia diferenciada e inovadora. Sua concepção é pensada nos moldes exigidos não apenas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e nem apenas nas Leis de Diretrizes e Bases (LDBs), mas sim, pela própria exigência de uma nova era, que abrange o dinamismo de um mundo globalizado, em tantos aspectos, tais como, social, político, econômico e principalmente de uma era tecnológica, que a cada instante envolve todos nós. Não é mais cabível num mundo moderno, uma metodologia de ensino moldado nas velhas concepções, baseado no centralismo do professor, que simplesmente ditava o conhecimento, através de quadro, giz e oralidade, tornando os alunos, apenas coadjuvantes, com um comportamento de receptores inertes. Então, este projeto vem sugerir várias possibilidades de ações educacionais para uma maior eficiência no processo ensino - aprendizagem, tanto para a postura do professor quanto a do aluno. Este projeto vem propor uma ação multidisciplinar, entre as áreas de matemática, educação musical, e a informática. Na qual são apontadas alternativas para o professor de matemática aliar o ensino de frações emoldurado por simbologias da teoria musical, ou seja, solidificar conteúdos de frações praticando teoria musical, e com isto o aluno possa ter um despertar musical através da matemática. E ao mesmo tempo, também aponta como um professor de educação musical pode fazer uma pedagogia que auxilie os alunos na prática de conteúdos matemáticos, especificamente as frações. Tanto a proposta para o professor de matemática, quanto para o professor de educação musical, a metodologia proposta neste projeto, terá como aliada a tecnologia computacional. Esta dinâmica será pautada através do jogo *Quiz* feito pelo professor e posteriormente também pelos alunos, através dos jogos de memória, e do software livre Kurupira, que permite a criação de palavras cruzadas de qualquer tema que quisermos abordar, e é neste dispositivo que especificamente será praticado os conceitos da teoria musical, e além destes dispositivos apontados, serão feitas atividades em forma de exercícios abordando todo o conteúdo da teoria musical na qual será abordada e as suas relações com a matemática. E este processo desencadeará no desenvolvimento da calculadora AMLC criada pelo autor, e que foi feita através de uma linguagem de programação computacional, que é o ponto de maior impacto, uma vez que, ela trará vários benefícios através

do seu uso, tais como : proporcionar para o aluno um estímulo ao raciocínio lógico, um desenvolvimento de tomada de decisões, um aprimoramento do aguçamento da memória , a uma melhor capacidade de planejamento, uma melhor sociabilidade entre os seus colegas e conseqüente com as outras pessoas, dentre outros fatores, que promoverão neste aluno uma autonomia, autoestima e uma melhor aquisição de atitudes.

Palavras chave: Matemática. Música. Ensino com auxílio de jogos. Calculadora AMLC. Tecnologia educacional. Operações com frações.

Abstract

This dissertative project presents a different and innovative methodology. Its conception is based on models not only required by PCNs and LDBs, but also by the requirements of a new era, which covers the dynamism of a globalized world in social, political, economical and, mainly, technological aspects, which involve us at every instant. It is no longer acceptable in a modern world an education molded in old conceptions and founded in the centralism of the teacher, who simply dictates knowledge by means of board, chalk and orality, because in this method, students become coadjutant figures and acquire a behavior of passive receptors. Hence, the current project suggests many possibilities in educational changes for purposes of betterment in the teaching-learning process for both the teacher and the students. This project proposes a multidisciplinary action among areas including mathematics, music education, and informatics, in which alternatives are presented so that the teacher is able to combine the topic of fractions to symbologies existent in musical theory. In other words, the project helps to solidify fraction matters by musical theory exercises in order to expose the student to an opportunity for music through mathematics. At the same time, the project presents how a music teacher can develop a pedagogy that helps students in mathematical exercising, specifically in fractions. This dynamic is guided through the game *Quiz*, made by the teacher, and, later, by the students, though memory games and by freeware *Kurupira crosswords*. This process will yield in the creation of calculator, called AMLC created by the author, developed by computer programming, point of greatest impact, since it will provide many benefits, such as: stimulating the logical reasoning, developing decisions taking, enhancing memory sharpening, improving planning capacity, improving sociability among peers and, consequently, among other people, and other factors. These factors will promote autonomy, self-esteem, and better attitude acquisition in the student.

Keywords: Math. Music. Teach through of the games. AMLC calculator. Education technology. Fractions operations.

Conteúdo

Agradecimentos	3
Epígrafe	5
Resumo	i
Abstract	iii
Introdução	1
1 Histórico da Relação Matemática e Música	5
2 Introdução à teoria musical	12
2.1 Elementos da teoria musical	13
3 Matemática e Música: algumas reflexões	28
4 Calculadora AMLC : raciocínio lógico por meio de novas tecnologias	33
4.1 Reflexões sobre o uso de calculadora em sala de aula	33
4.2 Concepções da Calculadora AMLC	35
4.3 Manuseio da Calculadora AMLC	37
4.4 Jogos de memória	39
5 Atividades para o projeto dissertativo Matemática e Música	41
5.1 Atividades visando conceitos da teoria musical	41
5.1.1 Palavras cruzadas	41
5.1.2 Quiz	43
5.2 Atividades visando solidificar os valores musicais	47
5.2.1 Relações numéricas entre as figuras musicais	47
5.3 Atividades visando a associação das figuras	51
5.4 Atividades específicas para a Calculadora AMLC	52
6 Considerações Finais	57
Bibliografia	60

Introdução

Começo esta introdução fazendo um breve apanhado de como tem sido minha prática pedagógica no ensino de matemática, ao mesmo tempo que revelo minha ligação com a arte, em especial a música. A partir daí, a minha proposta da inserção desta relação entre a matemática e a música no desenvolvimento da Calculadora AMLC e os objetivos desta proposta metodológica numa aplicabilidade funcional, do que penso ser uma proposta educacional inovadora.

Ensino matemática, desde o primeiro semestre quando ainda fazia o curso de Engenharia Civil na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Depois de três anos percebi que deveria deixar o curso de Engenharia para cursar a Licenciatura em Matemática, pois estava decidido a ser professor de matemática.

Neste percurso em que venho exercendo a função de professor de matemática venho sempre querendo envolver meus alunos ao prazer desta disciplina, através de experimentações pedagógicas que venham inovar as aulas tradicionais de matemática em que sempre fui exposto.

Citarei algumas destas experimentações. Quando ensinei, por exemplo às turmas de Matemática Financeira em uma faculdades na cidade de Valença, a partir do ano de 2002, eu já utilizava o blog como recurso educacional aliado à minha prática pedagógica. Os alunos em grupos confeccionavam os blogs a partir do que víamos em sala de aula e eles alimentavam estes blogs com dúvidas das aulas em que ministrava e com notícias contextualizadas a respeito do mundo financeiro obtidas em noticiários diversos, e comentavam dentro da visão que eles viam e percebiam em relação aos conteúdos vistos em sala de aula. Penso que assim estaria contextualizando o tema, mesmo porque também pedia para eles fazerem pesquisas em campo, fazendo-os irem às lojas comerciais e em bancos à busca de confrontar a teoria com a prática.

Já nas turmas do ensino básico fiz várias experimentações para usar como recurso didático. Além da utilização dos computadores, blogs com diversos objetivos, confecção de revistas em quadrinhos, pesquisa em campo com escrita da percepção do que foi visto nas observações feitas em campo relacionando com o que era visto em sala de aula, softwares matemáticos, dentre outros.

No que diz respeito a minha ligação com a arte, sempre gostei de poesias e de casos nordestinos, literatura de cordel, onde sempre fiz recitais destes casos e de poemas em sala de aula. Nunca

estudei teoria musical, mas aprendi um pouco violão sozinho através de revistas, e apesar de não ter um domínio no instrumento, também tocava algumas canções nas aulas. Nestes momentos é que percebia quanto os alunos estavam cansados e sedentos de novidade nas aulas, pois sentia um brilho na face deles ao conciliar matemática e a arte nas aulas.

Lembro de um fato que aconteceu em uma turma do curso de administração em uma faculdade particular em que lecionava:

No primeiro dia de aula eu contei um caso nordestino e durante todo o semestre não contei mais nenhum. Quando acabou o semestre uma aluna me disse que apensar de não gostar de estudar matemática, pois ela dizia ser traumatizada com a disciplina, ela assistiu à todas as aulas do semestre, na expectativa que eu contasse outro caso igual aquele do primeiro dia de aula, e para frustração dela eu não contei mais nenhum. Então comecei a refletir sobre minha metodologia de ensino e depois daquele momento refleti e disse a mim mesmo que iria ter uma metodologia emoldurada com a arte com mais frequência.

Apartir dali, todas as ações que promovia tinham como finalidade a promoção de uma pedagogia de conquista do aluno, pois fazendo isto, conseguiria o respeito e admiração por parte deles, e consequentemente eles iam tendo uma melhora na disciplina em que ministrava.

Portanto vislumbrei no tema matemática e música para esta dissertação, um forte aliado nestes requisitos que venho desempenhando durante a minha militância na educação. Então proponho neste projeto dissertativo, esta aliança entre matemática e a música com auxílio da informática, na promoção de uma eficiente emancipação do processo ensino-aprendizagem destas áreas. Não menciono o público alvo, pois penso que os objetivos que o trabalho propõe é permissível a qualquer nível, embora se possa ter uma aplicação de maior foco no ensino fundamental durante o ensino das frações.

Este projeto tem como principais objetivos:

1- Inserção deste projeto nas escolas seja na grade curricular, ou mesmo em projetos de extensão;

2- Mostrar através deste projeto algumas das relações da matemática e a música, nas quais existem possibilidades para o professor de matemática dar uma iniciação da teoria musical, sem perder o foco matemático;

3- Mostrar como o professor de educação musical pode auxiliar o aprendizado de matemática, em especial o ensino das frações, uma vez que é previsto na grade escolar a partir de 2012 no ensino básico, através da Lei N° 11769 o ensino de música ;

4- Quebra do paradigma do uso da calculadora como recurso didático já que os PCNs apontam nessa direção. No caso particular da Calculadora AMLC, que tem como concepção várias melho-

rias para o ensino, uma vez que promove vários benefícios para o aluno;

5- Sinalizar que com planejamento é possível sim fazer projetos multidisciplinares nas escolas;

6- Fazer com que os alunos tenham gosto pela teoria musical através do ensino da matemática e um gosto pela matemática estudando música;

7- Promoção, através da metodologia proposta neste projeto com a utilização da Calculadora AMLC para os alunos, itens tais como: estímulo ao raciocínio lógico; um desenvolvimento de tomada de decisões; um aprimoramento do aguçamento da memória; uma melhor capacidade de planejamento; uma melhor sociabilidade entre os seus colegas e conseqüente com as outras pessoas; dentre outros fatores que promoverão neste aluno uma autonomia; autoestima e uma melhor aquisição de atitudes;

8- Sinalizar, por intermédio da proposta metodológica contida neste projeto dissertativo, o quão é possível ter uma prática educacional mais envolvente e multidisciplinar, pois nas novas concepções de mundo, onde os valores transmutam a todo instante, faz-se necessário uma pedagogia que envolva toda esta dinâmica exigida pelo mundo "moderno". Assim, talvez aqueles professores que tem medo do novo, que tem medo de sair da sua zona de conforto, possam se libertar destas amarras que lhes prendem a fazerem acontecer um ensino melhor, uma vez que é possível planejar para obter resultados.

9- Mostrar através de dados e de oficinas aos professores que são resistentes ao uso de calculadoras como auxílio educacional, que incorpore em suas práticas, sempre que possível, senão os alunos poderão esta usando o dispositivo de maneira errada, e ao mesmo tempo pedir que utilizem em específico a Calculadora AMLC desenvolvida por mim para a proposta metodológica contida neste projeto dissertativo.

Esta obra está contém seis capítulos e está disposta da seguinte forma:

No Capítulo 1 é trazido um breve apanhado histórico sobre como foi pensado por Pitágoras as relações matemáticas extraídas da música, bem como o contexto teórico atual da música.

No Capítulo 2 é exposto uma teorização musical, sem aprofundamento no tema, mesmo porque o intuito não é aprender a teoria musical na sua essência, e sim fazer o despertar da música no aluno com uma abordagem mínima, mas significativa, para que ele possa continuar os estudos posteriormente. Parte desta teorização musical será usada nas atividades propostas, bem como na Calculadora AMLC proposta em capítulo posterior.

No Capítulo 3 foram feitas algumas reflexões no que diz respeito ao paradigma do uso de calculadora como recurso educacional, e outras concepções educacionais de ensino.

No Capítulo 4 está descrito como foi o surgimento da criação da proposta do tema matemática e música, a criação da Calculadora AMLC, e sua importância.

No Capítulo 5 estão as propostas das atividades que serão necessárias para o entendimento, treino, memorização da teoria musical, bem como as atividades que farão a relação dos valores matemáticos das figuras musicais, a descrição do uso do Quiz, dos jogos de memória também criados por mim para este projeto dissertativo, e de atividades contextualizadas e atividades que são mais específicas com o uso da Calculadora AMLC .

No Capítulo 6 estão as considerações finais deste trabalho de dissertação.

Esta obra também é acompanhada de um CD contendo os seguintes itens:

- O shareware Wondershare quizcreator;
- O jogo de palavras cruzadas feito do freeware Kurupira em PDF ;
- O jogo Quiz feito com o shareware Quizcreator em arquivo executável ;
- O arquivo projeto dissertativo executável, que contém a Calculadora AMLC e os jogos de memória;

Histórico da Relação Matemática e Música

Este capítulo visa principalmente, um despertar nos alunos, o encantamento entre os dois ramos supracitados, a matemática e a música, em relações indissociáveis existentes entre elas, que é o propósito maior deste projeto. “Seria conveniente que os professores de Matemática, nas escolas de todos os níveis, transmitissem aos seus alunos que o ensino dessa matéria é uma das formas de preparar a nação para o futuro. E, a fim de torná-la mais atraente, a organização desse ensino deveria tirar partido da extraordinária vantagem trazida pelo fato de que a Matemática tem muitas faces...” (LIMA, 2007, p.148).

Então começo este apanhado histórico, com um pensamento de um dos grandes nomes da história da matemática, o famoso Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), e que a ele é atribuído o termo função, e também é um dos nomes na qual é creditado a descoberta do cálculo diferencial : “Musica est exercitium arithmeticae occultum nescientis se numerare animi” (A música é um exercício oculto de aritmética de uma alma inconsciente que lida com números) (ALGUSTO, 2011).

Este capítulo desta dissertação, tem um significado muito importante, pois ele é quem irá relatar as sincronicidades¹ existentes entre estes dois expoentes mencionados, a matemática e a música.

Portanto ao relatar algumas destas relações existentes entre estas duas temáticas é que se percebe a dimensão do envolvimento entre elas.

¹Sincronicidade: é um conceito desenvolvido por Carl Gustav Jung para definir acontecimentos que se relacionam não por relação causal e sim por uma relação de significado.

É um fato consumado que o homem é um ser em eterno desenvolvimento e que sempre procura significados em todas as coisas que coabitam em sua percepção. No sentido mais amplo, o homem sempre foi um ser musical e ao mesmo tempo um ser matemático.

Desde a sua formação, no ventre da sua matriarca, o homem convive com a música que permeia seu casulo, e intuitivamente ele experimenta a cronologia desta sua formação, o seu desenvolvimento, até a sua saída daquele meio para inserir-se ao mundo externo ao feto.

Este mesmo homem, desde os primórdios de sua existência, entoa os atributos matemático-musicais, pois em sua introspecção ao fazer fluir seus pensamentos (raciocínios lógico-matemáticos), ele se concentra e o vazio sonoro, na qual denominamos de silêncio (um dos termos musicais que é dominado de pausa musical), é o seu parceiro. Depois desta introspecção, ele se manifesta, e causa sonoridade diversificadas.

Durante muito tempo de sua historicidade, o homem perdeu várias de suas manifestações criativas por não ter como perpetuá-las, pois não havia como fazer o registro destas manifestação. Mesmo com a disseminação destas manifestações através da oralidade cultural no intuito de preservá-la, mesmo assim muito se perdeu no decorrer do tempo. Sem contar com os "insights" que ele tinha, e por não ter uma metodologia para aplicá-los de forma construtiva, também se perdiam.

É importante dizer que o cenário da natureza, sempre foi uma grandiosa fonte de inspiração intelectual (matemática) para o ser humano, sempre sendo um excelente ambiente de sonoridade (música) para proporcionar estes insights, bem como tantas outras e diversificadas inspirações dos seres para o avanço de sua identidade, cultura, evolução.

Talvez é nesta ansiedade, de se registrar estes insights e inspirações, a fim de perpetuá-los, é que ele busca uma disciplina e tenta se organizar, no intuito de criar uma metodologia que proporcionasse a efetivação este ideal.

Foi justamente no século VI a.C. que isto se torna realidade, pois de acordo com (ABDOU-NUR, 1999) é atribuído a Pitágoras de Samos (585 A.C a 500 A.C) o primeiro registro da história das ciências, ou seja, o primeiro registro científico a partir de uma experimentação metodológica. E foi justamente através de um experimento envolvendo matemática e música.

Este experimento deu-se por intermédio de um instrumento de corda, composto por uma única corda, daí a atribuição do nome monocórdio, na qual Pitágoras atentou-se para as diversas sonoridades dissipadas através deste instrumento.

Possivelmente inventado por Pitágoras, o monocórdio é um instrumento composto por uma única corda estendida entre dois cavaletes fixos sobre uma prancha ou mesa, possuindo ainda, um cavalete móvel colocado sob a corda para dividi-la em duas seções. A princípio, seus experimentos evidenciavam relações entre comprimento de uma corda estendida e a altura musical do som emitido quando tocada. (ABDOU-NUR, 1999, p.3).

