



Música – um caminho para ajudar deficientes visuais a aprenderem Matemática.

Thaís Ferreira Cezaro

Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Licenciatura em Matemática, orientado pelo Prof. Ms. Henrique Marins de Carvalho e pela Prof. Ms. Fabiane Guimarães Vieira Marcondes.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Cezaro, Thaís Ferreira.

Manual de Elaboração de Trabalho de Conclusão do Curso (TCC) do Curso de Licenciatura em Matemática / Thaís Ferreira Cezaro. - São Paulo: IFSP, 2014.

70f

Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Licenciatura em Matemática - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Orientador(es): Henrique Marins de Carvalho; Fabiane Guimarães Vieira Marcondes.

1. Educação Inclusiva. 2. Deficientes Visuais. 3. Matemática. 4. Música. 5. Frações I. Música – um caminho para ajudar deficientes visuais a aprenderem Matemática.

THAÍS FERREIRA CEZARO

MÚSICA - UM CAMINHO PARA AJUDAR DEFICIENTES VISUAIS
A APRENDEREM MATEMÁTICA

Monografia apresentada ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, em
cumprimento ao requisito exigido para a obtenção do
grau acadêmico de Licenciada em Matemática.

APROVADA EM 03/07/2014

CONCEITO: 10,0 (Dez)



Profa. Me. Vera Lúcia de Oliveira Ferreira Martins
Membro da Banca



Profa. Me. Cyntia Teixeira
Membro da Banca

Prof. Me. Fabiane Guimarães Vieira Marcondes
Orientadora



Prof. Me. Henrique Marins de Carvalho
Orientador



Aluna: Thaís Ferreira Cezaro

*“Sem a curiosidade que me move,
que me inquieta, que me insere na
busca, não aprendo nem ensino”.*

Paulo Freire

*Aos meus pais, meu irmão, familiares
 e amigos, que sempre me apoiaram.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, Deus por ter me dado força, saúde, sabedoria e conforto durante todos os momentos da minha vida, inclusive para a escrita deste trabalho.

Agradeço meus pais, meus exemplos, por estarem sempre ao meu lado, dando carinho e me ensinando os caminhos certos a serem seguidos. Por me tornarem uma pessoa cada vez melhor, mais justa e que acredita que a família é base de tudo.

Meu irmão, meu melhor amigo, por me aconselhar da melhor forma procurando o meu bem, além de sempre se preocupar e ajudar, me acalmando durante a montagem deste trabalho.

Agradeço também meus orientadores, Prof^o Ms. Henrique Marins de Carvalho e Prof^a Ms. Fabiane Guimarães Vieira Marcondes, que me auxiliaram nessa longa jornada, além de contribuírem para minha formação profissional e pessoal. Tornaram-me uma pessoa mais crítica e consciente. Uma futura professora que se preocupa com os alunos que irá formar um dia.

Agradeço meus amigos que se fazem presente há anos, amigos de infância, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, fossem alegres ou tristes, me dando calma, conforto e o carinho necessário.

Meus queridos amigos do curso que me apoiaram, incentivaram e deram força para que esse trabalho fosse feito. Além disso, que durante toda a graduação marcaram momentos muito importantes que levarei para toda a vida dentro do meu coração.

Agradeço o Prof^o Ms. José Maria Carlini pela oportunidade de participar do projeto EAD durante dois anos e meio, em que pude auxiliar na elaboração e revisão de apostilas de estudo de Matemática para os alunos do IFSP.

Agradeço, por fim, todos os meus professores, que de forma direta ou indireta, contribuíram para a confecção de meu trabalho, além de sempre incentivarem para seguir em frente, mesmo diante das dificuldades que todos

passamos no decorrer do curso. Levo comigo “um pedaço” de cada um deles: pessoas em que me baseio muito para moldar a professora que um dia eu serei.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar o desafio que é o ensino da Matemática para deficientes visuais. Para tanto são apresentados leis e decretos que envolvem a temática, além de alguns recursos e ferramentas que se baseiam em sentidos, como o tato e audição, por exemplo, auxiliando tanto o processo de ensino para o professor, quanto o de aprendizagem desses alunos. Há também, a sugestão de aplicação de uma proposta de ensino já existente, que envolve os conceitos de MMC (Mínimo Múltiplo Comum) e frações por meio de sons e ritmos. Os projetos em estudo são: Drummath (2004) e MusiCALcolorido (2010), respectivamente. O primeiro baseia-se na teoria de Henri Wallon, que afirma que as pessoas ligam os conhecimentos cognitivos com as emoções, com o contexto em que elas estão inseridas e seu ambiente. O segundo baseia-se na utilização de um sistema que faz uso de uma calculadora que emite sons, permitindo assim que os alunos consigam classificar as frações e decimais obtidos como resultado. O trabalho com Música e Matemática, mais especificamente MMC e frações por meio de sons e ritmos, mostra-se aplicável, tomando como base os bons resultados obtidos com o público-alvo, no que se refere ao respeito de suas necessidades.

Palavras-chaves: Educação Inclusiva. Deficientes Visuais. Matemática. Música. Frações.

MUSIC – A WAY TO HELP VISUALLY IMPAIRED PEOPLE TO LEARN MATH

ABSTRACT

This work aims to analyse the challenge of teaching Math for visually impaired people. Laws and decrees involving the mentioned subject will be used as embasement of the thesis, as well as a number of different tools that explore the senses – touch and hearing, making the teaching and learning process more effective. There is also a teaching existing proposal that will be suggested, based on the concepts of Least Common Multiple (LCM) and fractions through sounds and rhythms. The projects under study are Drummath (2004) and MusiCALcolorido (2010), respectively. The first is based on the theory of Henri Wallon, who says that there's a strong connection between people's cognitive knowledge and their emotions, according to the context they are in and the place in which they live. The second is based on the application of a sound system calculator which allows the learner to classify the fractions and decimals obtained as a result. Working math with music, more specifically LCM and fractions through sounds and rhythms, is applicable, taking as a basis the good results obtained with the target audience, a group of individuals with special needs

Keywords: Inclusive Education. Visually Impaired People. Math. Music. Fractions.

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 2.1 - Linha do tempo.	33
Figura 2.2 - Quantidade de Matrículas nos anos 1998, 2006 e 2013.....	34
Figura 2.3 – Soroban.....	35
Figura 2.4 – Multiplano.	36
Figura 2.5 – Material Dourado.....	36
Figura 2.6 – Disco de Frações.	36
Figura 2.7 – Nicholas Saunderson.	41
Figura 2.8 – Leonhard Euler.....	42
Figura 2.9 – Lawrence Baggett.	43
Figura 2.10 – Bernard Morin e a inversão da esfera.	44
Figura 2.11 – Paulo Tadeu Meira e Silva de Oliveira.	44
Figura 3.1 – Notas Musicais.	47
Figura 3.2 - Sequência Musical.	49
Figura 3.3 – Primeira Escala Musical.	50
Figura 4.1 – Introdução à ideia de ritmo.	56
Figura 4.2 – Introdução de pares e ímpares.....	57
Figura 4.3 – Introdução ao MMC.....	57
Figura 4.4 – Cordas Falantes.	58
Figura 4.5 – MusiCALcolorido.	59
Figura 4.6 – Classificação dos Números Decimais.	60
Figura 4.7 – Familiarização com a calculadora.	61
Figura 4.8 – Classificação por meio dos sons e cores.	62
Figura 4.9 – Classificação dos racionais por meio dos sons.	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
2	EDUCAÇÃO INCLUSIVA.....	27
2.1.	Instituições.....	38
2.2.	Matemáticos com Deficiência Visual	41
3	A RELAÇÃO MÚSICA E MATEMÁTICA.....	47
4	MATEMÁTICA, MÚSICA E O DEFICIENTE VISUAL	55
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
	REFERÊNCIAS.....	67

1 INTRODUÇÃO

A escolha do tema se deu em decorrência do interesse pela construção da educação matemática e curiosidade sobre seu relacionamento com as pessoas com deficiência. A Matemática é uma disciplina abstrata, que requer cuidado sobre a forma como é ensinada.

A motivação sobre a temática aumentou após contato com alguns trabalhos desenvolvidos pela Professora Ms. Fabiane Guimarães Vieira Marcondes, que apresentou várias pesquisas sobre o assunto, instigando o conhecimento por recursos para este processo de ensino e aprendizagem.

O enfoque em Música foi pelo fato de, além da existência do gosto pessoal (conhecimento em teclado e piano), haver possibilidade de relacionar o prazer com o saber, introduzindo-se conceitos com o uso de instrumentos musicais diferentes.

O intuito deste trabalho é a possibilidade de contribuição para a formação de professores de Matemática e para suas conscientizações a respeito da educação inclusiva, cada vez mais presente, além do fornecimento de recursos, aqui apresentados e sugeridos.

Como objetivo geral do presente trabalho está a análise do desafio que é ensinar Matemática para deficientes visuais, devido às dificuldades apresentadas por eles e pela falta de formação de professores para atendê-los. Os objetivos específicos são: (i) analisar o currículo e a prática do professor de Matemática para o ensino inclusivo; (ii) apresentar diferentes recursos que podem ser utilizados para educação inclusiva do deficiente visual; (iii) apresentar a Música como uma proposta de ensino de Matemática e (iv) observar resultados de atividades existentes, pensando na possível metodologia com uso de sons e ritmos.

Vygotsky (1997) acredita que alunos com deficiência visual apoiam-se em instrumentos que substituam o olho, e mesmo assim são capazes de ter o mesmo potencial de um que seja regular. Ele propõe uma pedagogia não individualista para que possa colaborar com esse processo.

Sabe-se que o processo de inclusão é um desafio, pois precisa haver trabalho em equipe no âmbito educacional: formação especializada de professores,

adequação de materiais escolares, inserção de recursos que possam ser utilizados, são alguns exemplos de mudanças necessárias.

Porém, ao pensar nessa árdua tarefa, algumas questões surgem: “Como ensinar Matemática, que é uma disciplina sabidamente visual e abstrata, para deficientes visuais?”, “Como adequar os recursos para a aprendizagem desses alunos?”, “Como incentivá-los e fazê-los perceber que possuem as mesmas oportunidades que um aluno regular?”.

Para a apresentação do trabalho foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre a educação inclusiva e sobre as diferentes maneiras de ensinar Matemática para deficientes visuais.

No capítulo *Educação Inclusiva*, analisaremos, brevemente, a história da Educação Inclusiva no Brasil e os Parâmetros Curriculares Nacionais para Educação Especial, com foco no ensino para deficientes visuais, além dos recursos utilizados por eles no processo de ensino e aprendizagem. Também será abordada brevemente a temática da formação dos professores de Matemática, analisando se há condições para o trabalho inclusivo, de educação para todos. Também serão apresentadas algumas instituições de ensino que atendam a esse público e alguns matemáticos que fizeram e ainda fazem parte da história, e que possuíam ou possuem essa deficiência.

No capítulo *A Relação Música e Matemática*, será apresentado o surgimento da escala musical e sua relação com as sensações, além dos conceitos matemáticos que podem ser encontrados e como essa disciplina pode auxiliar no âmbito educacional.

No capítulo *Matemática, Música e o Deficiente Visual* serão apresentados os resultados de algumas atividades realizadas em sala de aula, dos projetos estudados, para que seja possível a percepção de que, com uma nova proposta que se pauta pelo uso de sons e ritmos, a Matemática pode ser aprendida por deficientes visuais, colaborando para a formação destes.

Nas *Considerações Finais*, existirá uma breve retomada do trabalho, apresentando os resultados das atividades estudadas que relacionam Música com Matemática para auxiliar no ensino de deficientes visuais, como sendo uma proposta possível de ser aplicada.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Educação inclusiva é uma ação social e política, no âmbito educacional, que visa inserir socialmente todos os alunos para que não haja nenhum tipo de discriminação, definida pela Convenção da Guatemala, como: “Toda diferenciação ou exclusão que possa impedir ou anular o exercício dos direitos humanos e de suas liberdades fundamentais.” (BRASIL, 2007, p. 3).

Deparamos-nos com alguns documentos, que visam influenciar na formulação das políticas da educação inclusiva, por exemplo, a *Declaração Mundial de Educação para Todos* (1990, *apud* Zeppone, 2011) e a *Declaração de Salamanca* (1994).

A *Declaração Mundial de Educação para Todos* proclama que a educação é direito de todos, independentemente das diferenças, tendo em vista garantir os conhecimentos básicos necessários a uma vida em sociedade.

A *Declaração de Salamanca* aponta os princípios da educação inclusiva e apresenta sugestões e recomendações sobre um novo pensar e agir em educação especial, sempre afirmando que a escola deve ser um espaço apropriado para alunos com necessidades especiais.

O Ministério da Educação/Secretaria de Educação Especial apresenta a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, que tem como objetivo assegurar a aprendizagem e participação desses alunos.

O atendimento às pessoas com necessidades especiais passa a ser apoiado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996), que garante a educação em um sistema regular de ensino. Já os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) são referências para a educação de todo o país, que visa, de uma maneira geral, garantir a todos o direito aos conhecimentos necessários para que possam exercer a cidadania.

Os documentos voltados para o Ensino Fundamental I (1º a 5º ano) e Ensino Fundamental II (6º a 9º ano) formam a base comum para os currículos e são eixos norteadores para a revisão e elaboração da proposta curricular das escolas em geral. Já para o Ensino Médio, auxiliam na reflexão dos professores sobre suas práticas pedagógicas e são utilizados como apoio para o planejamento das aulas.

A escola se depara com a diversidade entre os alunos quando trata sobre educação para todos, e isso exige uma atenção da comunidade escolar. Buscando respaldar os professores nesse sentido, a Secretaria da Educação Fundamental, em conjunto com a de Educação Especial, produziram o documento *Adaptações Curriculares*, que compõem os PCNs.

Esse documento traz possíveis providências e recomendações a serem utilizadas pela a escola, assegurando uma educação de qualidade para todos os alunos, com diferentes necessidades, inclusive para os deficientes visuais, tratados no presente trabalho.

Esses alunos possuem uma dificuldade quanto a enxergar como os videntes. De acordo com Jackson (2002), eles não podem valer-se de fazer cálculos em papéis ou rabiscar alguns pensamentos rápidos, então desenvolvem outras habilidades por meio de seus outros sentidos: tato, olfato, audição e paladar.

Ainda segundo Jackson (2002), o desafio encontrado diante dessas diferenças é inserir esses alunos nas escolas. Dificuldade essa que vai desde a estrutura do prédio, como luminosidade das salas, recursos como máquina de Braille para a escrita e piso tátil para guiá-los, até a formação dos professores para atendê-los da forma adequada.

Levando-se em conta estes aspectos, segundo Prane (2011), por se tratar do ensino da disciplina Matemática, a forma de trabalhá-la com deficientes visuais é um desafio, uma vez que esta já possui a imagem de dificuldade em aprender e ensinar. Ele incorpora em seu trabalho a afirmação de Cerqueira e Ferreira (2000) de que a educação especial de deficientes visuais assume a maior importância da necessidade de recursos didáticos, isso devido à carência de materiais e à falta de contato da criança com a vida cotidiana.

Pensando em uma possível maneira de ensino, já que deficientes visuais aguçam mais seus outros sentidos, a Música pode ser uma alternativa. De acordo com Bona (2001, p. 2): “A música é a arte de manifestar os diversos afetos da nossa alma mediante o som.”.

Segundo Moratori (2012) a música contribui para a educação, colaborando para o desenvolvimento cognitivo, pois por meio dela pode-se imaginar e conhecer lugares e fatos desconhecidos, estimulando assim o aprendizado.

De acordo com Bona (2001), a música é composta por alguns elementos que auxiliam nesse processo. São eles: a melodia, a harmonia e o ritmo. A melodia é a

sequência das notas em um determinado tempo; harmonia é a combinação das notas tocadas ao mesmo tempo (são os chamados acordes); e ritmo é a combinação dos valores de cada nota. Cada nota possui um valor, e a forma como são divididos esses valores, em grupos, é o que chamamos de compasso musical. Para Pozzoli (2003, p. 10): “o compasso não é senão o agrupamento ordenado de diversos momentos, sujeito naturalmente à lei do ritmo. Estes momentos em termos musicais denominam-se tempos.”.

Motta (2004) desenvolveu um trabalho, apresentando uma proposta sobre essa nova metodologia de ensino. O pesquisador baseou-se na teoria de Henri Wallon (1994, *apud* Motta, 2004, p. 57), que acredita haver relação entre o desenvolvimento intelectual, o campo cognitivo, as habilidades motoras e as emoções. O teórico (Henri Wallon) afirma que as emoções são respostas do meio humano em que as pessoas se encontram e não do meio físico, além de serem consideradas a primeira e mais forte forma de vínculo entre os indivíduos.

O projeto Drummath, de Motta (2004), foi aplicado em 1999 no Instituto Benjamin Constant, no Rio de Janeiro, para alunos cegos do ciclo inicial do Ensino Fundamental. Desenvolveram-se atividades para o ensino de conceitos de números pares e ímpares, Mínimo Múltiplo Comum (MMC) entre números e inserção da ideia de comprimentos e distância, todas com o apoio de sons e ritmos.

Como resultado de seu trabalho, Motta (2004) concluiu que o aluno, inserido em um ambiente agradável, juntamente com sua execução motora, melhora significativamente seu processo de aprendizagem.

Martins (2010) também pesquisou sobre esse assunto e sugeriu a utilização de um software chamado MusiCALcolorido, aperfeiçoado por Lulu Healy, professora de Educação Matemática que tem interesse em elaborar maneiras inovadoras e que colabore para a educação inclusiva. A MusiCALcolorida é uma calculadora, em que cada número é representado por uma cor e um som diferente para o aluno surdo e cego, respectivamente, poder identificá-los.

O trabalho de Martins (2010) foi aplicado para estudantes cegos, já concluintes da Educação Básica da AdeviG (Associação de Deficientes Visuais de Guarulhos), e alunos com baixa visão e também cegos do Ensino Fundamental II do Instituto Padre Chico. A atividade desenvolvida foi que, a partir de várias divisões

realizadas na calculadora, os alunos percebessem a classificação dos resultados por meio dos sons emitidos.

Por fim, Martins (2010) concluiu que a pesquisa apresentou bons resultados sobre a percepção sonora dos alunos, que facilitaram a aprendizagem sobre as frações, os números racionais.

De acordo com Fernandes (2008), os professores deparam-se com a carência de recursos e materiais voltados para o assunto inclusão de deficientes visuais. Afirmou isso em sua pesquisa, cujo objetivo foi analisar a aprendizagem desses alunos, inseridos em classes regulares na Escola Estadual Caetano de Campos, quando os objetos de estudo eram matemáticos.

Pensando nessa dificuldade e nos trabalhos já desenvolvidos, pretende-se sugerir uma aplicação de uma metodologia a partir de ritmos e sons, dos projetos estudados, que relacione a criatividade e as sensações com conceitos matemáticos.

2 EDUCAÇÃO INCLUSIVA

Segundo a Secretaria de Educação Especial do Ministério da Educação e do Desporto (BRASIL, 1998, p. 26), a deficiência visual é a redução ou perda da capacidade de ver, e é manifestada como:

- **Cegueira:** perda da visão, em ambos os olhos. Do ponto de vista educacional, o indivíduo necessita do método Braille para leitura e escrita, além de recursos especiais;
- **Visão Reduzida:** acuidade visual baixa. Sob o ponto de vista educacional, o indivíduo consegue ler impressos à tinta, desde que sejam utilizados recursos didáticos e equipamentos específicos.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) (*apud* Schreiber, 2010, p. 64) classifica alguém com baixa visão como o indivíduo com funcionamento visual deficiente mesmo após tratamento, que não possui percepção da luz, ou tem um campo visual pequeno.

É de conhecimento de todos, que pessoas com deficiência precisam de um ambiente que atendam suas diferenças. Segundo o Plano Nacional de Educação (2001, *apud* Schreiber, 2010, p. 64), faz-se necessário o reconhecimento de tal pessoa como membro da sociedade, possuidora de direito à escola que deve oferecer apoio de recursos pedagógicos e metodológicos educacionais específicos colaborando para o processo de inclusão.

As adaptações curriculares são realizadas em três níveis:

- No âmbito do projeto pedagógico (currículo escolar);
- No currículo desenvolvido na sala de aula;
- No nível individual.

De acordo com os PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais: Adaptações Curriculares) (1998), essas adaptações buscam atender às deficiências encontradas pelos alunos, para que eles tenham acesso ao programa das escolas, de forma igualitária, considerando a individualidade de cada um.

O primeiro nível, relacionado ao projeto pedagógico, focaliza a organização escolar e os serviços de apoio. As adaptações curriculares envolvem a equipe da escola para realizar a avaliação, identificação das necessidades e providenciar ferramentas para o professor e o aluno, caso esse precise de uma programação específica (PCN, 1998, p. 41).