Neste seu experimento Pitágoras procurava relações entre o comprimento da corda que vibrava com os respectivos sons emitidos à medida que ele variava a posição do cavalete móvel.

A primeira relação entre os números inteiros por ele obtidos foi na divisão do comprimento inicial da corda em duas partes. Representado pela fração $1/2$, ele percebeu uma determinada sonoridade na qual se sabe hoje que foi um som mais alto, na qual é denominada de uma oitava do primeiro som, ligeiramente o mesmo som (diferença ínfima á sensibilidade de muitos), apenas mais agudo que o primeiro (anterior) som, onde este som anterior tinha sonoridade uma oitava abaixo. Daí ele foi movendo o cavalete determinando sons representados por outras frações, e foi refletindo sobre estes sons, e assim criando sua teoria envolvendo matemática e música, o que seria um marco para a eternidade.

Movendo o cavalete móvel pelo monocórdio, numa relação de $3/4$ do comprimento inicial da corda solta, o som emitido agora era um som com uma quarta acima do som emitido do comprimento inicial, da corda solta.

Movendo agora o cavalete móvel pelo monocórdio, numa relação de $2/3$ do comprimento inicial da corda solta, o som emitido agora era um som com uma quinta acima do som emitido do comprimento inicial, da corda solta.

Estas "proporções" feitas neste experimento, foram conhecidas como intervalos musicais, que foram denominadas de "Consonâncias Pitagóricas", segundo consta em (ABDOUNUR, 1999).

Podemos dizer que é justamente estas consonâncias originadas nas relações entre os números 1,2,3 e 4, que extrai-se sons naturais e que causam um menor cansaço na audição, ou seja, uma sensação mais agradável na audição. Pitagora já tinha todo um ar místico em sua atmosfera, pois a sua percepção atribui ao número quatro como o primeiro quadrado perfeito, de onde origina todo o universo, todo o mundo material, representando a matéria em seus quatro elementos integrador: o fogo, o ar, a terra e a água (ABDOUNUR, 1999). E é daí que surge o pensamento pitagórico que enunciava que tudo é número e harmonia, ou seja, matemática e música.

Estas frações representativas, provenientes do experimento, que proporcionam uma fluidez sonora agradável e elegante, nada mais são do que a constituição dos intervalos musicais.

Existem variados de intervalos musicais, conforme a Figura 1.1, sendo que na Figura 1.2 temos o intervalo mais conhecido no mundo musical que é o intervalo de oitava.

QUADRO DE INTERVALOS		
INTERVALO	DISTÂNCIA	NOME
Dó - /Ré \flat	$\frac{1}{2}$ tom	2ª menor
Dó - Ré	1 tom	2ª Maior
Dó - Ré \sharp	1 tom e $\frac{1}{2}$	2ª Aumentada
Dó - Mi \flat	1 tom e $\frac{1}{2}$	3ª menor
Dó - Mi	2 tons	3ª Maior
Dó - Fá	2 tons e $\frac{1}{2}$	4ª Justa
Dó - Fá \sharp	3 tons	4ª Aumentada
Dó - Sol \flat	3 tons	5ª Diminuta
Do - Sol	3 tons e $\frac{1}{2}$	5ª Justa
Dó - Sol \sharp	4 tons	5ª Aumentada
Dó - Lá \flat	4 tons	6ª menor
Dó - Lá	4 tons e $\frac{1}{2}$	6ª Maior
Dó - Si $\flat\flat$	4 tons e $\frac{1}{2}$	7ª Diminuta
Dó - Si \flat	5 tons	7ª menor
Dó - Si	5 tons e $\frac{1}{2}$	7ª Maior
Dó - Dó	6 tons	8ª Justa

Figura 1.1: Tabela de intervalos musicais.

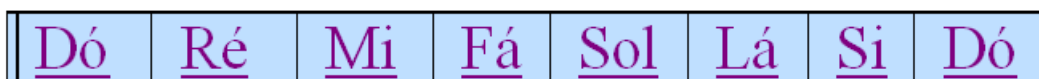


Figura 1.2: Intervalo de oitava.

Dentre estes intervalos destacam-se os intervalos de oitavas, quintas, quartas e terças.

Será abordado no segundo capítulo as terminologias contidas nas figuras apresentadas, que são as notas musicais e seus acidentes musicais.

Este empirismo da época marcou aquele século, pois isolar um dispositivo para observação de fenômenos de forma artificial foi um grande avanço na metodologia da ciência. E talvez por isto (EVES, 2004) no seu livro *Introdução à História da Matemática*, atribua em um dos seus capítulos a matemática de Pitágoras como o berço da matemática demonstrativa.

Este foi um marco grandioso para a metodologia científica. Mas, como todo início de experimento sucede transformações revolucionárias, a posteriori, e este experimento também sofreu alteração, mas de forma evolutiva.

Todo o princípio da teoria musical de Pitágoras, se baseia na divisão dos sete tons em doze partes iguais, ou seja, as notas *dó, ré, mi, fá, sol, lá, si*, com seus respectivos acidentes musicais (será explicado no próximo capítulo), *do sustenido ou ré bemol, ré sustenido ou mi bemol, fá sustenido ou sol bemol, sol sustenido ou lá bemol, lá sustenido ou si bemol*, que na época não tinham esta nomenclatura.

Estes eram os cinco tons denominados de semitons ou acidentes musicais. Assim a escala pitagórica, também conhecida como escala cromática, é a execução de todas as notas, da nota dó

até a nota dó oitavada, na mesma sequência que o intervalo de oitava já mostrado na Figura 1.2. Acrescentando a estas notas os acidentes musicais, ficando assim com doze espaçamentos.

Mas a cada caminho de doze tons percorridos, era encontrada uma nova nota (denominada de oitava acima ou abaixo conforme o caminho percorrido), sendo que estas não tinham a mesma afinação que a primeira nota oitavada tocada primeiramente, isto é, não coincidia o som destes dois tons oitavados com precisão.

Assim a escala pitagórica, Figura 1.3, era geometricamente representada por uma espiral de notas pitagóricas, onde não havia assim um fechamento de um ciclo entre as notas, uma vez que as notas oitavadas não representavam uma mesma afinação. No próximo capítulo, veremos que estas notas de mesmo som, ou seja, mesma afinação, são chamadas de *enarmônicas*, onde se percebe apenas o quão grave e/ou quão agudo é uma nota, mas com a mesma afinação. Isso foi de extrema importância para a evolução musical que hoje prevalece.



Figura 1.3: Espiral pitagórica.

Na composição das notas naturais apontadas por Pitágoras, as relações eram de uma aritmética simples, pois as notas eram geradas da seguinte maneira: 1 2 3 4 5 6 7, onde $2 = 1 + 1$; $3 = 2 + 1$; $4 = 3 + 1$, ou seja, cada sucessor é o anterior somado com a unidade, era uma sequência aritmética. Então é preciso que se diga, que Pitágoras não foi apenas importante para a matemática por produzir um dos teoremas mais famosos da matemática, tão pouco para a música pela sua percepção de associação da matemática e a música, mas sim pelo fato da atribuição a Pitágoras o primeiro experimento da ciência já registrado. É possível dizer que sua grandiosa contribuição para o desenvolvimento da ciência nos séculos seguintes ao dele foi de suma importância.

Num momento posterior ao vivenciado por Pitágora, "evoluindo" esta percepção Pitagórica, existiu a necessidade de tocar simultaneamente várias notas ao mesmo tempo, o que é chamado de acorde (um conjunto de três ou mais notas tocadas simultaneamente). A espiral ilustrada na Figura 1.3 dava uma sensação de desafinação, pois os tons uma oitava acima não coincidiam e assim causava uma sonoridade nada agradável.

Portanto alguns nomes no cenário musical, sendo possivelmente o de maior expressão, Bach (1685-1750), fez surgir algo com uma organicidade e logística impressionante.

A idéia foi dividir sutilmente a diferença dos sons entre o primeiro dó e o dó uma oitava acima, por toda a escala pitagórica. Com esta percepção houve uma grande e visionária percepção musical, pois agora poderiam ser tocados vários tons ao mesmo tempo sem ter que sentir a sensação

de desafinação, uma vez que os tons de mesmo nome, diferenciando apenas de uma oitava, soariam a todos os ouvintes, a mesma audição, apenas um tom mais grave ou mais agudo dependendo do ponto referencial que se observe.

Agora a transposição de melodias em tons mais agudos e/ou mais graves se tornava possível pela sincronização das notas em suas respectivas oitavas.

Só para que se possa imaginar a dimensão disto, é cabível, em primeiro lugar, enunciar um comentário de um dos maiores gênios de toda história da música, o imortal Ludwig Van Beethoven, que dizia: "Bach (riacho, em alemão) deveria se chamar Ozean (oceano) e não Bach!" (UOL, 2005).

Daí já é possível imaginar quão grandioso foi Sebastian Bach para a teoria da musical. De certa forma não é preciso esforços para os que estudam a profundidade da música, a correnteza fluídica de grandeza imensurável que foi Bach para a música.

A priori é um tanto que paradoxal que uma determinada restrição de som (quando é retirada a diferença entre dois tons oitavados e divide-se a mesma por todas as notas), possa proporcionar infinitas possibilidades para a música, pois esta concepção não existia na espiral da escala cromática ou pitagórica, e com a escala com este temperamento (semelhante a apimentar, e dar sabor), pode ser resignificado com infinitas possibilidades, e que a partir daí a escala temperada passou a ser representado geometricamente por um círculo, como mostra a Figura 1.4

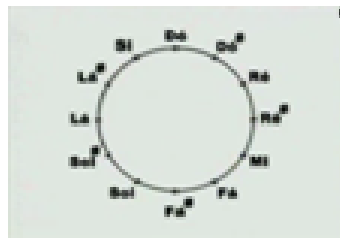


Figura 1.4: Espiral de pitágoras convertida para um círculo.

Portanto é esta escala temperada que “permite” transpor tonalidades de músicas, sem que haja a sensação de desafinação, embora como já foi citado, que o ciclo fecha em um círculo, as combinações do que se pode ser composto harmonicamente é realmente grandiosa.

Neste modelo de escala, se uma pessoa não pode cantar em certo tom, pois não alcança a mesma altura do tom, sumindo a voz ou mesmo desafinando, basta “abaixar” ou mesmo “aumentar” o tom da música que não haverá problemas no andamento do acompanhamento musical.

E isto só foi possível porque mais uma vez a matemática estava muito próxima da música, e pode sistematizar e generalizar de maneira brilhante.

As relações das séries aritméticas que Pitágoras usou, agora deram vez às series geométricas, proporcionadas pelos logaritmos de John Napier (1550 - 1617, matemático que foi atribuído a invenção dos logaritmos em 1614.) .

Agora a série não era mais regida por 1, 2,3,4,5,6 e 7, mas sim por 1,2,4,8,16,etc., onde cada um destes termos são potências de base dois e os expoentes desta base é justamente a serie numérica utilizada por Pitágoras. Isto foi possível porque os logaritmos puderam ser utilizados para fazer a correlação entre as duas séries, a aritmética e a geométrica. Pois $1 = 2^0$; $2 = 2^1$; $4 = 2^{(1+1)}$; $8 = 2^{(2+1)}$, etc.

Ainda é possível fazer mais correlações, pois na verdade a sonoridade dos tons provém de certa intensidade da altura de suas respectivas notas, ou seja, através das frequências (na época não existia o conceito de frequência que nada mais é uma certa quantidade de pulsos(ciclos,marcações) por um intervalo de tempo). A nota *lá* tem a frequência de 440hz, que significa 440 pulsos em um segundo. Portanto cada nota tem sua respectiva frequência, mas ainda é possível fazer mais relações. Por exemplo: o *dó* tem frequência 262 Hz e o *dó* "oitavado"tem frequência 523 Hz, lembrando apenas que a relação das oitavas é de 1/2. Daí já se tira outra relação matemática que é de grandezas inversamente proporcionais, pois quanto maior é o comprimento da corda mais grave é o som correspondente ao tom. Lembrando que o som da nota *dó* oitavada é mais aguda e que este *dó* oitavado tem a metade do comprimento da nota *dó* uma oitava abaixo. Foi exatamente dessa maneira que Pitágoras começou fazendo seu experimento, fazendo proporções diminuído o comprimento da corda do monocórdio.

Combinar duas notas *dó* sequenciais, diferindo entre si de uma oitava, sendo a segunda mais aguda, nada mais é que fazer a combinação de frequências distintas, ou seja, atribuir um pulso para o primeiro *Dó* (mais grave) para dois pulsos do *Dó* uma oitava acima (mais agudo). Isto é, a fração um para dois, representada por 1/2. Outro exemplo seria a combinação das notas *Dó* com o *Sol*, na qual seria representado pela fração 2 / 3, que significa que a cada dois pulsos da nota *Dó* equivalem a três pulsos da nota *Sol*. Já a combinação de um *dó* com um *fá* é uma relação de 3 / 4, que significa 3 pulsos da nota *dó* equivalem a quatro pulsos da nota *fá*.

Finalizamos então esse capítulo, na qual procurou trazer um breve relato histórico da relação matemática e música, dentre tantos outros que se podem ser correlacionados.

Para o intuito do capítulo, que tinha como objetivo fazer um apanhado histórico da ligação existente entre a matemática e a música, já é suficiente. As colocações precedentes nos levam a questionar o porquê ainda não vemos a matemática e a música serem abordadas de maneira associativa, contextualizada, síncrona, dentre outros adjetivos ?

Há uma crença equivocada que diz que "à matemática a razão e à musica a arte", mas isso não deve passar de um simples pensamento restrito e fechado, uma vez que a matemática e a música, estão fortemente ligadas entre si e, com um mínimo de sensibilidade, é possível dizer que o modelo cartesiano do matemático e filósofo Descartes(1596-1650) que fragmenta, segrega, enfim separa a emoção da razão, não pode ser aplicado neste âmbito, pois matemática e a música são demasiadamente, sem exagero, parte uma da outra, portanto são indissociáveis.

Introdução à teoria musical

A música é uma das maiores expressões artísticas universais do legado mundial, senão for a maior. Ela conduz todos os povos em uma harmonização espiritual. Através da música todos os seres vivos se sensibilizam, sim, pois estudos mais específicos revelam que há um crescimento bem positivo de plantas, animais irracionais, pessoas com deficiência mental, etc., quando se tem a música como aliada, tanto no tratamento de enfermidades ou patologias, bem como na prevenção de vários males.

Então de uma forma resumida, mas bem construída, pode-se dizer que a "Música" é a arte de combinar os sons e o silêncio. Na verdade, ao silêncio pode ser atribuído a incapacidade de alguns não terem percepção, para alcançar as frequências que estão a todo instante emitidas no ar.

No instante do silêncio, poderá haver som, perceptível para uns e para outros não. Alguns sons inaudíveis ao ser humano, podem ser captados por certos animais. Por exemplo, o cachorro que é conhecido por sua finíssima audição.

Para efeito de simplificação, ou seja, de um entendimento melhor do que será proposto, o conceito de música que foi dado será suficiente.

Fazendo uma reflexão acerca da música, percebe-se que os sons estão em toda parte, de modo que se conclui que a música é parte integrante da vida de todos os seres. O compositor Villa Lobos, a propósito, dizia que somos seres musicais, e a prova deste feito é que todos temos nas batidas cardíacas um metrônomo¹, e que este rege a harmonia do indivíduo por toda a sua existência.

Neste capítulo serão dados vários conceitos da teoria musical, alguns dos quais com foco diretamente ligado aos objetivos deste trabalho e outros indiretamente necessários, para o entendimento

¹Metrônomo: é um relógio que mede o tempo (andamento) musical. Produzindo pulsos de duração regular, ele pode ser utilizado para fins de estudo ou interpretação musical.

de alguns termos musicais que aparecerem em estudos extra aos deste projeto desenvolvidos por parte dos alunos, que optem por um aprofundamento no tema.

É importante enfatizar que este trabalho não é um projeto de teoria musical, e sim de relações existentes entre matemática e música. Portanto não será tratada a teoria musical com profundidade.

Espera-se que cada pessoa ao se envolver neste projeto, possa se interessar no assunto, possa se encantar e ter um despertar musical, fazendo com que haja um estudo com mais afinco à teoria musical e, desta maneira, ampliar ainda mais as relações existentes entre a matemática e a música. Assim o estudante poderá perceber e compreender aspectos musicais na matemática e aspectos matemáticos na música.

É importante salientar que os estudos destas relações não se constituem em algo novo. Há muito tempo o homem vem experimentando dos sabores de relações da matemática com a música. Gardner(1994), se referencia a relação música/matemática, expressando que esta, esteve presente na época medieval e voltou à tona no século XX.

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. ... Novamente no século XX - primeiramente na esteira da música dodecafônica, e mais recentemente, devido ao amplamente difundido uso de computadores - o relacionamento entre as competências musical e matemática foi amplamente ponderado. A meu ver, há elementos claramente musicais, quando não de "alta matemática" na música: estes não deveriam ser minimizados. (GARDNER, 1994, p.98)

2.1 Elementos da teoria musical

Será passado agora, algumas definições e propriedades da música que serão importantes para a condução deste trabalho.

Som: é a impressão produzida em nosso aparelho auditivo pelas vibrações de um corpo.

O som é subdividido em:

- **Som musical:** É aquele que se apresenta perfeitamente definindo, o que depende da regularidade das vibrações do corpo sonoro. O som é uniforme e pode ser grafado.
- **Ruído:** É o som indefinido, isto é, aquele que é produzido por vibrações irregulares, e por isto não pode ser grafado.

Propriedades da música:

- a) **Duração:** É chamado de duração, o tempo no qual o som é produzido, sendo representado pelas figuras de notas, também chamadas de figuras musicais, na qual será mostrada posteriormente.