O segundo, que trata sobre o currículo em sala de aula, destaca o modo de agir, a organização dos conteúdos curriculares e a coordenação das atividades docentes para favorecer a aprendizagem. As adaptações no nível da sala de aula visam à participação do aluno, quando inserido em um ambiente regular (PCN, 1998, p. 42).

Já o de nível individual focaliza a atuação do professor na avaliação e atendimento ao aluno. Cabe ao professor definir o nível de competência curricular de cada aluno, individualmente, e identificar os fatores que interferem em seu processo de ensino e aprendizagem (PCN, 1998, p. 43).

De acordo com Gil (2000, p. 16): “Ao abrir as suas portas igualmente para os que enxergam e os que não enxergam, a escola deixa de reproduzir a separação entre deficientes e não deficientes que há na sociedade”.

Historicamente, a educação pública do Brasil é recente. De acordo com a Cartilha 4 do Projeto Escola Viva (MEC, 2000), durante o período colonial, a educação se restringia aos jesuítas até o século XVIII. No início do século XIX, a primeira Constituição brasileira manifestou o interesse pela educação de todos os cidadãos, porém estes faziam parte da elite, ou seja, era pública, mas não no sentido real, o qual a população, de maneira geral, tivesse acesso, quanto mais pessoas com alguma deficiência.

O atendimento aos deficientes no Brasil teve início com a criação do Imperial Instituto dos Meninos Cegos, em 1854, hoje conhecido como Instituto Benjamin Constant, e o Instituto dos Surdos Mudos, em 1857, hoje Instituto Nacional da Educação dos Surdos. Essa preocupação que foi surgindo devido às diferenças, fez com que novas leis e medidas fossem tomadas para atender quem precisasse.

Segundo MEC (2007)¹, em 1961 o assunto educação das pessoas com deficiência começou a ser discutido e fundamentado pela Lei de Diretrizes e Bases

¹ Disponível em: < http://peei.mec.gov.br/arquivos/politica_nacional_educacao_especial.pdf >.

da Educação Nacional nº 4.024/61, que garante às pessoas com deficiência uma educação do sistema regular de ensino.

Fundado pelo MEC em 1973, o Centro Nacional de Educação Especial – CENESP impulsionou medidas educacionais para o atendimento da educação especial, implantando secretarias que administrassem recursos financeiros investidos para atender os alunos com alguma deficiência, que até então não tinham respaldo do governo. Porém, mesmo com o CENESP, esses alunos continuavam isolados, pois o governo não havia se dedicado por completo a esse ensino (Jannuzzi, 2004, *apud* Lima; Mendes, p. 4).

Na década de 1990, com o Programa Educação para Todos e a Declaração de Salamanca, o Brasil começou a discutir sobre a temática da educação inclusiva. O Programa Educação para Todos oferece o acesso à escolaridade, ao saber e ao processo de produção, dando a cada um a resposta de sua peculiaridade individual.

A Declaração de Salamanca, escrita em Junho de 1994, reafirma o compromisso da Educação para Todos, sabendo das necessidades educativas especiais no sistema regular e traz as recomendações para atender a essas necessidades (MEC, 2000, p. 9).

Segundo esta Declaração, acredita-se e proclama-se que:

Cada criança tem o direito fundamental à educação e deve ter a oportunidade de conseguir e manter um nível aceitável de aprendizagem;

Cada criança tem características, interesses, capacidades e necessidades de aprendizagem que lhe são próprias;

Os sistemas de educação devem ser planejados e os programas educativos implementados tendo em vista a vasta diversidade destas características e necessidades;

As crianças e jovens com necessidades educativas especiais devem ter acesso às escolas regulares, que a elas se devem adequar através duma pedagogia centrada na criança, capaz de ir ao encontro destas necessidades;

As escolas regulares, seguindo esta orientação inclusiva, constituem os meios mais capazes para combater as atitudes discriminatórias, criando comunidades abertas e solidárias, construindo uma sociedade inclusiva e atingindo a educação para todos; além disso, proporcionam uma educação adequada à maioria das crianças e promovem a eficiência, numa ótima relação custo-qualidade, de todo o sistema educativo (Declaração de Salamanca, 1994, p. 8 - 9).

Percebe-se que a Declaração aponta que é necessário e de direito haver uma educação integradora que conte com o apoio das escolas e professores, para que

os preconceitos existentes com relação a certas deficiências sejam eliminados, já que, como apresentado, é de direito de toda pessoa portadora de deficiência ter o respaldo de documentos e leis, e da própria escola, para garantir uma educação eficaz.

Também em 1994 foi publicada a Política Nacional de Educação Especial que corrobora para o acesso daqueles que possuem qualquer condição um pouco mais limitada às classes comuns no ensino regular, buscando padronizar o ensino e aprendizagem.

Segundo MEC (2007), em 1999 foi promulgada, pelo Decreto nº 3.956/2001, a Convenção de Guatemala que também reforça que todas as pessoas com deficiência possuem os mesmos direitos que as demais. Esse Decreto procura eliminar os obstáculos encontrados na educação especial.

A ONU aprovou, em 2006, a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência que garante que o Brasil, além de outros países, assegure a educação inclusiva em todos os níveis de escolaridade, buscando a participação plena desses alunos para que não sejam excluídos e tenham um ensino de qualidade e igualdade (MEC, 2007, p. 4).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (1998), a prioridade é a atenção à diversidade da comunidade escolar e a realização de adaptações que atendam necessidades particulares de aprendizagem, levando em conta os conhecimentos, interesses e motivações desses alunos.

Nesse documento aparecem algumas sugestões de recursos de acesso ao currículo para alunos com deficiência visual:

- Materiais desportivos adaptados: bola de guizo e outros;
- Sistema alternativo de comunicação adaptado às possibilidades do aluno: sistema braille, tipos escritos ampliados;
- Textos escritos com outros elementos (ilustrações táteis) para melhorar a compreensão;
- Posicionamento do aluno na sala de aula de modo que favoreça sua possibilidade de ouvir o professor;
- Deslocamento do aluno na sala de aula para obter materiais ou informações, facilitado pela disposição do mobiliário;
- Explicações verbais sobre todo o material apresentado em aula, de maneira visual;
- Boa postura do aluno, evitando-se os maneirismos comumente exibidos pelos que são cegos;
- Adaptação de materiais escritos de uso comum: tamanho das letras, relevo, softwares educativos em tipo ampliado, textura modificada, etc.;
- Máquina braille, reglete, sorobã, bengala longa, livro falado etc.;

- Organização espacial para facilitar a mobilidade e evitar acidentes: colocação de extintores de incêndio em posição mais alta, pistas olfativas para orientar na localização de ambientes, espaço entre as carteiras para facilitar o deslocamento, corrimão nas escadas, etc.;
- Material didático e de avaliação em tipo ampliado para os alunos com baixa visão e em braille e relevo para os cegos;
- Braille para alunos e professores videntes que desejarem conhecer o referido sistema;
- Materiais de ensino-aprendizagem de uso comum: pranchas ou presilhas para não deslizar o papel, lupas, computador com sintetizador de vozes e periféricos adaptados etc.;
- Recursos ópticos;
- Apoio físico, verbal e instrucional para viabilizar a orientação e mobilidade, visando à locomoção independente do aluno (PCN, 1998, p. 45 - 46).

Percebe-se que a inclusão escolar de um aluno deficiente visual depende do apoio e adequação da equipe pedagógica, e que um professor motivado, bem preparado e criativo, que acredita na capacidade desse aluno, colabora para uma educação inclusiva.

Para que isso ocorra, medidas devem ser tomadas em relação às práticas pedagógicas, fatores sociais e culturais do aluno com deficiência e adequação de recursos voltados a eles. Pensando na Matemática, em que sempre há a necessidade de buscar algo concreto para facilitar o ensino e aprendizagem, para os cegos isso é de extrema necessidade, pois o tato, a audição e as sensações são muito importantes e, dessa forma, eles se sentirão inseridos na escola.

Conforme Soares e Carvalho (2012) trazem em sua obra, *O Professor e o Aluno com Deficiência*, a LDB n.9.394/96 garante currículo, métodos, técnicas, recursos e organização para estes alunos, além de determinar a necessidade de professores especializados e capacitados para os mesmos.

Para isso, a Resolução n.2/2001 do Conselho Nacional de Educação define alguns valores que a rede educacional deve ter:

- I – perceber as necessidades educacionais especiais dos alunos e valorizar a educação inclusiva;
- II – flexibilizar a ação pedagógica nas diferentes áreas de conhecimento de modo adequado às necessidades especiais de aprendizagem;
- III – avaliar continuamente a eficácia do processo educativo para o atendimento de necessidades educacionais especiais;
- IV – atuar em equipe, inclusive com professores especializados em educação especial (Brasil, CNE, 2001, artigo 18, § 1º).

Um dos serviços da Educação Especial é o Atendimento Educacional Especializado (AEE) (2009), que, de acordo com o MEC (2010, p. 48), identifica, cria e organiza recursos e projetos que atendam os alunos que possuem qualquer deficiência para que as barreiras encontradas sejam eliminadas, obtendo assim a inserção de todos nas salas de aula.

De acordo com Martins (2010, p. 17 - 18), os professores se deparam com alunos de inclusão, e por conta disso, sentem a necessidade de saber lidar com eles, mas muitas vezes falta orientação. Souza (2005, p. 13 - 15) traz os cuidados que se deve ter com esses alunos, por exemplo, com o de baixa visão, deve se atentar ao comportamento visual, o quanto ele enxerga, a que distância e luminosidade. Já com o cego, que há perda total de visão, encorajá-los a movimentar-se seguindo seus outros sentidos, por exemplo, a audição e o tato.

Em 2003 o MEC implementou o Programa Educação Inclusiva que promove o processo de formação de educadores e gestores para a garantia da educação inclusiva.

Outro plano desenvolvido para atingir o objetivo de formar profissionais especialistas nessa forma de ensino foi o Plano de Desenvolvimento da Educação – PDE, lançado em 2007. Esse programa visa também à implantação de salas com recursos especiais e a estrutura da escola na parte arquitetônica.