- b) **Intensidade:** A intensidade do som é a propriedade que designa ser mais forte ou mais fraco, usando na grafia musical, os sinais de dinâmica.
- c) **Altura:** A altura do som se determina por ser mais grave, mais agudo ou intermediário (som médio).
- d) **Timbre:** É a qualidade do som, pode-se por ele identificar sua origem. É através do timbre que identificamos se um som é gerado por um instrumento, como por exemplo, o piano, flauta; ou gerado pela voz humana, ou de origens diversas.
- e) **Duração:** É o tempo que se prolonga o som.

Elementos da música:

- a) **Melodia:** uma sucessão de sons, formando um sentido musical.
- b) **Ritmo:** É o movimento dos sons regidos pela sua maior ou menor duração.
- c) **Harmonia:** São sons agrupados simultaneamente que obedecem as leis da estética musical.

A presença e compreensão destes elementos musicais é considerada imprescindível para uma expressão musical. Além destes elementos, destacamos a partir de agora, os conceitos que estão diretamente relacionados, para alcançar os objetivos propostos na concepção deste projeto.

Nota: O som musical é representado na escrita por um sinal chamado nota. As notas, por sua vez, são representadas por figuras, que variam de acordo com a duração do som.

As partes de uma nota são: cabeça, haste, colchete ou bandeirola, como mostra a figura 2.1.

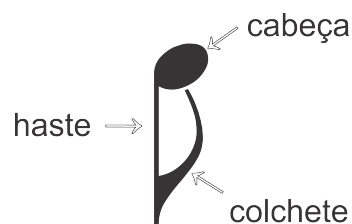


Figura 2.1: Figura musical colcheia.

Cabeça (é a "bolinha" pintada de preto), *haste* (é o filete ou linha que fica imediatamente depois da cabeça da figura), *colchete* (é a simbologia que vem no final do filete, isto é quando tem, pois existem figuras sem ele). A depender de onde esta figura musical se encontre na pauta musical, a cabeça poderá ficar pra cima ou para baixo. Quando se tem mais de uma figura juntas, ou seja, um grupo de figuras, com o colchete, costuma-se utilizar uma barra na representação, denominada de barra de ligação, como pode ser visto nas figuras 2.2 e 2.3.



Figura 2.2: Quatro fusas ligadas e outra fusa sozinha.



Figura 2.3: Duas colcheias ligadas e outra colcheia sozinha.

As notas musicais naturais são em numero de sete, são elas:

dó , ré, mi, fá, sol, lá, si

Quando essas notas são executadas consecutivamente damos o nome de escala. Que poderá ser ascendente ou descendente.

Exemplo:

1. Escala ascendente: dó - ré - mi - fá - sol - lá - si
2. Escala descendente: dó -si- lá- sol- fá- mi- ré

Quando há uma continuidade destas notas, ou seja, repetição da nota sequenciada já tocada, diz-se que a nota é *oitavada* ou *uma oitava* acima daquela já anteriormente tocada na escala.

Estas notas podem ser escritas em forma de cifras, na partitura ou na tablatura². Cada nota possui as cifras indicadas abaixo:

Dó → (C)
 Ré →(D)
 Mi →(E)
 Fá → (F)
 Sol →(G)
 Lá →(A)
 Si →(B)

Neste ponto cabe salientar que estas são as notas musicais “naturais”, pois existem outras notas derivadas destas. Dentre estas variações é imprescindível citar os *acidentes musicais* que estão sempre entre uma nota e outra, com exceção entre o Mi e o Fá e entre o Dó e o Si. Isso pode ser observado claramente, por exemplo, no teclado de um piano Figura 2.4, os acidentes musicais são as teclas pretas.

²Tablatura é uma forma de transcrição musical que diz ao intérprete onde colocar os dedos em um determinado instrumento na maioria das vezes de cordas, em vez de informar quais notas tocar.

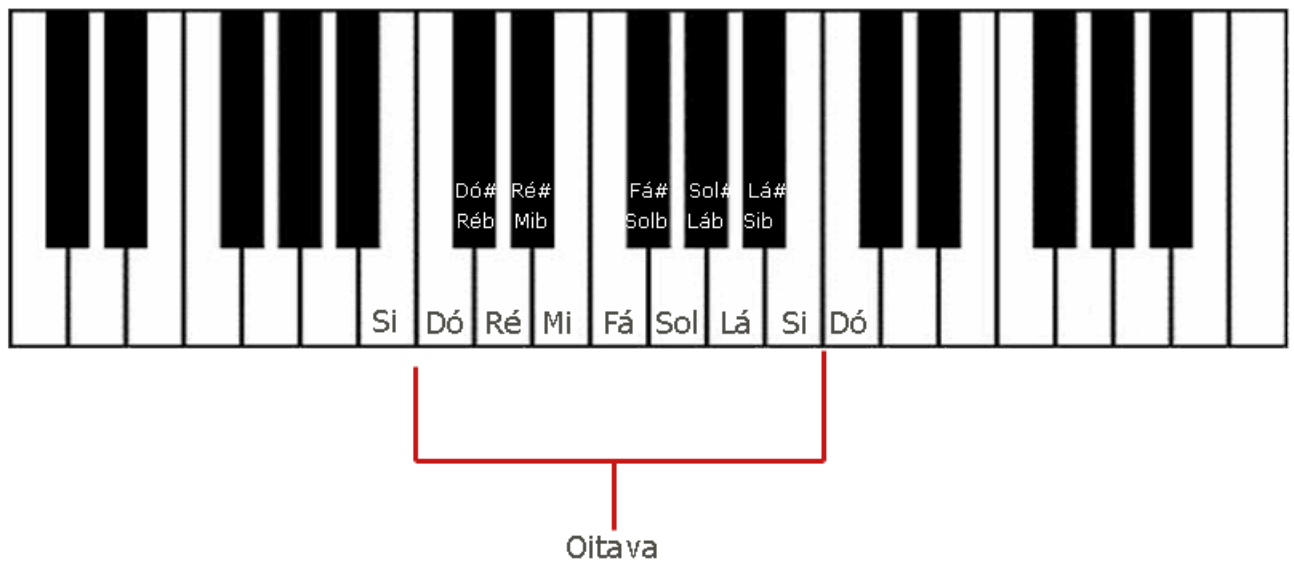


Figura 2.4: Parte do teclado de um piano.

Estes acidentes musicais também são chamados de *meio tom* (meia nota), e eles têm nomenclaturas diferentes a depender do sentido da escala. No sentido descendente as nomenclaturas destes acidentes musicais são referenciadas como *bemóis*, que tem como simbologia a letra "b". Já no sentido ascendente, as nomenclaturas destes acidentes musicais são referenciados como *sustenidos*, que tem como simbologia o "#".

Desta forma a escala no sentido descendente ficaria assim:

C - B - Bb - A - Ab - G - Gb - F - E - Eb - D - Db - C

Já no sentido Ascendente a escala ficaria assim:

C - C# - D - D# - E - F - F# - G - G# - A - A# - B - C

É importante frisar que existem notas bemóis e sustenidos de mesmo som, pois é só uma questão de referencial de quando se toca a escala (sentido ascendente ou descendente). Por exemplo:

C# tem o mesmo som que o Db
Ab tem o mesmo som que o G#

Assim estas notas que tem o mesmo som são chamadas de *enarmônicas*.

É possível usar alguns dos conceitos de termos já citados, e citar outros que compõe o mesmo pensamento.

Intervalo: é a distância entre dois sons.

Semitom: é o menor intervalo entre dois sons.

Tom: é o intervalo formado por dois semitons.

Sustenido (#): Eleva o som em um semitom.

Bemol (β): Abaixa o tom em um semitom.

Dobrado-sustenido (x): Eleva o som em um tom.

Dobrado-bemol (bb): Abaixa o som em um tom.

Para escrever a música na partitura, faz-se necessário falar sobre o pentagrama e as figuras musicais.

Pentagrama ou pauta: é um conjunto de cinco linhas paralelas e quatro espaços, onde são escritas as notas musicais e várias notações, como claves, fórmulas de compasso, entre outras. A representação gráfica da pauta musical é dada pela Figura 2.5.



Figura 2.5: Pentagrama.

No pentagrama só é possível escrever nove notas, onde são colocadas cinco nas linhas e quatro nos espaços. Conforme a nota vai sendo escrita linha acima, mais aguda será a nota.

As linhas e os espaços da pauta são contados de baixo para cima, conforme a Figura 2.6

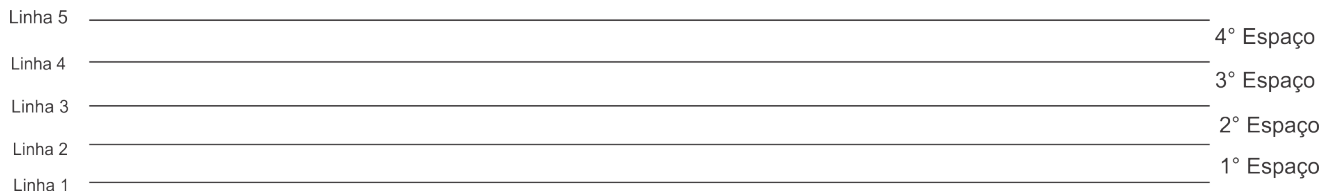


Figura 2.6: Pentagrama com numeração dos espaços e das linhas.

Às vezes são necessárias linhas suplementares a estas, podendo ser colocadas abaixo ou acima das cinco linhas que compõe a pauta, para que sejam escritas mais notas. As linhas suplementares não são contínuas como são as linhas da pauta, apenas são segmentos para comportarem notas individuais. Posteriormente será exibido uma pauta com vários elementos já citados e que ainda serão citados para fácil reconhecimento.

Na pauta musical, a representação das notas é dada através de figuras musicais, como mostra a Figura 2.7

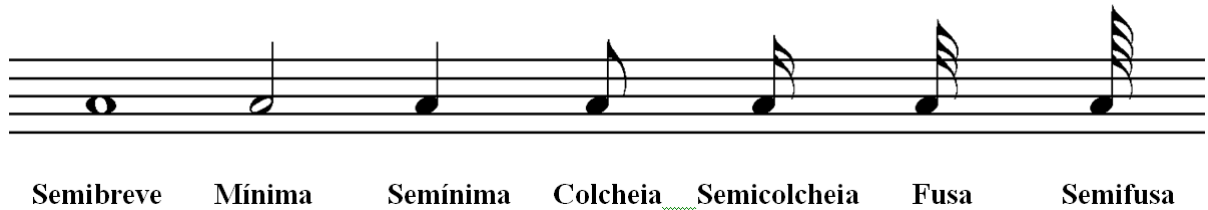


Figura 2.7: Pentagrama com as figuras musicais e seus respectivos nomes.

Outro elemento a ser destacado na pauta musical é a *clave*, a qual é de extrema importância, pois é ela quem decodifica as notas que serão escritas na pauta, obedecendo claro, a escala musical.

São adotadas três claves, mas aqui neste trabalho só serão citadas apenas as duas mais usadas que é a clave de sol na segunda linha e a clave de fá na quarta linha. Além destas claves nestas configurações existem outras opções, mas estas são as representações mais utilizadas e por este motivo que serão mencionadas neste trabalho desta maneira, neste trabalho.

Como é sugerida, a clave de sol escrita sobre a segunda linha do pentagrama tem como base a nota Sol (G) pautada na segunda linhas do pentagrama, e a clave de fá escrita na quarta linha tem como base a nota Fá (F) , pautada na quarta linha do pentagrama, e as demais notas obedecendo a escala musical.

A representação gráfica destas duas claves conforme supracitadas podem ser vistas nas Figuras 2.8 e 2.9, respectivamente.



Figura 2.8: Clave de Sol na segunda linha representado pela semibreve.



Figura 2.9: Clave de Fá na quarta linha representado pela semibreve.

Na Figura 2.10 verifica-se algumas figuras musicais que aparecem com frequência em uma pauta e seus respectivos nomes . Ao lado de cada nome também estão os seus respectivos *silêncios* ou pausas musicais.















SOM	NOME	PAUSA
	semibreve	
	mínima	
	semínima	
	colcheia	
	semi colcheia	
	fusa	
	semifusa	

Figura 2.10: Tabela com as figuras musicais, seus nomes e respectivas pausas.

Cada uma destas figuras musicais tem um valor associado a elas. Em uma analogia poderíamos fazer um comparativo destes valores com uma pizza, poder-se-ia dizer que a pizza inteira seria o valor da figura semibreve, ou seja, a semibreve tem valor um (1). Sendo a semibreve a figura de maior valor dentre as figuras musicais, então pode-se dizer que a semibreve é a figura de maior duração. Continuando a sequência do raciocínio da pizza ao dividi-la ao meio, este novo valor poderia ser atrelado a figura de mínima, ou seja, a figura de mínima tem o valor de meio ($\frac{1}{2}$). Ao dividir a metade desta pizza novamente na metade, esta nova porção seria relacionada a figura da semínima, ou seja, a figura de semínima tem valor um quarto ($\frac{1}{4}$) e assim sucessivamente, até chegar a última fatia com o tamanho ($\frac{1}{32}$), representado pela figura semifusa. Tem-se então de acordo com a Figura 2.11, as figuras musicais com seus respectivos valores de duração.








Figura Musical	Duração-Valor
	1
	1/2
	1/4
	1/8
	1/16
	1/32
	1/64

Figura 2.11: Tabela com as figuras musicais e seus respectivos valores.

Justamente baseada nesta tabela de figuras e valores é que será fundamentada a concepção mais forte de todo este trabalho, pois a partir destes valores ou durações é possível se fazer várias relações entre os sons, uma vez que já foi definida a altura da nota. Se cada figura musical tem seus respectivos valores, podem-se fazer as diversas relações entre eles. Por exemplo, a duração de uma nota é o dobro da outra, ou a quarta parte, a oitava parte, etc. De maneira mais precisa pode-se dizer que a figura semibreve tem o mesmo valor que duas figuras de mínimas juntas; que uma figura de colcheia tem a mesma duração que duas figuras de semicolcheias; que uma figura de semínima tem o mesmo valor que quatro figuras de semicolcheias, uma figura de semibreve tem o mesmo valor que sessenta e quatro figuras de semifusas, e assim sucessivamente.

Neste trabalho serão propostas várias atividades para a exercitação desta dinâmica. Lembrando apenas que estas relações também são as mesmas para as suas respectivas pausas, por exemplo o silêncio relacionado a figura da semibreve tem a mesma duração que sessenta e quatro silêncios da figura da semifusa. Na Figura 2.12 tem-se uma representação de uma pauta com vários de seus elementos.



Figura 2.12: Pauta musical com varios elementos musicais, figuras e pausas.

Na Figura 2.12 ainda é possível perceber a clave de sol na segunda linha, depois tem dois números quatro um em cima e outro abaixo que é chamado de compasso musical, o qual será mencionado posteriormente devido a sua valiosa importância na música. Em seguida temos duas figuras de mínimas, a primeira está numa linha suplementar abaixo da pauta e a segunda está posicionada na primeira linha da pauta. Depois temos uma colcheia, uma semicolcheia, logo após uma pausa relacionada a figura semicolcheia, a qual tem a mesma duração de silêncio que é executada a semicolcheia, em seguida uma semibreve escrita numa linha suplementar acima da pauta e finalizando uma semínima que esta posicionada em uma linha suplementar abaixo da pauta musical.

Na Figura 2.13 esta separado um fragmento da Figura 2.12, a fim de e explorar mais alguns dos elementos



Figura 2.13: Fragmento da figura 2.12.

Como a pauta é decodificada com a clave de sol na segunda linha é possível dizer com propriedade que a colcheia que tem a cabeça na segunda linha é a nota sol (G), de modo que esta nota será tocada com uma duração de um oitavo ($\frac{1}{8}$), que é o valor musical da colcheia. Já a mínima tem a cabeça na primeira linha. Como na escala descendente temos G - F - E, a nota que terá execução com a mesma duração da mínima, será a nota mi (E), pois em cada linha e em cada espaço têm-se as notas naturais que obedecem a escala tanto no sentido ascendente como no sentido descendente, como foi visto anteriormente. Dessa forma são decodificadas todas as notas, com suas respectivas durações, com seus respectivos sons.

Ponto de Aumento

Ponto de Aumento é um ponto colocado à direita da figura para aumentar o valor da figura em metade de seu valor. No caso de haver um ponto de aumento duplo será acrescentada a metade do valor da figura mais a quarta parte desta mesma figura. Vejamos alguns exemplos na Figura 2.14

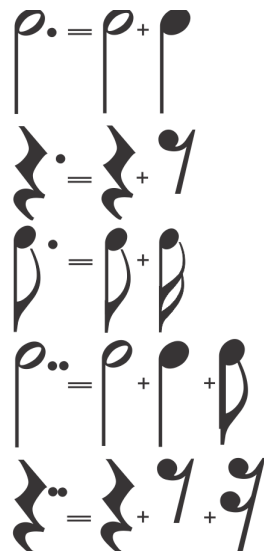


Figura 2.14: Figuras musicais com pontos de aumento.

Propriedades Divisíveis das Figuras

Para podermos compreender melhor a relação proporcional das figuras devemos entender como elas se dividem. Todas as figuras simples, ou seja, sem ponto de aumento, são divisíveis por 2 (Figura 2.15).

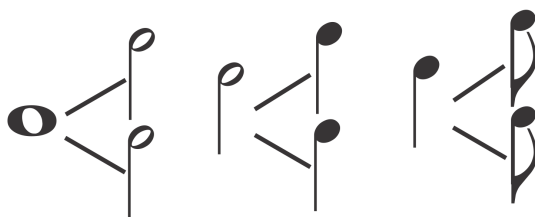


Figura 2.15: Figuras musicais simples divididas por dois.

Todas as figuras com um ponto de aumento são divisíveis por 3, resultando em figuras simples (Figura 2.16).

Todas as figuras com um ponto de aumento quando divisíveis por 2 resultarão em duas figuras pontuadas também (Figura 2.17).

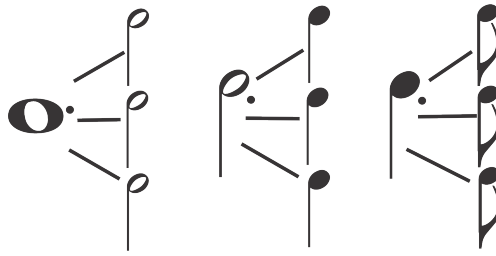


Figura 2.16: Figura musical pontuada dividida por três.

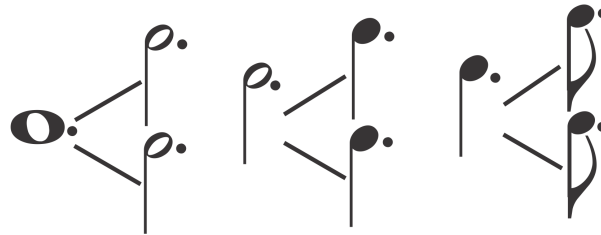


Figura 2.17: Figuras musicais pontuadas divididas por dois.

Existe também o ponto de diminuição, que dá origem ao termo *staccato*³, mas que não será abordado neste trabalho, apesar de ser importante num estudo de teoria musical.

Outra parte fundamental para a estrutura do trabalho é a terminologia *compasso*. Compasso é a divisão da música em séries regulares de tempo e é ele quem cadencia o andamento da música. Essas séries (compassos) podem ser de 2 tempos, 3 tempos, 4 tempos, 5 tempos etc., mas os mais utilizados são:

- De dois tempos - na qual surge a denominação de *compasso binário*
- De três tempos - na qual surge a denominação de *compasso ternário*
- De quatro tempos - na qual surge a denominação de *compasso quaternário*

Os compassos acima relacionados podem ser observados na Figura 2.18.



Figura 2.18: Alguns tipos de compassos.

Neste trabalho será dado mais ênfase ao compasso simples. Adiante será feita uma abordagem introdutória do compasso composto, uma vez que sua estrutura é bem matemática, pois a partir do compasso simples faz-se uma aritmética para a determinação do compasso composto.

³Staccato: palavra de origem italiana que tem como significado *destacado*.

Barra de compasso: é uma linha vertical (perpendicular às linhas horizontais da pauta musical), que tem a função de separar os compassos (Figura 2.19).

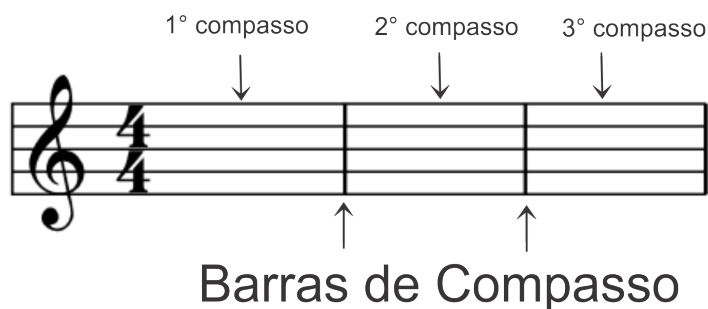


Figura 2.19: Barra de compasso.

A fórmula do compasso: o “tamanho” do compasso é dado por uma fração, como no caso da Figura 2.19, onde temos o compasso quatro por quatro que também é representado pela letra **c**. E além deste ainda tem o compasso dois por dois que é representado por um **c** cortado. Em se tratando de compasso tem-se a equivalência indicada na Figura 2.20.

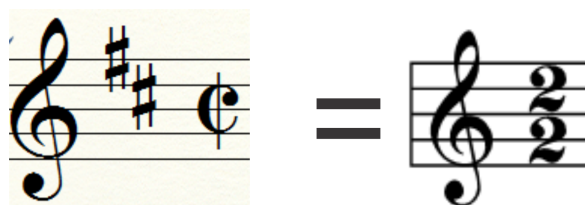


Figura 2.20: Fórmulas de compasso com escritas diferentes e equivalentes.

Embora os músicos mais fervorosos não gostem que chamem o compasso de fração, se for aprofundada, a essência do termo é matemático e representa a simbologia da fração. Adiante será possível perceber o porque deste pensamento. Os livros trazem o compasso sem o sinal da fração que separa numerador e o denominador, mas mesmo estes livros quando colocam os compassos no pentagrama, estes dois números, que ficam um em cima e outro embaixo, são separados pela terceira linha do pentagrama, o que denota o símbolo da fração.

Por questões didáticas e até mesmo pela importância da conciliação da música com a matemática adotaremos a concepção do compasso como simbologia fracionária matemática, mesmo porque estamos imersos em uma valiosa mistura inseparável entre a matemática e a música.

É imprescindível que se tenha o entendimento que para uma escrita mais formal não se deve colocar o traço da fração entre os dois números formadores do compasso, por exemplo, ao invés de escrever o compasso $\frac{1}{4}$ numa linguagem mais formal seria escrito $\frac{1}{4}$.

Tomando como exemplo a cadência do compasso como uma fração, o numerador define a quantidade de valores no compasso e o denominador a qualidade de valores dentro do mesmo compasso.

Exemplo: O compasso $\frac{2}{4}$ tem justamente a quantidade 2 (dois) e a qualidade da figura correspondente a semínima que tem valor $\frac{1}{4}$ (um quarto). Apenas lembrando que $\frac{2}{4} = 2 \times \frac{1}{4}$, podendo ocorrer as variações indicadas na Figura 2.21



Figura 2.21: Pauta com quatro compassos com preenchimentos diferentes, tendo como base a formula do compasso indicada.

Entendendo melhor a figura 2.21: O compasso é $\frac{2}{4}$, portanto em cada compasso o valor correspondente a duas figuras de semínimas, que seria a soma $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4}$, que simplificando dará o valor $\frac{1}{2}$. Em geral os músicos também não gostam que se faça isto, pois na visão deles isto não é uma fração e não pode ser simplificada, mas continuamos afirmando que este raciocínio está perfeitamente lógico, tanto é que o segundo compasso é composto de uma única figura que é a mínima, que tem valor $\frac{1}{2}$. No terceiro e quarto compasso, se somarmos os valores das figuras, também teremos como resultado após a simplificação da fração dará $\frac{1}{2}$.

Claro que o músico não faz estas somas, pois o processo de raciocínio lógico-musical deles é associativo, mesmo porque exige uma resposta bem rápida. Esse processo é o mesmo que fazemos no nosso dia a dia quando entramos, por exemplo, num elevador que marca carga máxima de 350 kg, todos nós confiamos nesta informação, e nem precisamos calcular os esforços ali contido para verificar a informação, senão talvez perdêssemos grande parte do dia.

Uma mínima tem duas semínimas, ou quatro colcheias, ou oito semicolcheias, etc. Mas se for conciliados as duas potencialidades matemática e a música juntas, o estudante da teoria musical ganha mais habilidade musical e mais habilidade na matemática, e o estudante de matemática ganha mais habilidade aritmética e entendimento musical.

Unidade de compasso (u.c.): é o valor que preenche, se possível sozinho, um compasso inteiro (Figura 2.22).



Figura 2.22: Representação de dois compassos, sendo o ultimo a unidade de compasso.

A formação do compasso quatro por quatro da Figura 2.22, é composta por quatro figuras de valor $\frac{1}{4}$ (um quarto), ou seja, quatro semínimas, como está representado na Figura 2.22. A unidade representativa do compasso neste seguimento é a semibreve que têm quatro semínimas. Mais uma

vez, se utilizarmos a aritmética, veremos que $4 \times \frac{1}{4} = \frac{4}{4}$, que tem o valor um, cuja figura musical que representa a unidade é a semibreve.

Por exemplo, se tivéssemos o compasso $\frac{8}{32}$, então teríamos oito figuras de valor $\frac{1}{32}$, que será oito figuras fusas, mas mais uma vez fazendo o sentido matemático, simplificando $\frac{8}{32} = \frac{1}{4}$, portanto a semínima é a unidade de compasso, pois ela sozinha tem o mesmo valor que as oitos figuras fusas.

Unidade de tempo (ut): é a unidade de tempo que toma por unidade de movimento. E esta unidade de tempo é definida pela fórmula do compasso.

Se o compasso for simples teremos o numerador da fração definindo o número de tempos e o denominador a unidade de tempo. Em outras palavras o numerador define a quantidade de tempos e o denominador define a qualidade de tempos, processo este sendo semelhante ao significado do compasso.

Como foi dito anteriormente para a explicação do compasso, iremos aproveitar novamente o mesmo exemplo.

Se tivéssemos o compasso $\frac{8}{32}$, então teríamos oito figuras de valor $\frac{1}{32}$, que será oito figuras fusas, mas mais uma vez fazendo o sentido matemático, simplificando $\frac{8}{32} = \frac{1}{4}$. Portanto a semínima é a unidade de compasso, pois ela sozinha tem o mesmo valor que as oitos figuras fusas, e a unidade de tempo seria a própria fusa, pois para a unidade de tempo não é preciso ser representado por uma única nota como é o conceito de unidade de compasso. A representação disso pode ser vista na Figura 2.23, onde a unidade de tempo é a semínima, pois o valor da quantidade de tempo aliado a qualidade de tempo é a junção de duas semínimas. O terceiro compasso é formado por três figuras, mas o numerador diz que são duas notas e como o segundo compasso está representado por uma única nota, percebe-se que ela é a unidade do compasso, a figura de mínima. Só para citar, o compasso composto é proveniente do compasso simples. Se tiver o compasso simples e este for multiplicado pela fração $\frac{3}{2}$, teremos o compasso composto.



Figura 2.23: Pauta com o compasso binário.

Fórmula do compasso composto:

$$\text{compasso composto} = \text{compasso simples} \times \frac{3}{2}.$$

Exemplo 1:

O compasso simples $\frac{3}{4} \times \frac{3}{2} = \frac{6}{8}$, portanto o compasso composto é o $\frac{6}{8}$.

Caso queira determinar o compasso simples a partir do compasso composto, basta dividir este compasso por $\frac{3}{2}$.

Exemplo 2: Se tivermos o compasso composto $\frac{15}{4}$ e dividirmos por $\frac{3}{2}$, encontraremos o compasso simples $\frac{5}{4}$.

A única exceção para este procedimento de encontrar o compasso simples a partir do composto, apenas dividindo pela fração $\frac{3}{2}$, é quando o numerador da fração for o número três (3).

Daí é cabível a pergunta: Tem como dissociar a matemática da música?

Matemática e Música: algumas reflexões

Com a dinâmica proporcionada pelas chamadas TIC's (Tecnologias de Informação e Comunicação), a sociedade cada vez mais experimenta uma fonte inesgotável de informações e transformações praticamente em tempo real. Não querer enxergar que a educação necessita cada vez mais de novas concepções, que proporcionem um aprendizado mais autônomo é uma grande ignorância .

Como podemos conscientizar o aprendiz da necessidade do estudo, se este não se remete as práticas vivenciadas por ele no dia a dia? Como um garoto que brinca com seu videogame que simula um moderno carro de corridas vai se encantar por um carro de lata? Não se trata de entrar no mérito de desconsiderar o valor de um carro de lata em nossa cultura, mas simplesmente por estarmos vivendo num tempo de grandes transformações tecnológicas e de grandes avanços no mundo. Temos a obrigação de refletirmos sobre uma nova concepção para a educação, que é pré-requisito fundamental para entendermos melhor esse processo de transição em que conceitos, valores e modelos se reestruturam.

Fala-se muito, nos dias de hoje, em interdisciplinariedade e multidisciplinaridade no entanto, para a concretização deste feito têm-se muitas dificuldades e às vezes, quando se tenta fazer algo, isso é feito de maneira forçada e sem sincronismo.

Neste trabalho, propõe - se uma associação dos temas: matemática e música. Estes temas podem promover a interdisciplinariedade, desde que seja de forma pensada e de maneira estratégica, pois apesar de estarmos vivendo nesta profusão de informações, de acordo com Levy (2001), a aprendizagem é um processo social, e não um registro de informações .

A matemática sempre foi uma disciplina de caráter obrigatório e fundamental. No entanto seu ensino têm sido feito de maneira prioritariamente cartesiana, linear, apenas numérico. Não que os números não tenham importância, pelo contrário, mas muitos alunos não tem tido sucesso no processo das manipulações algébricas, pois a maioria destes sempre tiveram grandes dificuldades nas abstrações matemáticas, criando assim a cultura de que a matemática é desvinculada de seu cotidiano.

Com este pensamento também vem junto a cultura do educador, que valoriza muito os cálculos e não os significados que estes resultados apresentam. Assim estes profissionais não percebem a importância de se criar propostas que venham valorizar a importância da matemática em toda sua essência existencial (cálculos e significados destes).

Por sua vez, o ensino da música também sempre foi desconectado da matemática, mesmo com a sanção das leis de diretrizes e base do ensino nacional (LDBEN), como foi o caso da lei nº 4.024/61, que introduz o ensino da música com o nome de educação musical, em substituição ao ensino do canto orfeônico. Mas, com o Regime Militar uma nova lei viria a revogar algumas determinações de todo um conjunto de artigos da lei nº 4.024/61.

Nesta nova lei de nº 5692/71 é promulgada várias normativas que vetavaM muito a formação humanística do ser humano vívido e social. Uma delas foi justamente trocar a educação musical pela educação artística na qual esta arte era bem questionável, pois visava um modelo muito mais de adestramento do que de formação artística que pressupões criatividade, o que seria um paradoxo ao que a arte propõe. Por exemplo, a lei 4024/61 determina dentre outras várias determinações :

- Art. 50. Os estabelecimentos de ensino industrial poderão, além dos cursos referidos no artigo anterior manter cursos de aprendizagem, básicos ou técnicos, bem como cursos de artesanato e de mestria.
- Art. 38. Na organização do ensino de grau médio serão observadas as seguintes normas:
III - formação moral e cívica do educando, através de processo educativo que a desenvolva;
IV - atividades complementares de iniciação artística;
- Art. 25. O ensino primário tem por fim o desenvolvimento do raciocínio e das atividades de expressão da criança, e a sua integração no meio físico e social.

Estes termos foram revogados pela lei de nº 5692/71, durante o Regime Militar que visava apenas um ensino tecnicista e profissionalizante. Assim o ensino de música não era bem vindo neste processo do Regime Militar e então, gradativamente, deixou de existir. A extinção do ensino musical deixou uma grande lacuna na formação de professores de educação musical, pois não havia estímulo para se ter a formação nesta área.

Já em 1996, a nova Lei de Diretrizes e Bases (LDB) nº 9394 manteve o caráter da obrigatoriedade do ensino artístico no Ensino Básico, porém com a mudança da terminologia de Educação Artística para Artes gerou muitas interpretações, pois não deixava claro o ensino de música, uma

vez que artes é uma terminologia muito ampla. Mas já era uma luz diante da escuridão deixada com a lei nº 5692/71.

Por fim no ano de 2008 a Lei Federal nº 11.769 alterou a LDB quanto ao ensino de Artes acrescentando a especificidade do caráter obrigatório, mas não exclusivo do ensino de música nas escolas. Daí podemos dizer que não só a educação musical volta a sonhar com esta conquista, mas sim toda a educação no país.

E, é justamente nesse contexto que o presente trabalho vem sugerir a participação do professor de matemática, fazendo a interdisciplinariedade com a educação musical.

“A articulação entre as áreas é uma clara sinalização para o projeto pedagógico da escola. Envolve uma sintonia de tratamentos metodológicos e, no presente caso, pressupõe a composição do aprendizado de conhecimentos disciplinares com o desenvolvimento de competências gerais. Só em parte essa integração de metas formativas exige, para sua realização, projetos interdisciplinares, concentrados em determinados períodos, nos quais diferentes disciplinas tratem ao mesmo tempo de temas afins. Mais importante do que isso é o estabelecimento de metas comuns envolvendo cada uma das disciplinas de todas as áreas, a serviço do desenvolvimento humano dos alunos e também dos professores.” (PCN ensino médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias - pag.16)

Poder-se-ia também haver um investimento na formação continuada para o professor de matemática na área de educação musical, pois isso iria reduzir a carência de profissionais desta área e ao mesmo tempo, poderiam ser feitos trabalhos interdisciplinares nesta linha, uma vez que a educação musical é pautada no raciocínio lógico matemático. Mesmo porque, parafraseando a professora Clélia Craveiro, conselheira da Câmara de Educação Básica do CNE (Conselho Nacional de Educação), “...o objetivo não é formar músicos, mas desenvolver a criatividade, a sensibilidade e a integração dos alunos”.

O que a professora Clélia Cravero diz é o que temos no PCN em relação a disciplina matemática.

“ No ensino médio, etapa final da escolaridade básica, a Matemática deve ser compreendida como uma parcela do conhecimento humano essencial para a formação de todos os jovens, que contribui para a construção de uma visão de mundo, para ler e interpretar a realidade e para desenvolver capacidades que deles serão exigidas ao longo da vida social e profissional.” (PCN ensino médio- Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias- pag 112).

A lei Nº 11769/2008 estabelece a implantação da música nas escolas até 2012, mas cada escola tem autonomia para decidir como e de que maneira irá incluir esse conteúdo de acordo com seu projeto político-pedagógico da escola, ou seja, existe uma flexibilização, já que a própria LDB (Lei de Diretrizes e Bases) nº 9294/96 privilegiava a flexibilidade do ensino. Esta implantação já nasce com o caráter interdisciplinar ou mesmo multidisciplinar como também será visto posteriormente, a união da matemática, da música e do recurso computacional.