Percebem-se, resumidamente, os marcos históricos por meio da seguinte linha do tempo:

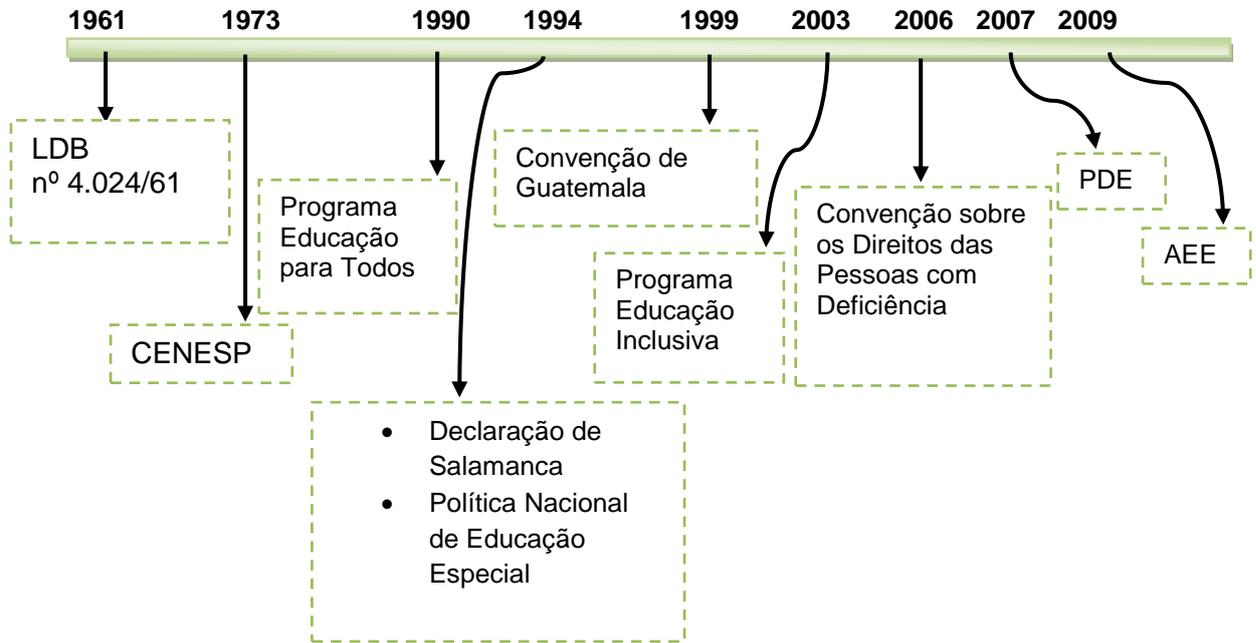


Figura 2.1 - Linha do tempo.
Fonte: Própria.

Anualmente todas as escolas passam pelo Censo Escolar, um levantamento de dados estatísticos realizado pelo Inep (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais). Essa coleta traz indicadores como: acesso à educação básica, educação especializada, matrícula de alunos com necessidades especiais, formação docente capacitada, dentre outros.

O Censo (2013) registrou uma evolução no número de matrículas de alunos especiais desde 1998 até 2013. Em 1998 o indicador marcava 337.326 no total, sendo 43.923 ingressantes em classes comuns do ensino regular e o restante, 293.403, em escolas especializadas. Enquanto que em 2013, o mesmo indicava 843.342 no total, 648.921 em classes regulares e 194.421 em especiais, conforme o gráfico a seguir:

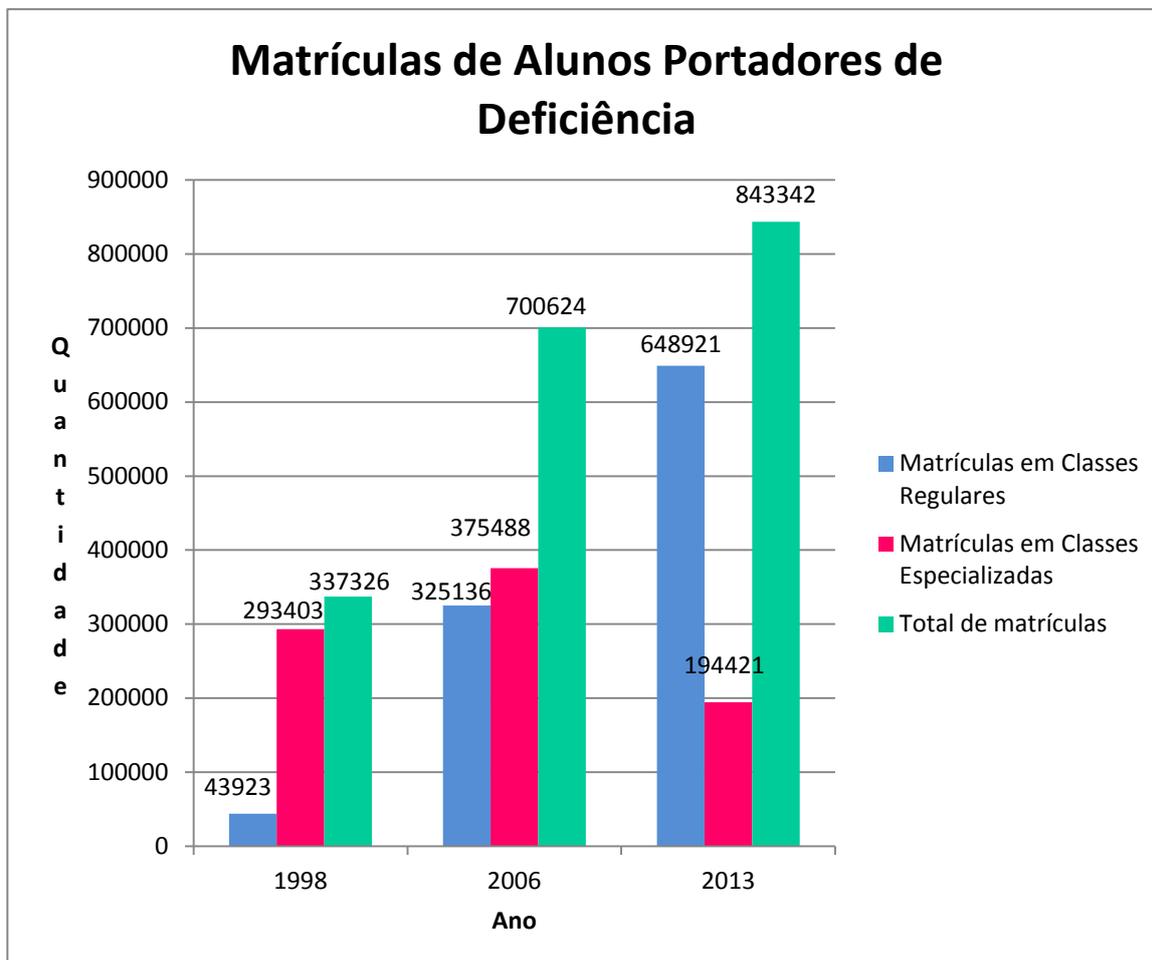


Figura 2.2 - Quantidade de Matrículas nos anos 1998, 2006 e 2013.
Fonte: Própria.

Pelo gráfico pode-se perceber que há um crescimento no total de matrículas, de 337.326 em 1998 para 843.342 em 2013, expressando uma evolução de 150%. Há também uma ascensão significativa no ingresso em classes regulares de 1.377,41%, passando de 43.923 em 1998 para 648.921 em 2013.

Já no ingresso em classes especializadas houve uma queda nesse mesmo período de 33,74%, de 293.403 em 1998 para 194.421 em 2013. Esse dado indica que a exclusão está diminuindo e cada vez mais o aluno com deficiência está sendo inserido nas escolas de forma igualitária.

É importante que haja essa busca pela inclusão para romper o conceito que muitos têm sobre a deficiência. O próprio MEC (2001), em seu Programa de Capacitação de Recursos Humanos, traz o depoimento de uma pessoa anônima que perdeu a visão e afirma que os deficientes visuais não podem ser vistos como

coitados, é preciso que ultrapassem o preconceito presente e mostrem que, mesmo tendo uma limitação, possuem capacidade para serem inseridos.

De acordo com Schreiber (2010, p. 70), uma criança com pouca estimulação e variação de brincadeiras e situações de interações, tem grande possibilidade de desenvolver maneirismos que podem impedir que ela consiga se interessar por outras coisas, isolando-se do meio. Relacionando essa reflexão com as crianças com deficiência, em particular deficientes visuais, é necessário estimulá-las e trazer materiais que as insiram no âmbito educacional.

O deficiente visual aprende o Braille, mas para a Matemática, são utilizados, muitas vezes, materiais concretos, que facilitam as noções de classificação, forma e tamanho e relações espaciais. Alguns materiais didáticos possíveis são: soroban; multiplano; material dourado e disco de frações.

O soroban é um ábaco chinês, uma caixa com varetas e contas, que auxilia no aprendizado das quatro operações básicas: adição, subtração, multiplicação e divisão.

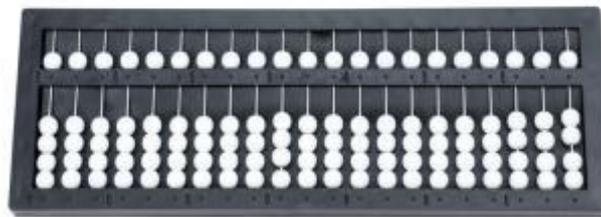


Figura 2.3 – Soroban.

Fonte: <<http://www.uern.br/graduacao/dain>>.

No soroban, a conta isolada acima tem valor de cinco unidades, e cada conta da parte de baixo representa uma unidade.

O multiplano é uma placa com furos em linhas e colunas, igualmente espaçados. Os alunos utilizam pinos e elásticos para formarem figuras geométricas ou, até mesmo, construírem gráficos de funções.

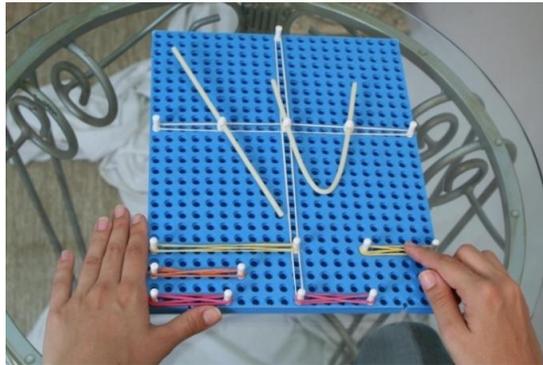


Figura 2.4 – Multiplano.

Fonte: <<http://assistiva.mct.gov.br/catalogo/>>.

O material dourado auxilia na aprendizagem do sistema de numeração. Possui cubos de uma unidade, barras de dez, placas de cem e um cubo maior de mil.



Figura 2.5 – Material Dourado.

Fonte: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/>>.