Ao unir matemática e música a educação começa a ganhar uma estrutura metodológica significativa, pois o aluno consegue perceber a coesão miscível entre ambas. Assim o fator motivador para as operações com as frações, se harmoniza numa melodia que o aprendiz pode até cantar. Talvez assim, os traumas causados por uma metodologia isolada e as dificuldades no aprendizado das frações, começam a ganhar vida e eficiência, uma vez que o aprendiz vislumbra que a matemática também pode ser útil na conquista da aprendizagem musical, vencendo este paradigma educacional de uma metodologia que não valoriza estes aspectos interdisciplinares.

Nesta proposta interdisciplinar ou mesmo multidisciplinar, existe uma aliança muito coesa entre as disciplinas envolvidas potencializando-as, para obter um conjunto de atributos nos alunos na qual o projeto propõe e que tem uma forte consonância com o PCN do ensino fundamental que diz :

“A Matemática pode dar sua contribuição à formação do cidadão ao desenvolver metodologias que enfatizem a construção de estratégias, a comprovação e justificativa de resultados, a criatividade, a iniciativa pessoal, o trabalho coletivo e a autonomia advinda da confiança na própria capacidade para enfrentar desafios. Por outro lado, para a inserção de cada indivíduo no mundo das relações sociais, a escola deve estimular o crescimento coletivo e individual, o respeito mútuo e as formas diferenciadas de abordar os problemas que se apresentam.” (PCN do terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental- pag. 26-28).

Com o desenvolvimento deste trabalho, espera-se que se possa encontrar valores significativos nas frações para um estudo musical. Ao tempo que ao se fazer estas relações, o aluno terá um tratamento diferenciado e mais comprometido com as operações das frações, ou seja, esse processo faz com que o aprendiz se sinta participativo do processo. E, é imprescindível ao professor fazer com que o aluno tenha consciência do quão é importante a participação dele, e que quanto mais ele se esforça mais ele se desenvolve. Segundo Levy (2001) parece importante fazer com que a criança descubra que estende suas competências cada vez que aprende a "fazer" algo novo, seja qual for o domínio particular no qual se exerce esse "fazer".

Este planejamento ficará a cargo do professor de matemática ao ensinar os conceitos iniciais de frações, e já com posse da abordagem musical feita no capítulo dois, fazer as relações aflorarem frente aos alunos. Aqui será dada uma grande importância as operações de soma, subtração, multiplicação, potenciação, divisão e também o significado do inverso de um número e a percepção do significado de ordenação dos números racionais, especialmente os escritos na forma fracionária.

Neste trabalho, para a fixação dos conceitos musicais aqui abordados, além de propostas de exercícios para que o aluno possa fazer as associações das teorias dadas através das contas tradicionais das quatro operações, existe ainda a proposta de inserção do dispositivo computacional para auxiliar o processo de aquisição desses conhecimentos.

Mostraremos um exemplo de um jogo Quizz, feito através de um software (shareware), que pode ser elaborado pelo professor de matemática e depois sugerido para que os alunos façam e

apresentem à turma os seus resultados, socializando os seus respectivos saberes e aguçando outros saberes por parte de seus colegas.

Utilizaremos também outro software livre (Kurupira), com a mesma metodologia que o jogo Quiz, para fazer uma jogo de palavras cruzadas, para que os alunos possam socializar-se ainda mais e praticando os conceitos da teoria musical.

Também desenvolvi jogos de memória elaborado na linguagem computacional visual basic, para a memorização das figuras musicais, suas respectivas pausas (silêncios), seus respectivos valores e ainda estes termos associados às suas respectivas nomenclaturas conforme a listagem dos jogos abaixo :

- Nome da figura e a sua respectiva simbologia;
- Figura com o seu respectivo valor;
- Nome da figura com sua respectiva pausa;
- Pausa e seu respectivo valor;
- Nome da figura e seu respectivo valor;
- Figura e sua respectiva pausa;

Como prevê o PCN: “Integrar os conceitos e possibilidades de aplicação, a partir dos diferentes conteúdos explorados no ensino médio, configura o lugar e a importância da informática na educação geral.” (PCN Linguagens, Códigos e suas Tecnologias - Pag.219)

Portanto, o dispositivo computacional pode ser um grande aliado e, nos dias de hoje, não pode ser deixado de lado já que ele é uma realidade na vida de todos, principalmente dos mais jovens que se apoderam das nuances tecnológicas muito mais rápido. O educador precisa não apenas apropriar-se dos recursos tecnológicos, explorando-os com certa habilidade, mas precisa inclusive refletir sobre os objetivos desses usos. Fato é que a utilização sem nenhuma intencionalidade, não atende aos fins educativos nem propicia a transformação pelo aluno para a reflexão e a crítica que ele precisar nas suas interações sociais.

Calculadora AMLC : raciocínio lógico por meio de novas tecnologias

4.1 Reflexões sobre o uso de calculadora em sala de aula

Os professores de matemática enfrentam atualmente um dilema metodológico : construir uma prática pedagógica que inclua o uso da calculadora ou não inserí-la.

Aqueles que adotam a segunda postura, ou seja, ignorando o uso da calculadora ou ainda fingindo que ela ainda não existe, estão de certa forma separando o ensino do cotidiano. Ao incorporamos elementos que preencham ainda mais os temas matemática e música, dentro e fora do universo escolar, estamos aproximando todos à escola, não só os alunos, mas também as famílias.

Em muitas escolas, geralmente os professores da área de exatas (matemática, física e química), sempre tem argumentado perante os alunos que não permitem o uso da calculadora em sala de aula, pois os exames de ingresso às faculdades, ou ainda concursos, não permitem o uso deste dispositivo nas suas provas. Esse tipo de argumento merece uma certa reflexão, pois também não são permitidos outros objetos "pedagógicos", por exemplo, o xadrez que todos são unânimes em afirmar que ele promove o desenvolvimento do raciocínio lógico; vídeo-aulas; apostilas e até mesmo os livros didáticos. Então não seria este o caminho que estes professores deveriam utilizar como justificativa para a discriminação do uso da calculadora.

Àqueles que deixam a desejar de alguma forma em suas práticas pedagógicas, em geral procuram dar as mais variadas justificativas, mas o primeiro passo para se ter acertos é reconhecer o

erro, ou seja, é preciso admitir que muitos deles sejam produtos de uma escola que primava pelo uso único do quadro e giz, e que a revolução tecnológica exige mais empenho nos seus respectivos planejamentos, e isto é sair da zona de conforto, o que poucos desejam em sua prática educacional.

Por outro lado, não seria prudente pedir que utilizem a calculadora como recurso pedagógico para efetuarem a soma “ $2 + 2$ ”, pois tem-se que ter planejamento para a eficiência do aprendizado.

“A Tecnologia Educacional não deveria ser reduzida à simples utilização de artefatos tecnológicos, ela envolve o estudo dos recursos tecnológicos que podem ser aplicados à educação.”(LITWIN, 1997, p.13)..

Aliás, planejamento na educação é o que se pode chamar *de alma da efetiva aprendizagem* e nós condutores desta alma somos o corpo. Esta junção de corpo e alma que a educação precisa para promover saberes. Os próprios Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997) colocam como objetivo, desde o primeiro ciclo, a reflexão da grandeza numérica, utilizando a calculadora como instrumento para produzir e analisar escritas.

Na calculadora AMLC, que foi desenvolvida para este projeto, existem teclas que o aluno deverá saber o significado a partir do valor mostrado na tela deverá ter noção que figura musical ou pausa está relacionada ao valor exibido na tela. Isto tem como propósito desenvolver a noção de grandeza e do raciocínio lógico matemático.

Para ilustrar uma situação que evidencia a importância da noção de grandeza e raciocínio lógico matemático, transcrevo abaixo um diálogo realizado com minha sobrinha Mariana, que na época tinha quatro anos, e me perguntou sobre Átila, meu cachorro :

Meu tio, quantos anos tem Átila?

Ele tem 2 anos.

Só isto????!!

Estou brincando Mariana, ele tem...aproveitei e fiz uma conta rápida... 17520 horas de vida.

Poxa !!!!

Ela correu e foi ao encontro da coleguinha dela na outra sala onde estavam brincando, depois voltou e disse:

Meu tio, o senhor disse que Átila tinha quantos mil de vida?

17520 horas.

Nossa !!!!

Daí percebi que uma olhou para a outra perplexas com aquilo.

Portanto a noção de grandeza é importante e daí pode ser muito útil o uso da calculadora. Imagine se ainda dissesse para elas a idade de Átila em segundos? Isto poderia ser feito com uma calculadora, pois não teria nenhum sentido pedir para efetuarem isto no processo tradicional de contas de multiplicar. A autora Daniela Schiffel, em uma citação de um pensamento do Prof. Ubiratã D’Ambrosio, descreve:

A calculadora deve ser usada nas aulas dos Ensinos Fundamental e Médio, pois pode contribuir com o aluno para: a) liberar tempo e energia gastos em operações repetitivas; b) permitir a resolução de problemas reais; c) propiciar maior atenção ao significado dos dados e à situação descrita no problema, privilegiando o raciocínio; e d) permitir a primazia do raciocínio qualitativo sobre o quantitativo, podendo assim, servir como ponte para o conhecimento da Informática e uso da Internet. (SCHIFFL, 2006, p.20)

Em uma reflexão particular, pode-se dizer que este rol de público - alvo pode ser ampliado, onde os alunos do primeiro ciclo também poderiam ser inclusos na temática por ele apontado. Claro que como foi dito anteriormente, com uma metodologia que tenha um planejamento pedagógico estratégico.

4.2 Concepções da Calculadora AMLC

Dentre os temas sugeridos para a dissertação, houve de pronto uma identificação com o tema matemática e música. O desafio era elaborar algo que fosse interessante para a didática do professor e um encantamento para os alunos, para uma eficiente promoção da vertente ensino/aprendizagem. Como a matemática, a música e a informática tem nas suas respectivas construções, um mar de possibilidades, elaborar um projeto aliando as três vertentes potencializaria ainda mais este leque.

O primeiro passo foi a escolha de uma linguagem computacional, como o Android é o sistema operacional da maioria dos celulares, tablets, e outros dispositivos computacionais, a linguagem computacional JAVA (linguagem aceita pela plataforma Android) , seria uma valiosa escolha.

Acontece que em uma pesquisa sobre JAVA, que é a linguagem computacional usada nos aplicativos do sistema Android, percebi que não haveria como implementá-lo em tempo hábil, devido a complexidade desta linguagem.

A partir daí houve a sugestão da linguagem de programação *Visual Basic*, por esta ser mais acessível. Então foram feitas pesquisas na internet sobre o uso desta linguagem e foram encontrados vários tutoriais e vídeos, a maioria ensinando fazer uma calculadora tradicional básica.

A conclusão foi que não seria difícil a construção de uma calculadora nesta linguagem, pois esta era bem acessível para o prazo exigido. A idéia inicial foi fazer uma calculadora diferente das tradicionais, com teclas numéricas, operações e algumas outras funções.

Como este trabalho propõe relacionar matemática e música, então foi desenvolvida a Calculadora AMLC, cuja as teclas tem as figuras musicais ao invés dos tradicionais números. Além disso, uma boa parte da resistência por parte dos professores no uso das calculadoras é justamente o imediatismo das contas, e com esta Calculadora AMLC este problema não acontecerá, pois não existem as teclas numéricas para o aluno digitar causando este imediatismo, pois na Calculadora AMLC o aluno terá que construir os números, antes mesmo da operação sugerida no exercício. Por exemplo, numa calculadora convencional desta que temos nos computadores que vem com o

sistema operacional Windows, para digitar o número 223 basta teclar estes números que já fazem parte da calculadora, como é mostrada na Figura 4.1.

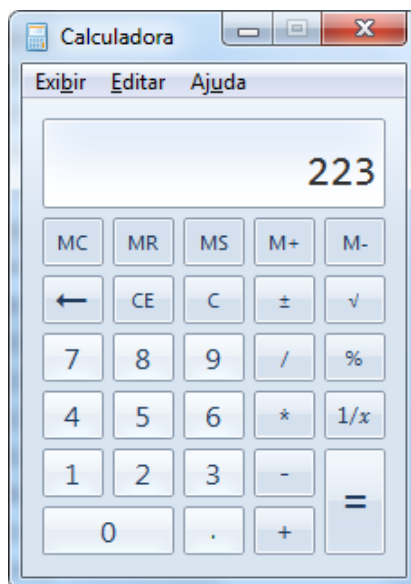


Figura 4.1: Calculadora convencional que vem no sistema windows.

Com a calculadora idealizada, para o aluno chegar a este número, ele precisa saber o que é o inverso de um número racional, potência de um número racional, e ainda correlacionar a figura musical adequada para o que se pretende escrever. Isto faz um desenvolvimento do raciocínio lógico matemático, uma vez que antes de utilizar a Calculadora AMLC, o pensamento deve preceder a ação. Observe no protótipo inicial da Calculadora AMLC mostrado na figura 4.2 a substituição das teclas numéricas pelas teclas musicais:

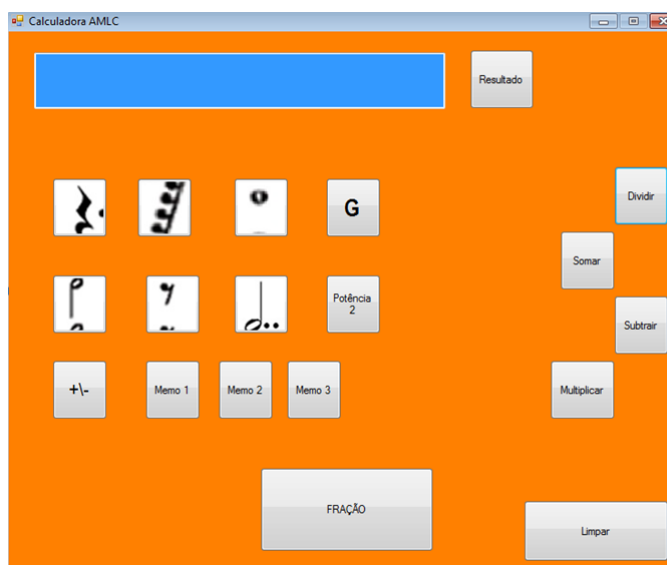


Figura 4.2: Protótipo Inicial da Calculadora AMLC.

Com isso, pode-se dizer, que foi idealizado algo que é perfeitamente compatível com a percepção do qual o projeto multidisciplinar que os parâmetros curriculares da educação tanto estimulam que façamos, conforme já foram citados anteriormente nesta dissertação.

A construção de uma fundamentação teórica para este dispositivo foi feita no primeiro capítulo, onde foram abordadas os cruzamentos históricos que contam como se deu o relacionamento entre a matemática e a música.

4.3 Manuseio da Calculadora AMLC

A questão principal elaborada no manuseio da Calculadora AMLC¹, é : Como manipular bem esta calculadora? A resposta mais sensata é: estudando a teoria musical contida no capítulo dois deste trabalho. Pois para manipular as teclas que estão na Calculadora AMLC, e também trabalhar nos diversos exercícios propostos aqui neste trabalho, o aluno terá que ter previamente estudado a teoria musical e de forma disciplinar. E para manusear bem esta calculadora, só mesmo praticando muito.

Os benefícios na utilização da Calculadora AMLC é semelhante ao que ocorre com o jogo de xadrez, em que o pensar fica mais aguçado na medida em que o jogador prevê várias jogadas antecipadamente ao seu oponente. No uso da Calculadora AMLC isso também ocorre, pois quanto mais o aluno estuda a teoria musical e sabe os conceitos matemáticos importantes no manuseio da calculadora, saberá utilizar os comandos a serem inseridos na calculadora, mesmo antes de fazê-los.

A Calculadora AMLC, por não proporcionar os calcular de maneira direta como é feita nas calculadoras tradicionais, também desenvolve o raciocínio lógico, tanto quanto o jogo de xadrez. Não se trata de querer fazer uma comparação de um dispositivo com outro, o que se deseja explicitar é que ambos desenvolvem o raciocínio lógico como se prevê nos PCN's.

No ambiente computacional em que se encontra a Calculadora AMLC, também está disponível um *bloco de notas* na qual com prática dos comandos da Calculadora AMLC será pedido para que o aluno anote estes comandos que ele utilizou para realizar uma determinada atividade. Sendo que podem ter questões com várias maneiras de serem feitas, assim o aluno poderá apresentá-las de diversas formas. Além da importância da utilização da Calculadora AMLC em si, pelo que foi dito, podemos acrescentar a possibilidade de uma organização de pensamentos utilizados, disciplinando, motivando e valorizando cada vez mais. Estas anotações de comandos da Calculadora AMLC através do bloco de notas, se assemelha ao processo de construção dos algoritmos computacionais que já foi provado que também desenvolvem o raciocínio lógico.

Como já foi dito anteriormente, para escrever o número 223 na Calculadora AMLC é preciso fazer algumas operações. Então será visto um exemplo de como obter este número através da figura 4.3. Cabe observar antes que esta calculadora não tem o objetivo de ser rápida e sim proporcionar

¹AMLC: nome dado a calculadora, que são as iniciais do nome do seu criador.

um desenvolvimento cognitivo, sendo que rapidez é muito relativo, e quanto mais prática o aluno tiver com os comandos da Calculadora AMLC, mais hábil ele se torna.

A figura 4.3, apresenta um pouco do que se pretende obter na utilização do bloco de notas que acompanha a Calculadora AMLC. Observe que a melhoria ou agilidade na utilização da calculadora depende exclusivamente do aluno, pois na figura 4.3, estão contidas três maneiras diferentes de se obter o número 223, e ainda possa ser que se consiga em menor número de comandos.

Veja uma sequência de comandos utilizados, para obter o número 223 no visor da calculadora AMLC

1- Mínima	20- Soma	1- G (5)
2- Inverso	21- Leitura da memória 1	2- Potência (25)
3- Multiplicação	22- Igual	3- Multiplica
4- G	23- Memória 1	4- G (5)
5- Igual	24- Mínima	5- Igual (125)
6- Potência	25- Inverso	6- Multiplica
7- Memória 1	26- Multiplica	7- Semínima (1/2)
8- Mínima	27- Mínima	8- Inverso (2)
9- Inverso	28- Igual	9- Igual (250)
10- Multiplica	29- Memória 2	
11- Leitura da memória 1	30- Mínima	
12- Igual	31- Inverso	
13- Memória 1	32- Soma	
14- Mínima	33- Leitura da memória 2	
15- Potência	34- Igual	
16- Inverso	35- Soma	
17- Multiplica	36- Leitura da memória 1	
18- G	37- Igual	
19- Igual		

Visor : 223

OBS: (A calculadora musical tem duas memórias, ficando por conta do usuário, denominá-la como quiser)

1- Fusa (1/32)	8- Potência (25)
2- Multiplica	9- Igual (231)
3- Colcheia (1/8)	10- Subtrai
4- Igual (1/256)	11- Colcheia (1/8)
5- Inverso (256)	12- Inverso (8)
6- Subtrai	13- Igual (223)
7- G (5)	

Figura 4.3: Exemplo de comandos para a calculadora.

Quando os alunos ingressam no ensino médio, eles chegam com muitas dificuldades no assunto fração. E este projeto vem tentar minimizar estas lacunas que foram deixadas para trás, pois este tema estará na maioria dos conteúdos específicos dos assuntos posteriores. Esta minimização desta lacuna deverá ser feita tendo como base exercícios, fortalecimento de operações e propriedades das frações, sendo que esta pedagogia será pautada sem ser maçante para o aluno, pois será utilizado a teoria musical. Busca-se com isto o fortalecimento da estrutura matemática e também um convite especial ao estudo da teoria musical.

Portanto a prática do uso da Calculadora AMLC fará com que o aluno não sinta uma carga excessiva de apenas números, pois primeiro o aluno será convidado neste contexto multidisciplinar (matemática, música e tecnologia educacional), e depois utilizando uma metodologia que favorencie esta pedagogia através da prática de exercícios, e de fundamentação matemática e musicais.

No começo devo admitir que o uso da Calculadora AMLC é um tanto estranho e possivelmente um tanto complicado, mas após a frequência do uso desta calculadora, alguns alunos poderão utilizar a mesma como um passatempo, sendo que este será em prol do benefício do próprio aluno, na qual terá uma melhora significativa nas disciplinas abordadas neste projeto dissertativo e também em outras disciplinas. Lembro de quando fazia o curso de engenharia cícil na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e nos intervalos de aula ou nos horários vagos, costumava ir para a biblioteca me divertir fazendo questões da Revista do professor de matemática (RPM).

Portanto, acredito que existirá também alunos que entendam com propriedade o intuito do uso da Calculadora AMLC.

4.4 Jogos de memória

Na calculadora musical AMLC, não serão colocadas diretamente as frações e sim as figuras musicais, isso é feito com o objetivo de fixar mais os conceitos musicais relativos às figuras musicais. Em oposição ao processo tradicional que é ensinado no estudo de frações, a diferença aqui é que além dos conceitos de frações os alunos também terão que conciliar com os conceitos da teoria musical.

Então podemos dizer que neste trabalho, a calculadora é uma grande desenvolvedora do raciocínio lógico, mas também é algo diferente, na qual utiliza a matemática, a música e a informática. Além da calculadora, também no objetivo do encantamento no ensino de frações utilizando a música, poderão ser utilizados outros dispositivos.

Dentre estes dispositivos foram desenvolvidos os *jogos de memória*. Estes jogos farão com que o aluno se familiarize com as figuras musicais e memorize-as, de maneira mais rápida e divertida, pois jogos e computadores estão bem presentes nas vidas dos alunos e no cotidiano deles.

O jogo apresentado nas Figura 4.4, Figura 4.5, Figura 4.6, mostra diferentes fases de um mesmo jogo, e faz especificamente a relação da figura musical com seu respectivo nome. Lembrando ainda que só são mostradas figuras de apenas uma modalidade dentre os seis tipos jogos de memória que foram desenvolvidos para este projeto dissertativo.

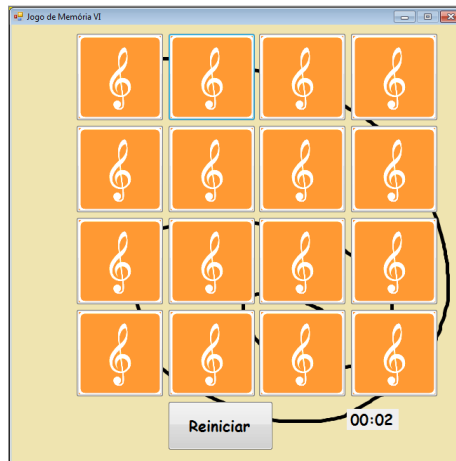


Figura 4.4: Jogo de memória da fase inicial.



Figura 4.5: Jogo de memória já iniciado, e em andamento.



Figura 4.6: Jogo da memória na fase final, já terminado.

Atividades para o projeto dissertativo

Matemática e Música

Este capítulo tem por objetivo trazer a proposta de atividades didáticas que podem ser exploradas pelo professor que deseje trabalhar com o tema proposto neste trabalho. Primeiramente, como foi visto no Capítulo 4 serão apresentadas as atividades introdutórias que podem ser utilizadas para que o aluno possa se familiarizar com os elementos da teoria musical, como é o caso dos jogos de *palavras cruzadas*, *Quiz* e dos *jogos de memória*. Em seguida serão apresentadas atividades que podem ser praticadas com o uso da Calculadora AMLC, especificamente para ela ou mesmo em situações de uso cotidiano.

5.1 Atividades visando conceitos da teoria musical

5.1.1 Palavras cruzadas

Foi elaborado um jogo de palavras cruzadas feito através do software livre *Kurupira Crossword* (Kurupira). que servirá como exemplo para que o professor possa se espelhar e poder utilizar na implantação deste projeto. Num primeiro momento os alunos acompanharão as informações de uso do software dadas pelo professor e, num segundo momento, os próprios alunos poderão elaborar suas palavras cruzadas. Esta atividade poderá ser feita individualmente ou em grupo, a critério do professor. Cada grupo (se for o caso) elaborará suas palavras cruzadas e estas deverão ser respondidas por outros grupos, de modo que um mesmo grupo não responda as palavras cruzadas elaboradas por ele.

No desenrolar da atividade, os alunos deverão verificar se há algum problema no entendimento das questões, pois caso aconteça, talvez a pergunta não tenha sido bem elaborada e com isso, a pergunta tem que ser refeita após uma revisão no estudo da teoria.

Na Figura 5.1 e Figura 5.2 , está o exemplo de um jogo de palavras cruzadas feita pelo professor, para servir de exemplo da dinâmica da atividade, bem como as respostas destas palavras cruzadas.

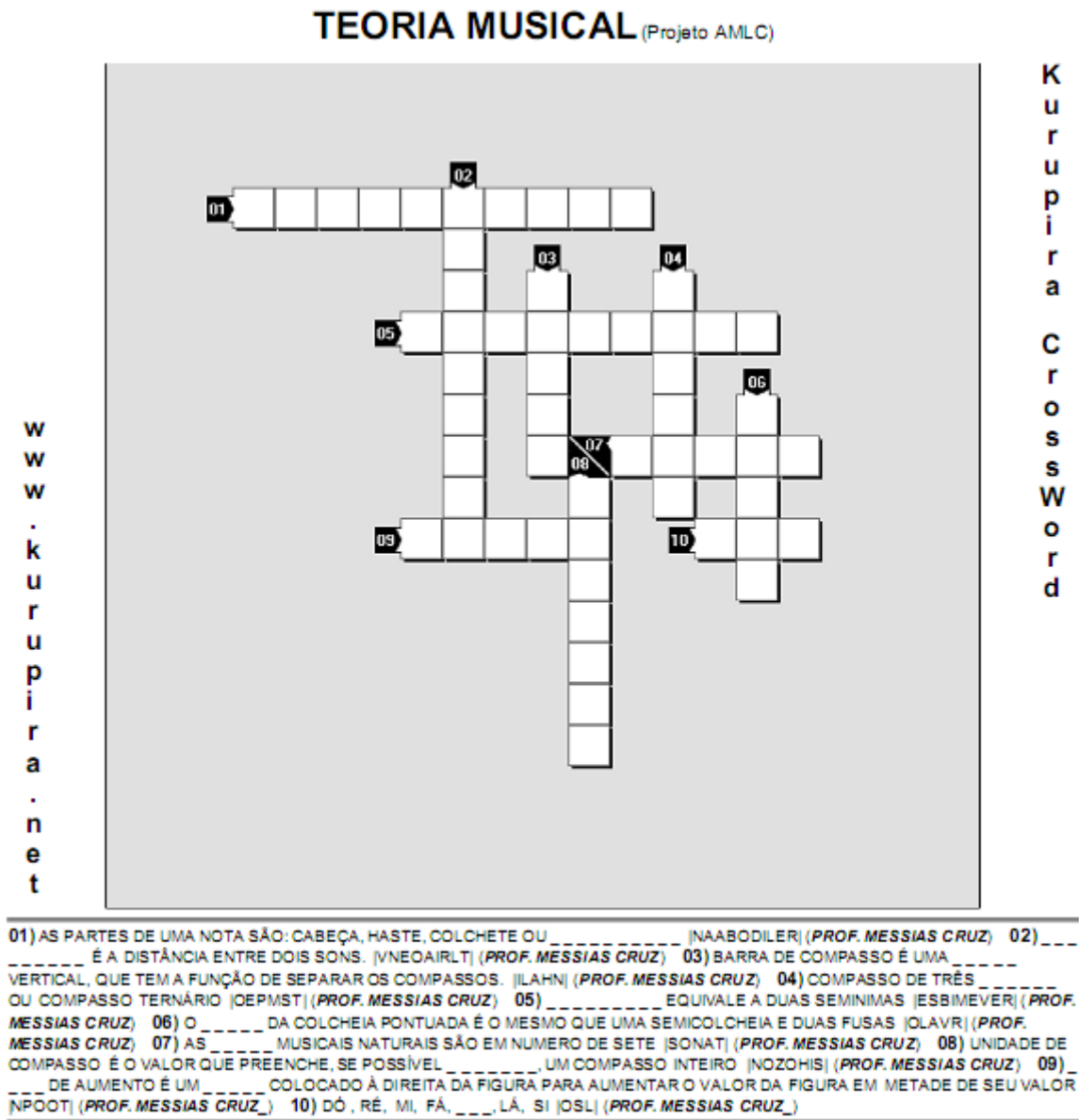


Figura 5.1: Palavras cruzadas em branco.

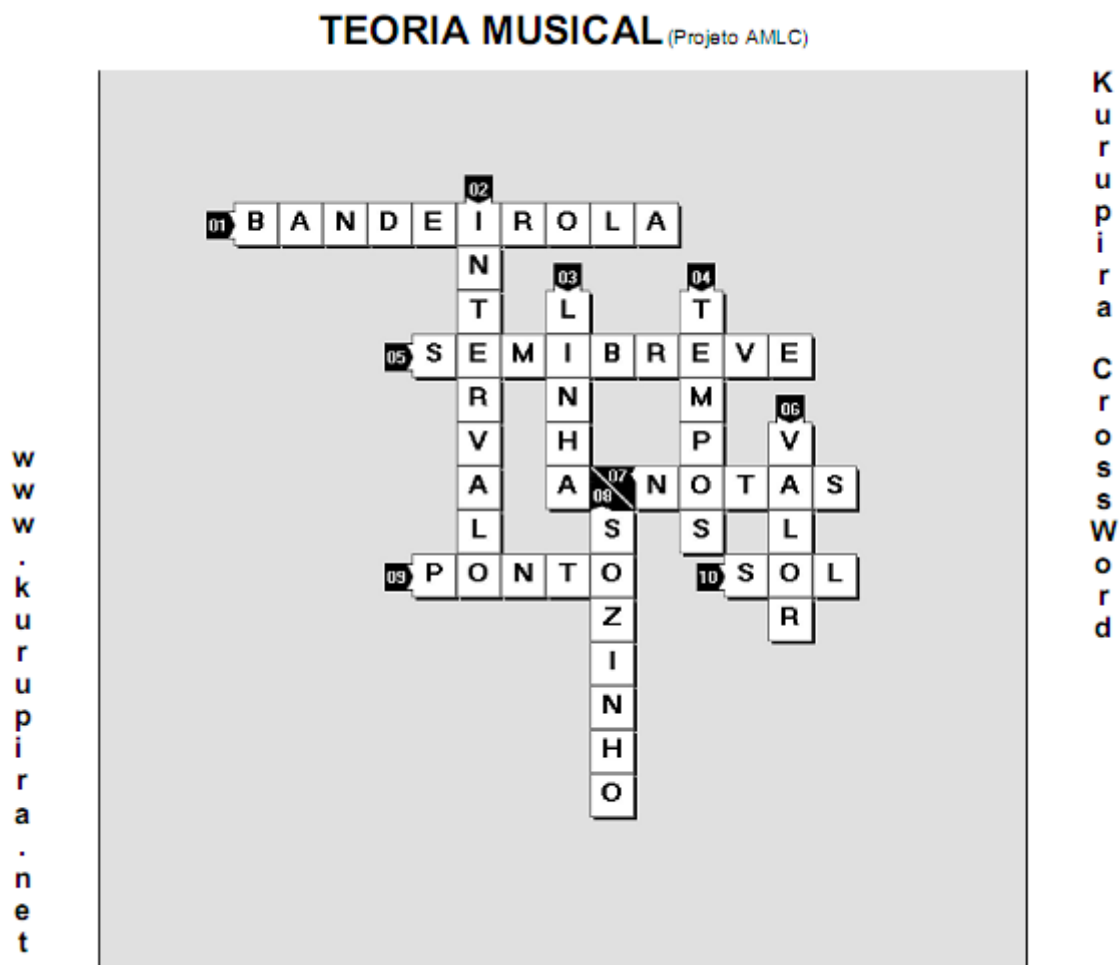


Figura 5.2: Palavras cruzadas com as respostas.

A nível de informação, o professor poderá versar nas palavras cruzadas tanto perguntas relacionadas a teoria musical quanto perguntas relacionadas à matemática, separadamente ou associadas.

5.1.2 Quiz

Outra atividade importante para a abordagem de aprimoramento dos conceitos da teoria musical, memorização dos seus significados, bem como a iniciação da correlação aritmética entre a matemática e a música é o jogo *Quiz*. O procedimento é parecido com os das palavras cruzadas, pois novamente o professor deverá exibir um Quiz feito por ele mostrando como foi feito, e depois pedir para que os alunos façam e mostrem para os colegas, os quais irão responder promovendo uma grande sociabilidade e aquisição dos conceitos de maneira divertida.

Este Quiz poderá ser feito de várias formas, inclusive em páginas de internet que disponibiliza este jogo para confecção, com apenas um cadastro simples bastando apenas inserir as questões, ou mesmo em softwares computacionais (exemplo o Power Point). No exemplo que foi utilizado para compor este projeto dissertativo foi utilizado um Shareware¹ chamado Wondershare QuizCreator

¹Shareware: é um programa gratuito para avaliação, com um período fixo de limite de uso.

(Wondershare, 2003). Este software apesar de não ser gratuito pode ser utilizado por trinta dias sem restrições de suas funcionalidades.

Portanto é possível fazer uso do Shareware com planejamento, além disto, ele é de fácil utilização e ainda o Quiz pode ser gravado como arquivo executável, onde poderá ser exibido em qualquer computador atual. Uma versão do software, bem como, o arquivo do Quiz proposto neste projeto dissertativo, encontra-se em um CD anexo a este trabalho. Este Shareware é interessante, pois orienta o usuário por meio de mensagens de erro e acerto e no final ainda sinaliza se o aproveitamento foi bom ou ruim, dando a certificação de aprovado ou não.

A Figura 5.3, a Figura 5.4, a Figura 5.5, a Figura 5.6 e a Figura 5.7, ilustram algumas fases do Quiz feito pelo software QuizCreator, já citado anteriormente.

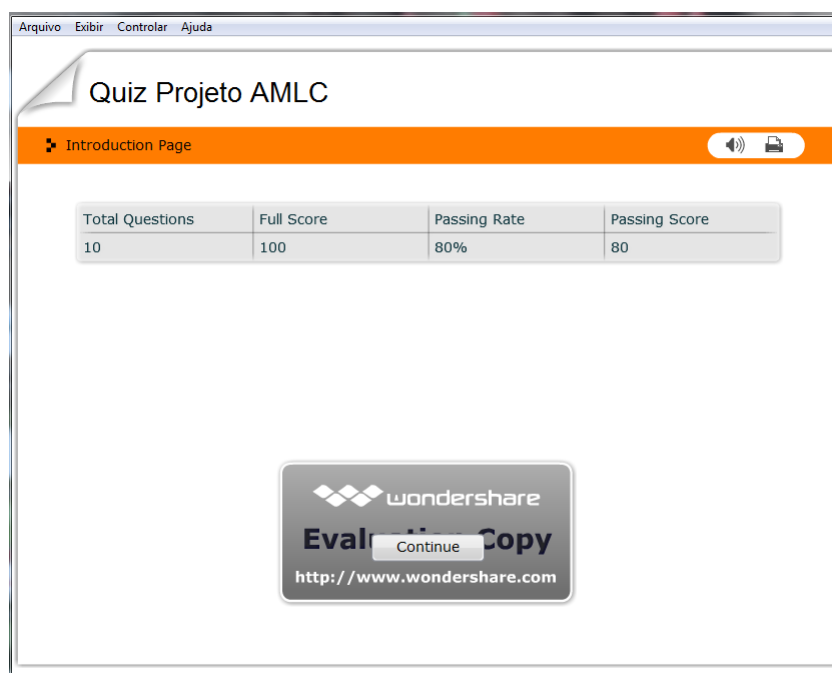


Figura 5.3: Tela do Quiz pronto para ser iniciado o jogo.