Já o disco de frações é um material para trabalhar as próprias frações, suas representações e divisões.



Figura 2.6 – Disco de Frações.

Fonte: <<http://www.chueiri.com.br/outros/>>.

Atualmente, com o avanço tecnológico, são usadas novas ferramentas e diferentes abordagens pedagógicas. Estes recursos possibilitam a aprendizagem e inserção dos alunos no mundo matemático. Alguns exemplos são: softwares; circuito fechado de televisão e livro falado.

Com relação aos softwares, encontram-se: DOSVOX, VIRTUAL VISION e JAWS. Os três possuem a mesma finalidade, são leitores de tela do computador que, por meio da síntese de voz, comunicam-se com os deficientes visuais.

O circuito de televisão fechado é um aparelho acoplado à televisão que configura a imagem para facilitar a leitura dos que possuem baixa acuidade visual. Amplia as letras e modifica brilho e contraste do material impresso. Os livros falados são gravações feitas em fita dos próprios livros didáticos e de leituras complementares.

Todos esses materiais são ferramentas facilitadoras do processo de ensino e aprendizagem do aluno, oferecendo uma maior independência.

Um material fornecido pelo Atendimento Educacional Especializado (AEE) é uma coleção dedicada aos professores de alunos com deficiência. O volume para deficientes visuais traz alguns recursos que podem ser utilizados, ópticos e não ópticos. Os recursos ópticos são destinados à ampliação da visão, para longe e perto. E dentre os não ópticos, tem-se o plano inclinado, software com síntese de voz e o circuito fechado de TV.

Cerqueira e Ferreira (2000, p. 24, *apud* Prane, 2011, p. 4) afirmam que a educação especial de pessoas deficientes visuais é a que mais necessita de recursos didáticos, levando em conta a carência de materiais adequados que atendam suas particularidades e do aprender pelo concreto dos alunos, já que eles necessitam explorar seus outros sentidos como o tato e audição.

Em sua pesquisa, Prane (2011) estuda algumas práticas desenvolvidas em sala de aula com alunos com deficiência visual, utilizando ferramentas como o multiplano e analisando as dificuldades encontradas. Ele conclui que mesmo sendo uma tarefa difícil, se os professores forem investigadores, no sentido de buscar uma solução satisfatória para esse desafio, colaborarão para novas formas de ensino, pois pessoas com deficiência ou não, todos são capazes de atingir o mesmo objetivo de aprender, tudo é uma questão de adaptar os materiais.

Souza (2005) fez um estudo sobre o ensino da Matemática para educandos cegos, questionando professores e alunos sobre o processo de inclusão. Ela afirma que é de fácil percepção a dificuldade desse assunto, já que o professor tem que trabalhar sem a devida formação e suporte, na maioria das vezes.

[...] o governo não está investindo ou repassando o suficiente para a educação e, além disso, está dando ao professor a grande responsabilidade de educar crianças cegas sem formação ou conhecimento suficiente nessa área. E as escolas, como ficam nessa situação? O professor encontra maneiras para ensinar esses alunos, mas as escolas não têm estrutura nenhuma para a adaptação dessas crianças especiais. E daí? Onde está a verdadeira inclusão social? (SOUZA, 2005, p. 57).

Por meio de seu trabalho e pesquisa, Souza (2005) conclui que os profissionais não possuem a devida capacitação para atender a essa necessidade de como trabalhar a Matemática com alunos com deficiência, sabendo quantas e de quais maneiras podem educar um deficiente visual, tomando cuidado com a fala. Como a própria pesquisadora adverte: “não basta dizer: ‘Isso é um quadrado’, se a criança não sabe o que é nem que forma tem essa figura.” (SOUZA, 2005, p. 48).

Ela afirma então a necessidade de adaptação de materiais e de encontrar melhores maneiras de trabalhar Matemática, havendo um incentivo de toda a escola e governo.

Dessa maneira percebe-se que lutar por uma educação inclusiva depende de um movimento geral nos mais diversos âmbitos, sejam eles, familiares, educacionais ou políticos. Pensar em uma educação de acesso para todos exige atenção e incentivo por parte das escolas e professores que tenham essa conscientização e formação.

Nesse primeiro momento da pesquisa, foram citados leis e documentos que respaldam as pessoas com deficiência, dentre eles os deficientes visuais, e que auxiliam para seu processo de ensino e aprendizagem. Além disso, indicamos possíveis recursos e medidas que corroboram para a inserção desses alunos nas escolas. Nos subtópicos a seguir serão apresentadas algumas instituições de ensino que atendem a esse público e também alguns matemáticos, possuidores de tal deficiência, que se destacaram na área.

2.1. Instituições

Existem algumas escolas e instituições que têm a preocupação em atender os deficientes visuais.

Na cidade do Rio de Janeiro foi fundado, em 1854, o Imperial Instituto dos Meninos Cegos, hoje conhecido como Instituto Benjamin Constant, cujo objetivo é

educar e capacitar profissionais deficientes visuais, oferecendo reabilitação e mostrando que isso é possível e não utópico.

Em São Paulo, no bairro do Ipiranga, há uma instituição de ensino, o Instituto de Cegos Padre Chico, desde 1927, cujo objetivo é educar e dar assistência ao deficiente visual. É uma escola toda estruturada para atendê-los, com objetos especiais e pisos diferentes para que, através do tato, os alunos percebam a mudança de ambiente, cordas presas entre colunas do pátio para guiá-los, tudo isso para dar independência a eles. Os alunos dessa escola têm aulas de Escrita e Leitura Braille; Atividade da Vida Autônoma, aulas teóricas e práticas que visam à independência dos deficientes visuais; Informática; Educação Física; Artes e Musicografia Braille.

De acordo com o próprio Instituto, a Música tem a finalidade de aperfeiçoar a relação entre aluno e mundo, colabora na concentração e postura, além de proporcionar alegria. A professora de teclado e piano do Instituto, Neusely Strolls, afirmou, em uma entrevista para a *Escola de Ensino Fundamental do Instituto de Cegos Padre Chico* (2012), que seu trabalho é muito mais do que ensinar, é aprender com cada aluno.

Também em São Paulo, em 1946 registrou-se a chamada Fundação para o Livro do Cego no Brasil, cujo objetivo a princípio era a produção de livros em braille. Com o passar dos anos, passou a ser chamada de Fundação Dorina Nowill, em homenagem a deficiente visual Dorina de Gouvêa Nowill que sempre procurou recursos e meios de aprendizagem para ela e outros possuidores da mesma deficiência, sendo assim, além dos livros oferece serviços especializados.

Na cidade de Londrina, sul do Brasil, foi fundado em 1965 o Instituto Londrinense de Instrução e Trabalho para Cegos (ILITC), cuja filosofia é a formação dos deficientes visuais enquanto cidadãos e profissionais.

Essa instituição busca proporcionar a integração dessas pessoas no meio social, desenvolvendo o conhecimento e a confiança em suas capacidades. Além de oferecer programas educacionais e criar oficinas para auxiliar a aprendizagem.

No bairro Vila Mariana, São Paulo, também se encontra, desde 1978, a Associação de Deficientes Visuais e Amigos (ADEVA), fundada por um grupo de amigos que buscavam leis para amparar os deficientes visuais. Com o passar dos

anos, a ADEVA passou a oferecer cursos de Informática, Braille, Mobilidade, Técnico em Manutenção de Micros, sempre preparando seus alunos para o pleno exercício de cidadania.

O objetivo dessa Associação é integrar essas pessoas no mercado de trabalho, com base na Lei nº 8.213, de 1991, Art. 93, que garante que empresas com cem ou mais empregados deve preencher de 2% a 5% de suas vagas para portadores de alguma necessidade especial.

Em 1982, na cidade de Itu, foi fundada a Associação Ituana de Assistência aos Deficientes Visuais (AIADV), uma entidade sem fins lucrativos que busca assistir a pessoas com deficiência visual oferecendo aulas de Orientação e Mobilidade, Terapia Ocupacional, Psicologia e cursos em Braille.

Desde 1991, na cidade de São Paulo, no bairro da Pompéia, foi fundado o Instituto Laramara pelo casal Mara e Victor Siaulys que buscavam encontrar soluções para sua própria filha, Lara, deficiente visual.

A mãe de Lara era professora de Geografia e depois cursou Pedagogia e Habilitação em Deficiência Visual, sempre para colaborar com serviços especializados, não apenas para atender individualmente a criança e sim sua educação e inclusão social. Enquanto isso, o pai, Victor, passou a ser o administrador das dificuldades encontradas na instituição. Laramara tem como objetivo a interação sociocultural do deficiente visual e o compartilhamento com outras famílias sua própria experiência, obstáculos e possíveis soluções.

Em 2008, Mizael Conrado de Oliveira concedeu uma entrevista ao jornal Profissão Repórter da Rede Globo², contando um pouco de sua história. Cego aos 13 anos, devido a um descolamento de retina, ele foi estudar no Instituto Padre Chico. Ao chegar, não tinha mais esperança de poder jogar futebol, mas se surpreendeu ao ouvir outros com a mesma deficiência jogando, graças ao guizo (chocalho) dentro da bola. Foi nesse momento que Mizael encontrou novamente a vontade de batalhar pelas suas vontades, tornando-se hoje, advogado e bicampeão paraolímpico de futebol, ultrapassando assim a barreira que a vida colocou para ele.

Existem outras instituições que oferecem serviços especializados, porém o que se percebe é a possibilidade de inserir esse aluno com igualdade no mesmo meio sociocultural do não portador de necessidade.

² Disponível em: <<http://g1.globo.com/platb/programaprofissaoreporter/2008/10/20/a-ausencia-da-visao/>>.

2.2. Matemáticos com Deficiência Visual

Por ser uma disciplina abstrata e que às vezes exige noção de forma de objetos, a Matemática se mostra difícil de imaginar sendo estudada por pessoas que não enxergam, mas muitos matemáticos deficientes visuais tiveram destaque.

Jackson (2002) traz em seu artigo: *The World of Blind Mathematicians* (O Mundo dos Matemáticos Cegos), alguns matemáticos que fizeram e que ainda fazem parte da história.

O matemático Nicholas Saunderson (1682 – 1739), inglês, ficou cego em seu primeiro ano de vida devido à catapora. Por causa da falta de material na época para seus estudos, sua educação foi dada em casa com a ajuda de seus pais e amigos, que por perceberem sua genialidade matemática o incentivaram a ir para uma universidade. Estudou em Cambridge e se tornou, alguns anos depois, Professor Lucasiano.