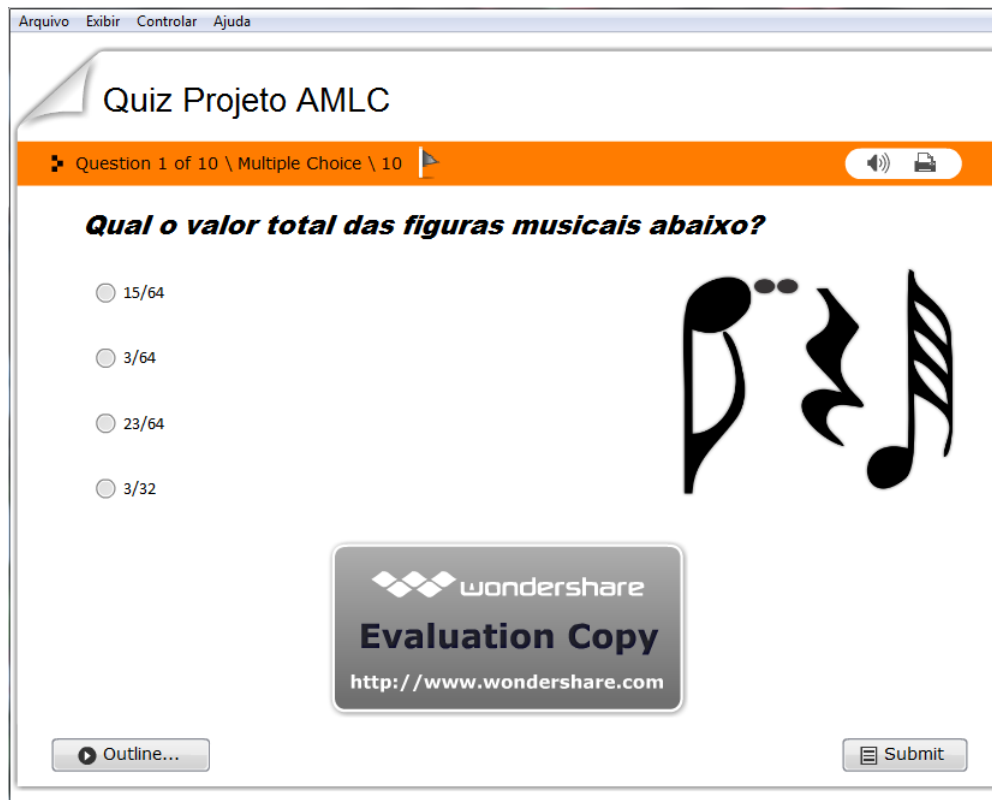


Figura 5.4: Tela do Quiz mostrando uma pergunta.

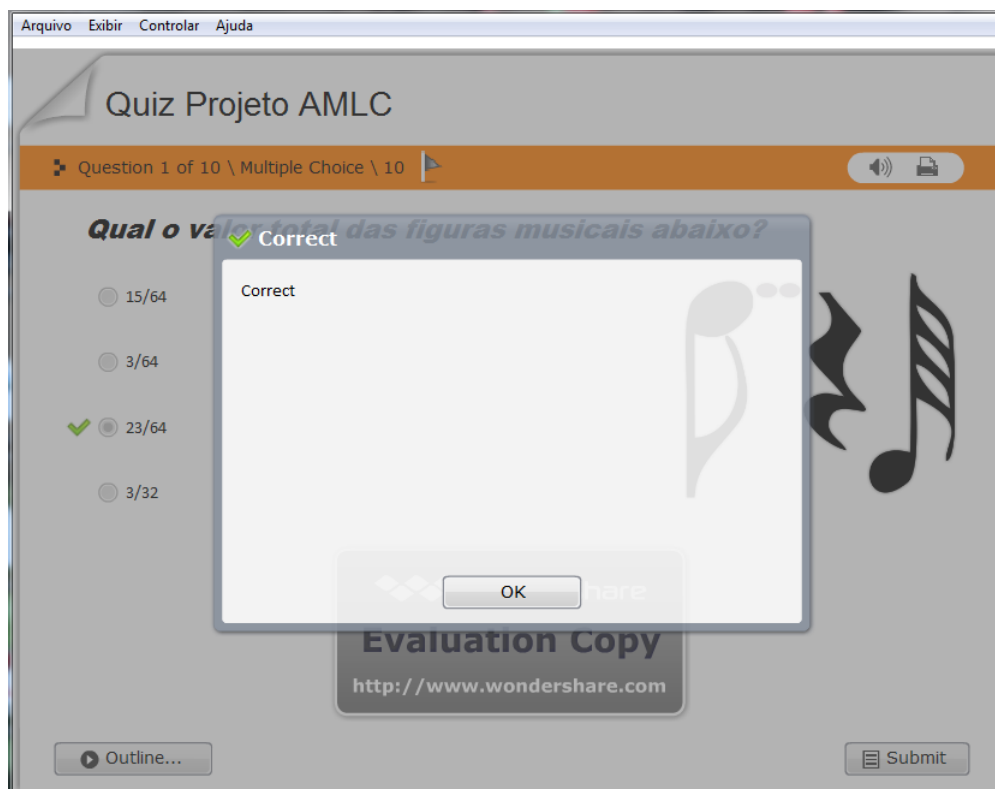


Figura 5.5: Mensagem do Quiz quando acerta uma pergunta.

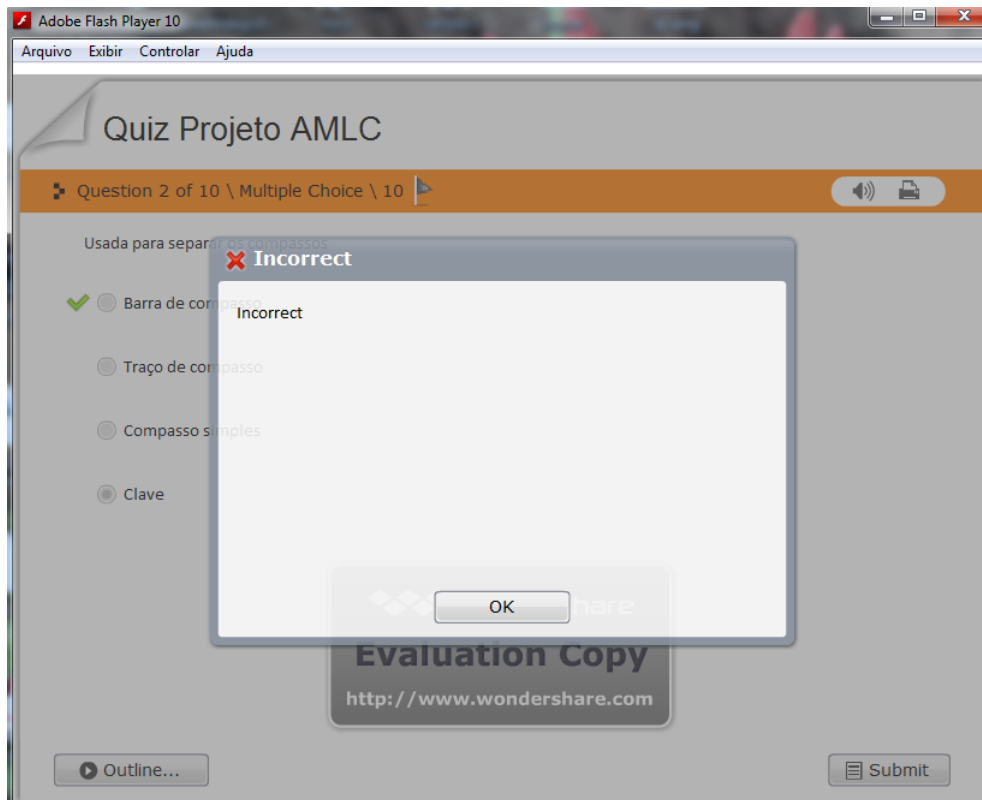


Figura 5.6: Mensagem do quiz quando erra uma pergunta.

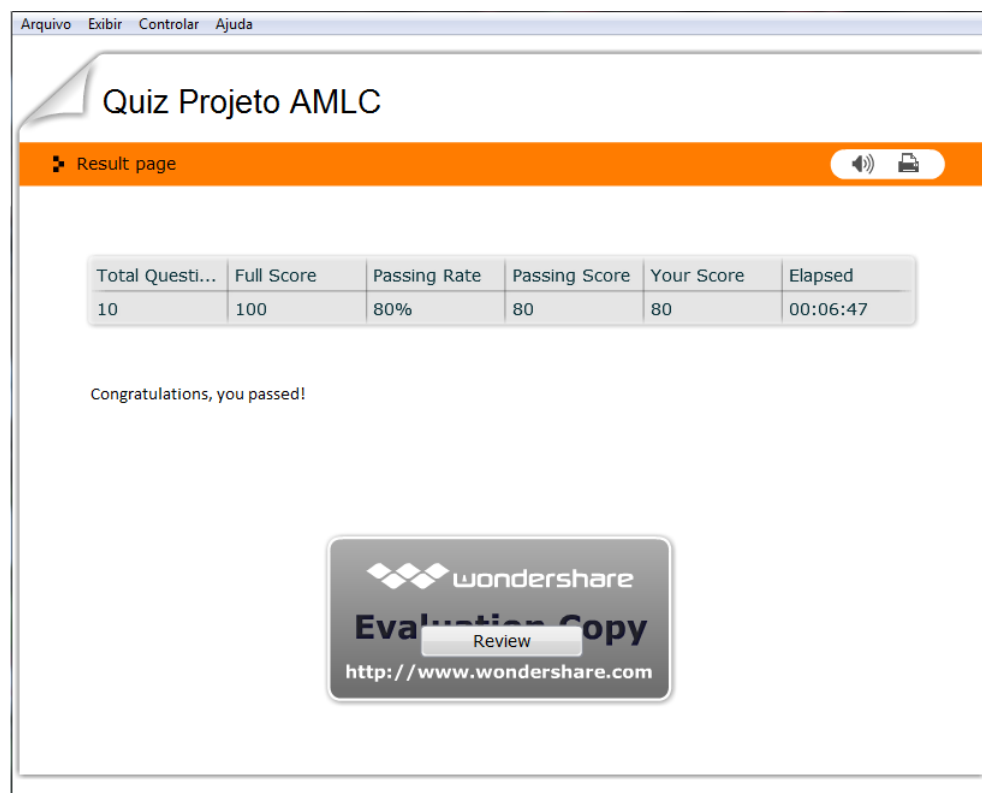


Figura 5.7: Tela do Quiz ao final do jogo divulgando o desempenho do jogador.

5.2 Atividades visando solidificar os valores musicais

5.2.1 Relações numéricas entre as figuras musicais

O objetivo aqui é praticar os valores musicais entre as figuras e suas respectivas pausas, pois na Calculadora AMLC, não estão disponíveis todas as figuras musicais, de modo que esta prática é necessária para que se possa ter mais propriedade nas inserções dos dados para cálculos pretendidos.

Exemplo 5.2.1. Coloque **V** para a afirmação verdadeira e **F** para a afirmação falsa

- a) () O resultado da soma de duas semínimas é igual a uma semibreve;
- b) () A semicolcheia possui 3 colchetes;
- c) () Somente quatro das setes figuras possuem colchete;
- d) () A semibreve possui cabeça e haste;
- e) () A semínima possui cabeça, haste e colchete;
- f) () O resultado da soma de duas pausas de mínima é igual a uma pausa de semibreve;
- g) () Apenas cinco das sete figuras possuem cabeça branca;
- h) () A semínima possui cabeça branca;
- i) () $\frac{1}{4}$ da semibreve equivale a uma semínima.

Exemplo 5.2.2. Com base no denominador quatro, some os valores das figuras a seguir:

Exemplo 5.2.3. No exemplo anterior, caso não fosse pedido com o denominador quatro, qual seria a soma em cada item?

OBS: Então será sugerido que divida todos os valores por quatro, e comparar se fosse feito sem esta sugestão.

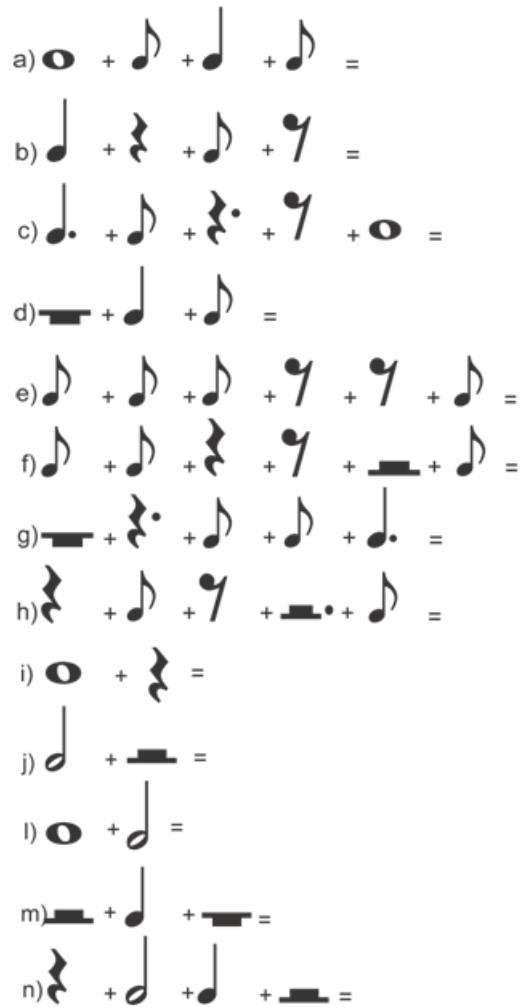


Figura 5.8: Soma dos valores das figuras. Refere-se aos exemplos 5.2.2 e 5.2.3.

Exemplo 5.2.4. *Faça a relação entre as figuras musicais abaixo:*

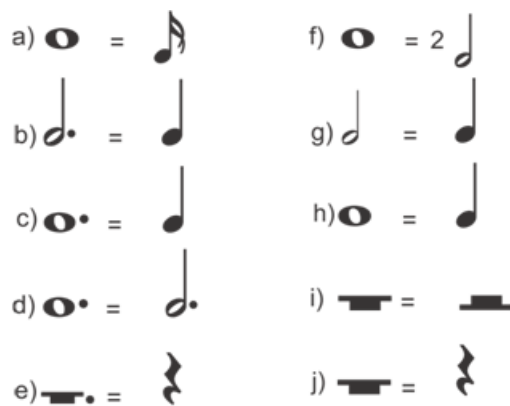


Figura 5.9: Relação dos valores entre figuras musicais.

Podemos propor outra atividade semelhante, só que com o raciocínio de substituir certas quantidades de figuras, por apenas uma. Esta atividade explora um conceito já visto que é o de unidade de compasso (u.c.).

Exemplo 5.2.5. Agrupe os valores de várias figuras dadas em cada compasso, por apenas uma figura (unidade de compasso); no compasso seguinte em branco ao compasso dado com as várias figuras, conforme o exemplo dado. Na Figura 5.10 é mostrado como é feito a atividade, a partir dos dois primeiros compassos dados inicialmente. O primeiro compasso dado com duas colcheias e no compasso seguinte que está sendo substituído pelo mesmo valor musical que as duas colcheias por uma única figura de semínima.



Figura 5.10: Substituir várias notas por uma.

No próximo exemplo embora não tenha figuras musicais, explora-se mais uma vez a concepção de compasso que é importantíssima na construção da teoria musical. Para fazer o exercício é preciso saber dividir frações, conforme a teoria explicitada no capítulo dois.

Exemplo 5.2.6. Verifique quais dos compassos abaixo são simples e quais que são compostos.

3		12		6		2		3	
2		8		8		2		4	
6		2		3		4		6	
4		4		8		4		16	
9		2		9		12		4	
8		8		4		4		8	

Figura 5.11: Exercício de reconhecimento de compassos.

No exemplo abaixo o aluno deverá, com base na fórmula do compasso, completar o compasso com as figuras musicais que o compasso exige. A idéia aqui é que ele possa fazer a operação

de soma, ou mesmo a operação de subtração de frações, tendo como base o compasso dado. E neste mesmo exercício aproveitar para praticar o reconhecimento das notas que cada figura está representando em cada trecho musical.

Exemplo 5.2.7. Complete os compassos abaixo, no mínimo de duas maneiras diferentes, usando as figuras musicais simples e/ou pontuadas, e/ou suas respectivas pausas.



Figura 5.12: Completar compassos de formas diferentes.

O exercício acima possui várias respostas, portanto o professor deverá explorar este fato com os alunos.

Exemplo 5.2.8. Divida os compassos da melodia abaixo, conforme a fórmula do compasso.



Figura 5.13: Dividir os compassos.

Na próxima atividade abaixo, teremos uma maior diversidade de conceitos e manipulações das operações e de noção de grandeza. Isto exigirá dos alunos um conjunto maior de conceitos matemáticos e dos termos musicais, bem como o potencial que cada aluno tem com as práticas dos exercícios anteriores.

Exemplo 5.2.9. Reescreva cada compasso da melodia da Figura 5.14 abaixo, tornando cada figura musical de cada compasso dado, conforme os itens pedidos abaixo (dobro, triplo e a metade). Após fazer o que foi pedido, somar o valor musical total da melodia inicial e o valor total de cada item pedido.

- a) O dobro;
- b) O quádruplo;
- c) A metade.

O professor deverá saber conduzir os exercícios, para que os alunos não façam estas atividades por associação das figuras, ao menos apenas de maneira associativa sem usar as operações da matemática, estabelecendo a prática das operações com os números racionais existentes entre as figuras musicais.

- d) Valor da figura - pausa da figura
- e) Valor da figura - nome da figura
- f) Nome da figura - pausa

No Capítulo 4 foram ilustradas algumas figuras dos jogos de memória. Sendo assim, omitiremos aqui as figuras dessa atividade, uma vez que elas serão feitas com a utilização apenas dos jogos de memória.

5.4 Atividades específicas para a Calculadora AMLC

Várias das atividades relativas a aritmética dos valores das figuras musicais propostas anteriormente, podem ser feitas no processo tradicional ou utilizando a Calculadora AMLC. Uma dica é fazer estas atividades utilizando os dois métodos, pois já se sabe o que representa esta manipulação das operações com as frações. Mas o exercício na calculadora dá um foco diferente, pois como já foi dito, não existem todas as notas nas teclas da Calculadora AMLC, então ele terá que raciocinar quais as operações que deverá fazer para obter os valores necessários.

Além disto, a concepção numérica que aparecerá no visor da calculadora fará com que ele tenha a noção dos valores e possa associá-los às figuras musicais, ou seja, é um desencadear de raciocínios para fazer operações aparentemente simples. Portanto, todas as questões elaboradas para a calculadora musical, tem o objetivo para o qual ela foi idealizada que é estimular o raciocínio lógico matemático. Numa reflexão mais sensata, uma vez que não existem todas as figuras musicais, qualquer atividade que se faça, por mais simples que seja, tem este cunho de desenvolvimento cognitivo.

Apresentamos a seguir uma manipulação algébrica musical mais elaborada, tendo as quatro operações fracionárias, soma, subtração, multiplicação e divisão, todas permeadas com as simbologias musicais, ou seja, uma atividade com mais cálculos matemáticos envolvendo as figuras musicais, do que as questões anteriores de assimilação das figuras musicais, suas respectivas pausas e os valores que elas representam.

Exemplo 5.4.1. *Calcule o valor das expressões da figura 5.15 e figura 5.16, com base no denominador quatro e também sem o denominador quatro.*



Figura 5.15: Expressão musical. Referente ao exemplo 5.4.1.

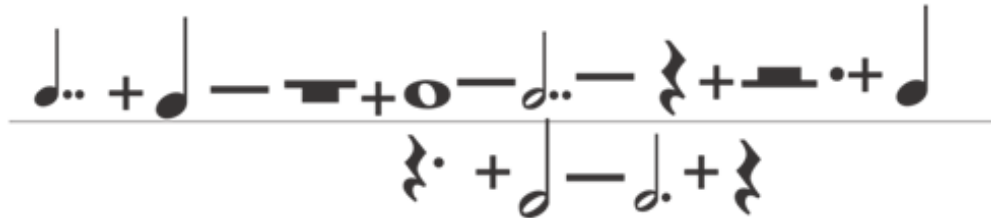


Figura 5.16: Expressão musical. Referente ao exemplo 5.4.1.

Exemplo 5.4.2. Para cada um dos quatro trechos musicais da figura 5.17, responda o que se pede.

1. Ponha as barras de compasso nos itens abaixo. Se o último compasso não estiver inteiro, complete-o com uma ou mais pausas;
2. Some o valor total do trecho musical sem a utilização da fórmula de compasso;
3. Some o valor total do trecho musical fazendo o uso da respectiva fórmula de compasso;
4. Faça um comparativo das duas maneiras, e responda : O que muda de uma maneira para a outra ? Qual é a maneira mais simples e mais rápida de calcular?



Figura 5.17: Separar os compassos.

As atividades abaixo têm o objetivo de exercitar o uso da Calculadora AMLC, em exemplos de problemas do cotidiano e exclusivamente de aritmética, para mostrar que ela também está apta a desenvolver operações tradicionais que não musicais.

Exemplo 5.4.3. *Faça aparecer no visor da calculadora os números.*

- a) 223
- b) 781
- c) 1278

Alguns exercícios de aritmética.

Exemplo 5.4.4. *Calcule o valor que se pede.*

- a) $3.73 + 4.26 - 7.112$;
- b) $2 \times \frac{2}{9} - 7 \times \frac{1}{256} + 8 \times \frac{3}{16}$

Exemplo 5.4.5. *Efetue os produtos (colocando na forma irredutível, se possível).*

- | | |
|--|--|
| a) $\frac{1}{2} \times \frac{2}{5}$ | e) $\frac{7}{6} \times \frac{32}{21}$ |
| b) $2 \times \frac{4}{7} \times \frac{3}{2}$ | f) $\frac{8}{9} \times \frac{48}{50} \times \frac{7}{6}$ |
| c) $\frac{6}{5} \times \frac{5}{4}$ | g) $\frac{10}{12} \times \frac{48}{50} \times \frac{25}{16}$ |
| d) $\frac{4}{18} \times \frac{9}{6}$ | h) $\frac{2}{7} \times \frac{21}{14} \times \frac{8}{6}$ |

Os próximos exercícios, embora simples, contém vários conceitos envolvidos e contextualizados com situações problema.

Exemplo 5.4.6. *A balança está em equilíbrio. Que número fracionário deve ser colocado no lugar da interrogação?*

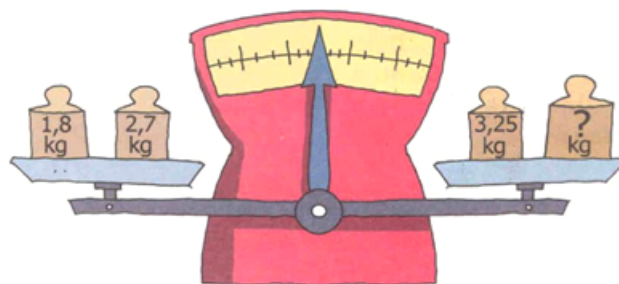


Figura 5.18: Balança em equilíbrio.

Este exercício fará com que o aluno transforme os decimais em frações para inseri-los na calculadora. Em seguida deverá efetuar a operação de soma de frações para dar a equivalência dos membros da equação e depois efetuar a simplificação da fração, pois a calculadora, quase sempre, não dá uma fração irredutível, pois foi uma estratégia pedagógica não fazer esta simplificação para que o aluno não esqueça a importância deste processo tão importante.

Exemplo 5.4.7. O preço à vista de um automóvel é R\$ 21 335,00. O mesmo automóvel a prazo custa R\$ 4 740,50 de entrada, mais 6 prestações de R\$ 3 567,75. Qual a diferença entre o valor total da compra à vista e a prazo?

Exemplo 5.4.8. Uma loja de eletrodomésticos está fazendo a seguinte promoção: ganhe 25% de desconto e pague em 4 prestações iguais. Pretendo comprar nessa loja o forno e a TV que estão indicados na Figura 5.19. Quanto vou pagar de prestação?



Figura 5.19: Eletrodomésticos.

Exemplo 5.4.9. Teresa retirou R\$ 900,00 do seu dinheiro da poupança para uma viagem. Gastou $\frac{2}{5}$ com a passagem.

- a) Quanto custou a passagem?
- b) Quanto sobrou de dinheiro?

A partir daí pode-se criar várias possibilidades de exercícios. Caberá apenas ao professor pensar nesta idealização com empenho, pois até mesmo as atividades propostas neste trabalho, podem ter vários enfoques que não foram mostrados, mas que dependerá do "entusiasmo" e do envolvimento dos alunos participantes. Aqui foram apenas mostradas algumas maneiras de se fazer as abordagens para conseguir os objetivos do projeto, mas com o pensamento interdisciplinar, pode haver muito mais fertilidade nas ações aqui propostas.

Na Figura 5.20 é apresentado a versão final da Calculadora AMLC. E na Figura 5.21, está uma amostra do ambiente computacional no qual serão feitos os cálculos, bem como o processo disciplinar, e organizacional das sequências de idéias que o aluno terá e irá escrever através do bloco de notas feito para este propósito, para que depois o professor possa avaliar o desempenho do aluno e seguir com as orientações cabíveis.

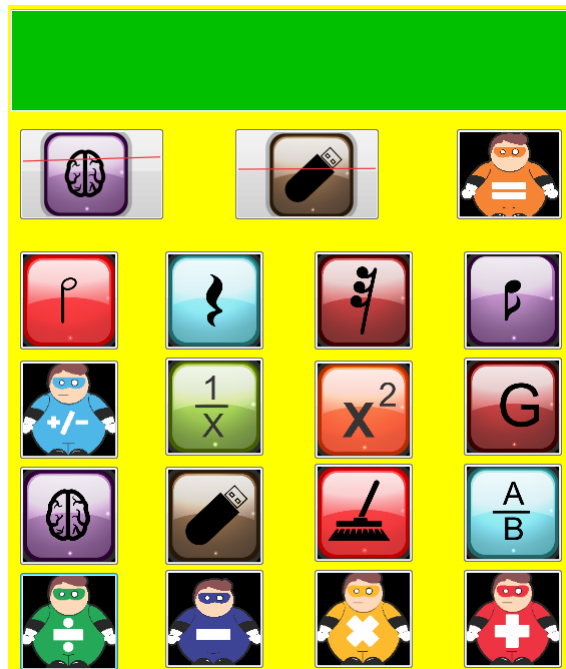


Figura 5.20: Calculadora Musical AMLC na versão final.



Figura 5.21: Ambiente Computacional do Projeto.

Considerações Finais

Ao chegar ao final deste projeto dissertativo, pude provar um pouco do sabor do alicerce teórico que vários teóricos já fizeram e continuam a fazer, ao pensar em estratégias em prol de uma educação de qualidade.

O caminho não é nada cômodo, pois é preciso empenho e determinação para pensar em transformação na educação, que conseqüentemente também transformará o ser.

Pude ver a viabilidade de parceria com outras disciplinas após este projeto, pois lembro o quão foi complicado chegar à ideia da Calculadora AMLC, e construí-la depois de idealizá-la para ocupar o papel principal do projeto sem saber nada da linguagem computacional visual basic, e de repente consegui confeccioná-la, bem como todos os recursos que foram feitos para o projeto dissertativo, e principalmente em um período de tempo tão pequeno.

Isto me faz ver que foi bem construtivo este vivenciar rumo ao desafio da criação da calculadora, a qual dei o nome com as letras iniciais do meu nome. Mas creio que com um professor da área de informática, o caminho poderia ter sido mais curto, teria sido mais ágil e a Calculadora AMLC, que está na versão inicial, poderia ter sido ainda mais aprimorada no âmbito visual, coisa que pretendo fazer muito em breve com os estudos mais profundos na linguagem computacional utilizada ou até mesmo outras linguagens que proporcione mais difusão que a visual basic, como é o caso da linguagem JAVA.

Além da Calculadora AMLC, foram feitos também na mesma linguagem computacional os jogos de memória, também idealizado por mim, para que os participantes do projeto possam se familiarizar ainda mais no decorrer dos estudos da teoria musical, uma vez que a aquisição dos conteúdos da teoria musical é parte integrante do processo educacional que a metodologia foi

pensada. Foi feito também na área computacional um jogos de Quiz, utilizando um sharaware disponível na internet, além do jogo de palavras cruzadas com o software livre (freeware) Kurupira.

Tudo isto que foi feito, poderia talvez aumentar a potencialidade do projeto em prol a atingir seus objetivos de maneira mais rápida e eficaz, principalmente na parte estética, onde os tecnicos em informatica usam o termo "amigável", ou seja, que faça uma interação maior com o usuário, e isto é importante já que somos seres visuais.

Pude ver também a necessidade da parceria com a área de educação musical, nas quais foram feitas várias relações entre matemática e a música, ou seja, uma área auxiliando a outra, tornando as aulas das duas disciplinas mais lúdicas, mais envolventes, e conseqüentemente mais eficientes.

Mas todo o esforço do estudo da linguagem computacional visual basic foi recompensado, pois tanto os jogos de memória quanto a Calculadora AMLC ficaram muito melhor do que o esperado, e espero poder contemplar efetivamente com o sucesso desta minha criação na promoção de um aprendizado mais consciente.

Assim, como estão citadas nos objetivos do projeto poderemos ter uma melhoria na assimilação dos conteúdos matemáticos e uma melhoria na percepção musical dos participantes do projeto, e conseqüentemente uma melhoria no âmbito humanístico, melhorando assim a cidadania do indivíduo.

Portanto, espero com este projeto dissertativo, a disseminação do mesmo, pois irei fazer isto através de sites, fóruns, exposição de trabalho em eventos científicos, palestras em escolas, etc. E a inserção deste projeto nas escolas será uma grande conquista para mim e creio que de grande contribuição para a educação.

Espero ainda com a aplicação deste projeto, contemplar a quebra do paradigma do uso da calculadora como recurso educacional, pois espero ao aplicá-la nas escolas e eventos científicos, resignificar saberes, e ainda obter todos aqueles objetivos descritos no resumo deste projeto e também contidos na introdução.

Assim, nesta temática, que esta dissertação foi pensada, e este pensamento permeia o foco dos conteúdos destas duas vertentes que são a matemática e a música, pois das tantas relações tão intimistas e inseparáveis entre elas, aqui foram propostas algumas formas de explorar estas possibilidades.

O projeto dissertativo propõe um ensino pautado nesta conexão, onde a música é um fator de estímulo para o estudo da matemática e a importância da fundamentação matemática para o ensino da música.

Pretendo ainda, em estudos posteriores, após aplicação deste projeto, continuar em cursos na minha formação profissional, especificamente no doutoramento continuar este projeto, aperfeiçoando-o com mais aprofundamento e desenvolvimento de outras práticas e de outros mecanismos na área computacional, envolvendo a matemática e a música.

Pretendo trabalhar para por este projeto em prática e melhorá-lo na medida que for sendo experimentado. Também fazê-lo numa linguagem computacional que dê o suporte necessário para

aplicá-lo no sistema android, que é a sensação do momento nos telefones móveis, onde para muitos dos alunos já é uma realidade e bem difundida.

No aprimoramento deste projeto pretendo ainda usar sonoridade para dar um pouco mais de impacto no projeto, pois se tudo o que falamos podemos transformar em sons, seria interessante experimentarmos várias destas diversificadas faces que a matemática e a música nos fornece.

Sei que o desafio será grandioso como também este projeto também tem grandeza equiparável. Mas caso existam escolas nas quais não dispunham de tecnologia mínima necessária para implantação deste projeto, que seja feito orientações no intuito da busca de parceria com outros professores, em outras escolas, outras instituições, etc.

Está em grande expansão um projeto chamado PIBID ¹, que tem como finalidade fazer estas parcerias entre a escola, professores, alunos e a comunidade. Lembrando ainda que existe um interesse geral do governo para a implantação de computadores nas escolas o que tornará mais fácil a implantação deste projeto.

Vejo ainda este projeto como uma inserção acolhedora para o professor de matemática e / ou do professor de educação musical na era digital, pois ainda existem muitas resistências por parte de professores no universo do mundo digital.

Mas enfim, sinto-me realizado por ter feito um projeto desta amplitude que como dito, o sonho de implantação nas escolas perseguirá incansavelmente, pois quando pensamos positivamente e lutamos para fazer acontecer o pensamento na qual achamos viável, o sucesso será garantido.

Apenas lembrando o que dizia o fenômeno Raul Seixas², na sua canção chamada Prelúdio: Sonho que se sonha só. É só um sonho que se sonha só. Mas sonho que se sonha junto é realidade.

Então convoco aos educadores para contemplarmos este projeto e sonharmos juntos, na tentativa de uma educação mais dinâmica, mais atraente, mais envolvente, enfim, mais eficaz.

¹PIBID : Programa de Iniciação Docência. Programa este que visa a melhoria do ensino básico

²Raul Santos Seixas foi um cantor e compositor brasileiro, frequentemente considerado um dos pioneiros do rock brasileiro

Bibliografia

- ABDOUNUR, O. *Matemática e música - o pensamento analógico na construção de significados*. São Paulo: Escrituras Editora, 1999.
- ALGUSTO, C. Espaço astrológico, 2011. Disponível em: <<http://espacoastrologico.org/category/temas-transcendentais/>>. Acesso em: 14 de Dezembro de 2012.
- BRASIL, M. E. D. *Parâmetros curriculares nacionais: Matemática*. SEF: Brasília, 1997.
- EVES, H. *Introdução à história da matemática*. Campinas: UNICAMP Editora, 2004.
- GARDNER, H. *Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1994.
- KLEBER, M. O. Associação brasileira de educação musical, 2010. Disponível em: <<http://www.abemeducacaomusical.org.br/noticias2.html>>. Acesso em: 14 de Dezembro de 2012.
- KURUPIRA, P. 2011. Disponível em: <<http://www.kurupira.net/pt/>>. Acesso em: 20 de Outubro de 2012.
- LEVY, P. Entrevista, 2001. Disponível em: <<http://www.abemeducacaomusical.org.br/noticias2.html>>. Acesso em: 14 de Dezembro de 2012.
- LIMA, E. L. *Matemática e ensino*. Rio de Janeiro: SBM, 2007.
- LITWIN, E. *Tecnologia educacional, política, história e propostas*. Artes Médicas: Porto Alegre, 1997.
- SCHIFFL, D. *Um estudo sobre o uso da calculadora no ensino da matemática*. Dissertação de Mestrado, UNIFRA, Santa Maria, 2006.

UOL, P. Johann sebastian bach, 2005. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/biografias/johann-sebastian-bach.jhtm>>. Acesso em: 14 de Dezembro de 2012.

WONDERSHARE Wondershare quizcreator, 2003. Disponível em: <<http://www.wondershare.com/pro/quizcreator.html>>. Acesso em: 20 de Outubro de 2012.