De acordo com Jackson (2002), Saunderson estudava probabilidade e estatística, porém seu principal trabalho foi baseado em seu método chamado “palpable arithmetic”, uma aritmética palpável, concreta, que se assemelha ao ábaco e ao multiplano.



Figura 2.7 – Nicholas Saunderson.

Fonte: <<http://apprendre-math.info>>.

Leonhard Euler (1707 – 1783), matemático suíço, ficou cego em seus últimos dezessete anos de vida devido a um problema de vista cansada. Mesmo com essa dificuldade, foi nessa época que ele, com a ajuda de seus filhos e conhecidos, produziu muitos trabalhos.

Seus estudos de funções analíticas de variáveis complexas; de integrais e equações diferenciais; de óptica em Física, que trabalhou questões como ondulações e emissões de luz; dentre outros, foram publicados nessa época.



Figura 2.8 – Leonhard Euler.

Fonte: <<http://www.brailleworks.com>>.

Lev Semenovich Pontryagin (1908 – 1988), nascido na Rússia, perdeu a visão aos quatorze anos de idade devido a um acidente. Com isso, sua mãe tomou conta de sua educação, e mesmo sem conhecer Matemática, lia trabalhos para seu filho e buscava encontrar meios de se referir à simbologia, como intersecção de conjuntos em que chamava de “tails down”, rabinhos para baixo. Seus principais estudos foram voltados para a área de Topologia Matemática, assim como outro matemático cego, o francês Louis Antoine (1888 – 1971).

Emmanuel Giroux, cego desde os onze anos, trabalhou com geometria, pois para ele é uma área da Matemática de puro raciocínio, que conseguimos armazenar as informações e passagens de resolução na mente. Diferente de Noberto Salinas, Vitushkin e Lawrence Baggett que estudaram Análise Complexa, por terem maior facilidade em visualizar esse assunto em suas mentes.

A princípio pode parecer estranho, por ser algo abstrato, mas como Jackson (2002, p. 1250) traz um depoimento de Baggett que conta que durante uma palestra que assistiu na Polônia, as luzes se apagaram e mesmo assim o palestrante continuou, e o público acompanhou sem precisar ver na lousa o que estava sendo discutido. Isso, para o matemático, mostra que é possível visualizar em nossas mentes esse assunto.



Figura 2.9 – Lawrence Baggett.
Fonte: Jackson (2002).

Bernard Morin, nascido na França em 1931, perdeu a visão aos seis anos de idade devido a um glaucoma, doença causada por uma alta pressão ocular. Ele é mundialmente conhecido por mostrar como virar uma esfera ao avesso sem cortá-la. Seus estudos sobre essa inversão começaram em meados de 1960, em que fez modelos em gesso de cada estágio desse processo, para que os videntes pudessem ver o que ele via com sua mente.

Segundo Jackson (2002), para Morin existem dois tipos de imaginação matemática: *time-like* e *space-like*. A primeira é quando há o processamento de informações, dado passo a passo, em longos cálculos; enquanto a segunda é a informação como um todo, ela é compreendida de uma única vez.

Por ele ter dificuldade com os cálculos, desenvolveu a habilidade da imaginação espacial. Segundo Morin (*apud* Jackson, 2002, p. 1248):

Nossa imaginação espacial é construída pela manipulação de objetos. Você sente os objetos com as mãos e não com os olhos. Então, estar do lado de fora ou de dentro, é algo que, realmente, está relacionado com suas ações sobre os objetos (tradução própria)³.

De acordo com Jackson (2002), Morin acredita, até os dias de hoje, que o que facilita a aprendizagem é o fato de manipular os objetos, que analisar com as mãos faz com que a lembrança fique guardada por muitos anos na mente.

³ “Our spatial imagination is framed by manipulating objects. You act on objects with your hands, not with your eyes. So being outside or inside is something that is really connected with your actions on objects.”



Figura 2.10 – Bernard Morin e a inversão da esfera.
Fonte: <<http://www.math.uiuc.edu>>.

Jackson (2002) conclui o artigo afirmando que a Matemática é mais acessível aos deficientes visuais, tanto porque exige menos leitura, quanto porque a escrita matemática é mais compacta em relação às outras. Além de tais pessoas possuírem maior afinidade com a abstração.

Paulo Tadeu Meira e Silva de Oliveira, doutor em Estatística no IME-USP, possui deficiência visual. Em abril deste ano, 2014, apresentou o seminário: *Pessoas com Deficiência: o que encontramos por trás da inclusão*, em que falou sobre deficiências de uma maneira geral e dados estatísticos sobre a inclusão das mesmas no mercado de trabalho.

O palestrante contou que, quando novo, foi ao médico e ninguém acreditava que ele se desenvolveria muito, e hoje, afirma ser um outlier, alguém que se destaca dentre outras pessoas. Mesmo tendo uma deficiência, faz parte de uma pequena parcela que se sobressai na Matemática.



Figura 2.11 – Paulo Tadeu Meira e Silva de Oliveira.
Fonte: <<http://www.livroacessivel.org>>.

O fato é que é perceptível que essa deficiência não impede um indivíduo de alcançar notáveis resultados intelectuais, até mesmo na área de Matemática.

No capítulo seguinte, será apresentada a relação da Matemática com a Música e como essa pode colaborar no processo educacional.

3 A RELAÇÃO MÚSICA E MATEMÁTICA

A Música é uma área que normalmente nos remete à lembrança algo agradável e pode ser utilizada para trabalhar com alunos que sejam deficientes visuais, já que um dos sentidos em que eles se apoiam é o da audição. Além disso, tem relação com conceitos matemáticos, como por exemplo, as frações como veremos a seguir.

Para Bona (2001, p. 2), “A Música é a arte de manifestar os diversos afetos da nossa alma mediante o som.”. O som é a combinação entre: (i) frequência, uma grandeza que indica o número de oscilações de um evento em um determinado intervalo de tempo; (ii) intensidade, a amplitude sonora; e, (iii) timbre, uma característica sonora que distingue os instrumentos.

De acordo com Bona (2001), a Música é dividida em três partes: melodia, harmonia e ritmo. A primeira é a combinação entre os sons, as notas musicais propriamente ditas, tocados em sequência. A harmonia é o som das notas tocadas simultaneamente, são os chamados acordes musicais. Já o ritmo refere-se à divisão ordenada de tempo, a combinação dos valores das notas musicais, como mostra o quadro a seguir.



Figura 3.1 – Notas Musicais.

Fonte: <<http://essaseoutras.xpg.uol.com.br>>.

Uma música é escrita utilizando todos esses elementos vistos inseridos em compassos. De acordo com Pozzoli (2003, p. 10): “o compasso não é senão o agrupamento ordenado de diversos momentos, sujeitos naturalmente à lei do ritmo.”. Nesse momento, nos deparamos com conceitos matemáticos. As frações auxiliam na compreensão das escalas musicais e escrita da música.

De acordo com Bicudo (2012):

Desde Pitágoras os matemáticos se interessam por música e os músicos, por matemática. Ainda assim, poucos professores de matemática se animam a levar um instrumento para a sala de aula (BICUDO, p. 44).

De acordo com Marta e Paula (2000)⁴, Pitágoras acreditava que a música era sinônimo de elevação e purificação da alma, e um objeto de contemplação intelectual que revelava a harmonia do cosmo.

Segundo Simonato e Dias (2005), a lenda é que, em meados do século V, Pitágoras passou perto de uma oficina e ouviu um som agradável de cinco martelos batendo em uma bigorna. Pesou quatro que mais lhe agradou e percebeu que um pesava doze, outro nove, o terceiro oito e o último seis, de uma unidade desconhecida. A partir disso surgiu um instrumento chamado monocórdio (uma corda), que ao ser tocado, pressionado em posições distintas, produzia sons em alturas diferentes (grave e agudo).

Pitágoras, de acordo com Simonato e Dias (2005), percebeu e nomeou algumas dessas medidas, por exemplo, a metade da corda fazia o mesmo som da mesma solta, porém mais agudo, é a chamada oitava; pressionada a $2/3$, o tom era uma quinta mais alto; e a $3/4$ uma quarta mais alto. Esses intervalos eram conhecidos como consonâncias pitagóricas, ou seja, intervalos que soam juntos em concordância, segundo Horta (1985, p. 86), a harmonia.

Esses intervalos davam prazer e descreviam experiências sensoriais, então Pitágoras relacionou a harmonia com a beleza. Por meio da sensibilidade percebia-se a beleza da harmonia musical, o som agradável aos ouvidos. Já pela razão, os números e a relação entre eles.

⁴ Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/seminario/musica/>>.

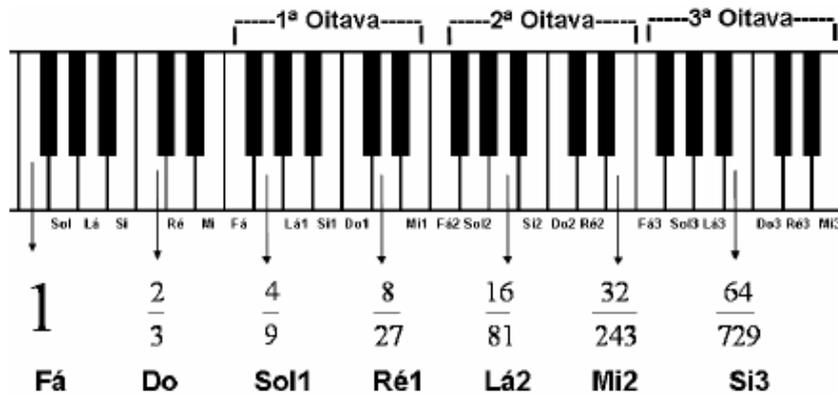


Figura 3.2 - Sequência Musical.

Fonte: Simonato; Dias (2005).

Mesmo os sons sendo agradáveis aos ouvidos, as notas pertenciam a oitavas diferentes, como mostra a figura acima, então os pitagóricos fizeram uma transposição para ordená-las em: Do, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá e Si.

Simonato e Dias (2005) trazem como essa transposição foi feita. Iniciando pela nota Do, cujo comprimento é tomado valendo um, e, como já visto, Do₁ valendo 1/2 por estar uma oitava acima, analisou-se 2/3 de Do, obtendo assim:

$$\frac{2}{3} \cdot 1 = \frac{2}{3}$$

Valor este, equivalente ao Sol, a chamada quinta (Do, Ré, Mi, Fá, Sol).

Ao pensarmos na próxima nota, 2/3 de Sol, ou sua quinta Ré₁ (Sol, Lá, Si, Do₁, Ré₁):

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} = \frac{4}{9}$$

Porém, Ré₁ está uma oitava acima de Ré, ou seja, Ré₁ é a metade de Ré, então:

$$\frac{4}{9} = \frac{1}{2} Ré \Rightarrow Ré = \frac{8}{9}$$

E assim sucessivamente, até formar a escala conhecida hoje, apresentada na figura abaixo:

	Do	Ré	Mi	Fá	Sol	Lá	Si	Do1
Razão a partir de Do	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{1}{2}$
Razão intervalar resultante		$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{128}{243}$

Figura 3.3 – Primeira Escala Musical.
Fonte: Simonato; Dias (2005).

Antonio José Lopes, apresentador da videoaula *Matemática em Toda Parte na Música* (2012), da TV Escola⁵, traz entrevistas com professores de Música, na cidade de Piracicaba. O professor Pedro Gobeth fala sobre o estudo dos sons feito por Pitágoras, citado acima, e ainda afirma que em suas aulas utiliza a Matemática para trabalhar, por exemplo, marcação de tempo.

O professor Pedro Paulo Salles, também entrevistado, mostra essa mesma aplicação da Matemática em escolas de samba, em que os sambistas pensam em encaixes de diferentes ritmos como frações.

O engenheiro eletrônico, Miguel Ratton, formado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), afirma, em uma entrevista⁶ concedida à Rede Globo em 2012, que a escala musical foi construída matematicamente, dividida de maneira que permitisse a transposição de tonalidades e modulações agradáveis ao ouvido. Ao ser questionado sobre assuntos matemáticos tratados em Música, sua resposta foi:

A música pode ser usada para ilustrar alguns conceitos matemáticos. As figuras de tempo (duração) das notas, por exemplo, são frações de compasso do tipo $1/2$, $1/4$, $1/8$, etc. A altura (afinação) das notas é estabelecida por uma relação exponencial, do tipo "2 elevado a $x/12$ ", onde x é a distância de uma nota a outra. A nossa percepção de intensidade dos sons se dá de forma exponencial e por isto medimos intensidade usando uma escala logarítmica (decibel). Já a teoria dos conjuntos poderia ser usada para distinguir alguns harmônicos (frequências múltiplas inteiras) de uma nota que também estão presentes em outra nota (RATTON, 2012).

⁵ Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=yZBLrAByy_w>.

⁶ Disponível em: <<http://redeglobo.globo.com/globoeducacao/noticia/2012/04/influencia-da-matematica-na-musica.html>>.

Por meio de seu depoimento fica claro notar que vários tópicos da Música, sejam notas musicais e frequência, ou sons e tons, possuem relação com a Matemática. Ele termina afirmando que acredita que a Música possa ilustrar e tornar mais divertidas disciplinas como Matemática e Física.

O professor de Matemática, Leonardo Yokoyama (2013), busca contextualizar sua disciplina, mostrando a presença dela no cotidiano, um dos exemplos é a aplicabilidade da Matemática na Música e vice-versa. Para ele, ritmo nada mais é do que contar tempo, operar com frações, para que o encaixe seja perfeito e o som agradável aos ouvidos.

De acordo com o matemático alemão Leibniz (*apud* Bicudo, 2012, p. 49): “A Música é o prazer que a alma humana experimenta quando conta sem perceber que está contando”.

Alguns estudos feitos por cientistas afirmam que a Matemática e a Música são disciplinas fundamentais e que proporcionam alegria para nós, seres humanos, além de serem importantes. Segundo o professor Manil Suri, citado em um artigo do jornal New York Times (2013, *apud* Brady, 2013), a Matemática é necessária, ao menos em algum momento, nem que seja para ordenar algum objeto. Como exemplo, há a sugestão de que se visualizem vários polígonos regulares, com números de lados aumentando (hexágono, octógono, decágono, dentre outros), e ele conclui:

Com o tempo, os lados se encolhem tanto que os cantos começam a se achatar e o perímetro começa a ser visto como curvo e então você verá: o que emerge é um círculo. Só que o polígono nunca pode realmente se transformar em círculo. Essa compreensão é prazerosa. Ela ativa nossos centros cerebrais de prazer (SURI, 2013 *apud* BRADY, 2013).

A mesma reportagem apresenta o estudo dos neurocientistas Robert Zattore e Valorie Salimpoor, que descobriram que a música estimula nosso cérebro. Em momentos de pico de audição, é liberada a dopamina, um neurotransmissor que é resposta de prazer.

Outro especialista citado no jornal foi Ai Kawakami, da Agência de Ciência e Tecnologia do Japão, que estudou a sensação ao ouvirmos músicas tristes, a emoção trágica, de acordo com ele:

Quando ouvimos música triste (ou assistimos a um filme triste ou lemos um romance triste), não corremos o risco de entristecer; vivemos emoções de segunda mão. Quando choramos diante da beleza de uma música triste, vivenciamos um aspecto profundo de nosso eu emocional que pode conter insights sobre o significado e sentido da experiência artística e também sobre nós mesmos, como humanos (KAWAKAMI, 2013 *apud* BRADY, 2013).

Refletindo sobre o assunto e pensando nos deficientes visuais, o filme *Vermelho como o Céu* (2006), obra italiana, baseado em fatos reais, traz a história de um menino que ficou cego e a vida obriga-o a aguçar seus outros sentidos.

O filme se passa em 1970 e retrata a história de Mirco Balleri, um garoto que aos dez anos de idade perde a visão por querer brincar com uma arma de seu pai. Ele foi transferido para uma escola especial, um internato em Gênova, cuja educação era limitada, pois o diretor estipulava algumas normas para as crianças. Ele afirmava que deficientes visuais deveriam trabalhar como tecelões.

No começo o menino estava revoltado com o momento pelo qual estava passando. Afinal de contas, de uma hora para outra havia deixado de enxergar. Com o tempo, Mirco foi se adaptando e inclusive ajudando seus colegas ao descrever objetos e paisagens. Por exemplo, descreveu a cor azul como o sentir do vento batendo no rosto; o marrom, o tronco de uma árvore; vermelho, o fogo e o céu em um pôr do sol.

Porém, por mais que ele estivesse tentando se acostumar com a situação, ele não aceitava, nem se conformava. Foi então que um de seus professores, para estimulá-lo, disse:

[...] algo que notei vendo os músicos tocarem. Eles fecham os olhos, sabe por quê? Para sentir a música mais intensamente, porque a música se transforma, se torna maior, as notas ficam mais intensas. Como se a música fosse uma sensação física. Você tem cinco sentidos, por que usar só um deles? (VERMELHO COMO O CÉU, 2006).

Com essa afirmação do professor, nota-se realmente a preocupação, delicadeza e o cuidado em mostrar as possibilidades que esse aluno pode ter. E ainda apresenta a relação da Música com as sensações e emoções.

Aos poucos, o menino foi desenvolvendo seus outros sentidos e como sempre gostou de cinema, começou a gravar histórias e reproduzir os sons. Balançava bandejas para imitar trovões, assoprava em garrafas para fazer o barulho do vento.

O filme trata de uma história de superação e a possibilidade, que muitas vezes não é vista, do crescimento e aprendizado de um deficiente visual. Mirco foi um dos mais importantes editores de som do cinema italiano.

O documentário: *Noite sem Fim* (2013) traz o depoimento de alguns estudantes de Música não videntes, da Escola de Música de Brasília. Valdivino Correa, pianista, afirma que a Música o faz voar e sua memorização é por meio dos sons, timbre da voz, e identifica a pessoa pelo compasso de seu passo. O professor de Musicografia em Braille da escola, Celso Tavares, enaltece o trabalho com esses alunos, afirmando o quão gratificante é e o quanto ele mesmo pôde aprender. Ele sugere que os professores, em algum momento, vendem todos os seus alunos, videntes ou não, para que os mesmos percebam a importância da visão, valorizem-na e respeitem mais as pessoas com deficiência.

Por meio das pesquisas e do filme, é notório que há possibilidade de se trabalhar conceitos, no caso, matemáticos, utilizando a Música como instrumento. Inclusive pensando em uma educação mais ampla, visando à diferença, o deficiente visual.

4 MATEMÁTICA, MÚSICA E O DEFICIENTE VISUAL

Ao refletir sobre uma possível metodologia nova que trabalhe conceitos matemáticos com deficientes visuais por meio da Música, percebe-se um lado emocional ligado à construção do conhecimento. Para os videntes, uma simples conta resolveria um problema, mas e para os cegos ou pessoas com baixa visão?

O teórico Henri Wallon (1995, *apud* Guedes) dedicou-se a compreender o psiquismo humano, a psicogênese, e defendia sua teoria do desenvolvimento intelectual, em que a pessoa liga o conhecimento cognitivo com a emoção, levando em conta o contexto e o ambiente em que essa está inserida. São quatro os elementos básicos que ele mostrou sempre estar se comunicando entre si, os quais ele nomeou de “campos funcionais”: a afetividade, o movimento, a inteligência e a formação do eu como pessoa.

Segundo Wallon (*apud* Souza, 2012), a afetividade é a resposta, positiva ou negativa, da interação com o meio. São o estado de espírito, emoção e sentimento, manifestações orgânicas que estão relacionadas com a cognição.

Para Wallon (*apud* Souza, 2012), o movimento é a primeira maneira que uma pessoa se expressa. Por meio da motricidade e percepção corporal, ele acreditava que havia uma construção e estruturação do pensamento e desenvolvimento do eu psíquico.

Wallon (*apud* Souza, 2012) também afirma que a inteligência tem relação com o processo cognitivo que, para o teórico, era dividido em duas atividades humanas: raciocínio simbólico e a linguagem. Uma está vinculada com a outra, pois com o tempo a pessoa desenvolve a capacidade de abstrair, criar símbolos, ao mesmo tempo em que as habilidades linguísticas surgem.

O quarto campo funcional, a formação do eu como pessoa, é a identificação de quem cada um é, é o desenvolvimento da consciência, segundo Wallon (*apud* Souza, 2012), que ainda define como sendo o conjunto resultante da integração de sensação com ambiente.

A partir dessa teoria percebe-se o respeito que existe com as pessoas, valorizando suas características peculiares e diferenças. O desenvolvimento é uma resposta da realidade de cada indivíduo.

Baseado na teoria walloniana, Motta (2004) desenvolveu um trabalho, o projeto Drummath, “a bateria matemática”, que busca sincronizar a parte motora interna da pessoa, por meio do ritmo, com a externa, dada pelo professor ou algum recurso sonoro.

Em sua palestra: *Teoria dos Números, Ritmos Musicais e a Educação Matemática de Deficientes Visuais: Projeto DRUMMATH* (2012), no III EREMAT⁷ – Rio, um encontro de estudantes e professores de Matemática, voltado para formação acadêmica e profissional, afirmou que para ele vale a percepção humanista, em que a verdade está em seus dedos, em tudo que pode tocar. A Matemática para Motta é algo que é feito com as mãos e não que já deva estar na cabeça.

Nesse projeto, o aluno deve perceber o som e o ritmo, memorizá-los e responder por meio de movimentos, como serão descritos posteriormente, para que haja de fato uma ação cognitiva. Ou seja, a execução motora, junto a um ambiente afetivamente favorável, desperta novas possibilidades cognitivas, com conceitos matemáticos inseridos, o que facilita a compreensão e colabora para a educação.

O Drummath foi desenvolvido no Instituto Benjamin Constant (apresentado na seção 2.1), uma tradicional instituição de ensino para deficientes visuais, no Rio de Janeiro.

Motta (2004) sugere, em um primeiro momento, que o professor peça que os alunos escolham um número de 1 a 5, enquanto ele faz sons em intervalos igualmente espaçados. Depois o educador escolhe um, para que agora os estudantes batam palmas, por exemplo, nos números 1 e 4.

CLAVE:	pic!	Pic!	pic!	pic!	pic!	pic!.....
VOZ:	Um!	Dois!	Três!	Quatro!	Cinco!	Um!.....
PALMAS:	CLAP!			CLAP!		CLAP!

Figura 4.1 – Introdução à ideia de ritmo.
Fonte: Motta (2004).

O segundo momento da atividade é para a construção de números pares e ímpares, em que o professor relaciona a quantidade de partes do corpo com a classificação desses. Por exemplo, quantidade de mãos, orelhas, olhos representa os pares, enquanto boca e nariz, ímpares.

⁷ Disponível em: < <http://www.youtube.com/watch?v=hz7k7s7cJeg>>.

Nessa parte, o ritmo é inserido. Os alunos escolhem um número qualquer entre um e dez e devem bater as mãos, intercalando-as, direita (D) e esquerda (E), assim perceberão que ao escolherem um número ímpar, há uma inversão constante entre as mãos a cada ciclo de contagem, enquanto os pares são constantes.

Como exemplo, escolhendo o número 6 e o 3, respectivamente:

CLAVE:	pic!	pic!	pic!	pic!	pic!	pic!	pic!	pic!	pic!	pic!
VOZ:	Um!	Dois!	Três!	Quatro!	Cinco!	Seis!	Um!	Dois!	Três!	Quatro!
BATIDAS:	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E

(MESA)

CLAVE:	pic!	pic!	pic!	pic!	pic!	pic!	pic!	pic!	pic!	pic!
VOZ:	Um!	Dois!	Três!	Um!	Dois!	Três!	Um!	Dois!	Três!	Um!
BATIDAS:	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E

(MESA)

Figura 4.2 – Introdução de pares e ímpares.
Fonte: Motta (2004).

A terceira parte da atividade aborda o conceito de Mínimo Múltiplo Comum (MMC), ou seja, dados dois ou mais números inteiros quaisquer, encontraremos o menor múltiplo que é comum a esses, com exceção do zero.

Nesse momento, a sala é dividida em três grupos iguais: dois representam números e um é o “juiz”. Cada grupo bate palma na contagem de seu número e o juiz deve descobrir em qual momento os dois batem ao mesmo tempo.

Por exemplo, entre os números 2 e 3, conforme a figura a seguir:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CLAVE:	pic!														
GRUPO (2)	X		X		X		X		X		X		X		X
GRUPO (3)	X			X			X			X			X		

Figura 4.3 – Introdução ao MMC.
Fonte: Motta (2004).

Por meio da figura, percebe-se que as palmas se encontram nos números 6 e 12, ou seja, o MMC entre os números 2 e 3 é o 6, pois ele é o menor múltiplo encontrado, ou de acordo com a atividade, a primeira batida simultânea dos grupos.

Em 2012, no Rio de Janeiro, Motta apresentou seu projeto em um simpósio, TEDx⁸, *Matemática Humanista* (2012), em que afirma que seu intuito era descrever a Matemática por meio de ritmos e era para deficientes visuais que mais poderia colaborar e fazer a diferença.

Ele traz as atividades que foram desenvolvidas: par e ímpar, já citada anteriormente; e acrescenta a chamada “cordas falantes”, em que o objetivo é que o aluno seja capaz de ter a noção de comprimento e distância.

Nessa nova experiência, são apresentadas figuras geométricas, como por exemplo, um triângulo de medidas três, quatro e cinco, e a cada unidade de medida do lado um som é emitido, ficando assim perceptível, ao ouvido, qual possui maior e menor tamanho.

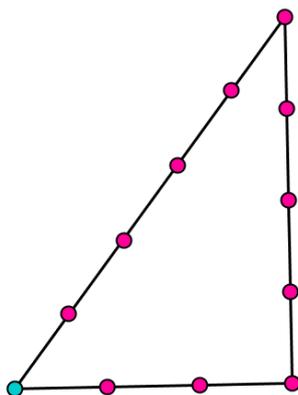


Figura 4.4 – Cordas Falantes.
Fonte: Própria.

Motta conclui afirmando que obteve resultados positivos de cognição e ainda que: “A Matemática é feita por nós, é um construto humano. Ela pode ser independente de mim, mas ela é interna a raça humana.” (MATEMÁTICA HUMANISTA, 2012). Ou seja, em algum momento nos deparamos com a Matemática e a partir disso criamos maneiras, utilizando ferramentas e recursos, para construirmos o que ela representa.

Dessa forma, fica claro o objetivo do projeto Drummath, que por meio de atividades motoras, busca concretizar as abstrações matemáticas.

Martins (2010), também buscou relacionar conceitos matemáticos por meio de sons e ritmos, ao propor uma forma diferente para o ensino de números racionais.

⁸ Disponível em: < <http://www.youtube.com/watch?v=JyO9YRFSSkE>>.

O Instituto de Cegos Padre Chico, já citado na seção 2.1, possui ambiente e professores capacitados para atender alunos com deficiência visual. Já a AdeviG, Associação de Deficientes Visuais de Guarulhos, é uma organização não governamental (ONG) fundada em 1999, cujo objetivo é inserir os deficientes visuais na sociedade prestando assistência e desenvolvendo projetos psicopedagógicos.

A coleta de dados contou com a participação de seis adolescentes cursando Ensino Fundamental II no Instituto Padre Chico: três sem visão e três com acuidade visual baixa; e dois com cegueira total, já concluintes da educação básica, da AdeviG.

O trabalho foi dividido em duas fases. A primeira tinha o objetivo de caracterizar o aluno com deficiência e seu conhecimento a respeito do assunto tratado por intermédio de um questionário; apresentar o software utilizado; selecionar alguns números fracionários, em Braille, para descobrir sua classificação decimal (conforme o quadro):

Números inteiros	Decimais exatos	Decimais periódicos simples	Decimais periódicos compostos
$\frac{16562}{13}$ $\frac{42768}{324}$	$\frac{5}{2}$ $\frac{315}{1000}$ $\frac{25}{4}$	$\frac{5}{3}$ $\frac{6}{11}$ $\frac{8}{99}$ $\frac{9}{999}$ $\frac{5689}{9999}$ $\frac{1}{7}$ $\frac{5}{13}$	$\frac{148}{9990}$ $\frac{1}{22}$ $\frac{656}{495}$ $\frac{7}{12}$ $\frac{425}{30}$ $\frac{89}{65}$ $\frac{789}{62}$

Figura 4.6 – Classificação dos Números Decimais.
Fonte: Martins (2010).

Nesse primeiro momento da pesquisa, Martins apresenta a dificuldade dos alunos do Instituto Padre Chico e a definição errada de números racionais. Eles não reconheciam as representações do número racional e acreditavam que fazer parte desse conjunto numérico tinha ligação com extrair um número de uma raiz quadrada.

Já a segunda fase teve como objetivo analisar as respostas e estímulos dos alunos, da mesma instituição, por meio das operações propostas com o uso da calculadora MusiCALcolorida.

No primeiro contato com o aplicativo, os alunos fizeram algumas observações a respeito dos sons emitidos após as divisões feitas. Percebe-se que a Música e seus elementos foram presentes, importantes e decisivos para que os alunos classificassem os grupos dos resultados obtidos, conforme apresentado no trecho retirado da pesquisa:

$\frac{1}{2} = 0,5$	O som foi legal, dá para entender bem o que ele quer dizer.	Não gostamos porque é muito sem graça.	É legal.
$\frac{1}{3} = 0,\bar{3}$	O som tá muito repetitivo. Depois de certa vez de repetido deveria parar.	Nossa! Parece alguém tentando gritar.	É legal.
$\frac{1}{4} = 0,25$	Quando der uma divisão exata, mesmo assim dá para mudar o tempo das notas.	O som é muito curto.	Parece uma campainha.
$\frac{1}{5} = 0,2$	Tá legal dá para entender.	O som é muito curto.	Só tem uma nota.
$\frac{1}{6} = 0,1\bar{6}$	O som está bom, pois os números como são repetidos dá para entender melhor.	Este é diferente, tem uma marcação antes de começar a repetir as notas.	É legal, parece uma música.
$\frac{1}{7} = 0,142857$	O som parece uma música	Ficou ótimo.	Legal, e tem bastante notas diferentes.
$\frac{1}{8} = 0,125$	Se não fosse a última nota, ficaria "muito louco!", pois ficaria parecendo uma escala.	Curto.	É bom.
$\frac{1}{9} = 0,1\bar{1}$	Parece começo de suspense.	Péssimo! A mesma nota sempre.	Poderia ter mais notas para ficar mais legal.
$\frac{1}{10} = 0,1$	Bom.	Muito curto.	Só tem uma nota.
$\frac{1}{11} = 0,0\bar{9}$	Não gostei desse som.	Ficou bom.	Gostamos da paradinha entre as notas.
Resultado Preferido	$\frac{1}{7}$ foi o resultado que mais gostamos. Pois se a pessoa for criativa dá para formar uma música.	O melhor foi $\frac{1}{11}$ porque tem som alternado.	Gostamos mais de $\frac{1}{11}$ por causa da paradinha.

Figura 4.7 – Familiarização com a calculadora.
Fonte: Martins (2010).

A relação que eles fizeram entre a classificação dos números e os sons emitidos pelo software foram dados a partir do gosto pessoal de cada um, mas de uma maneira geral, todos tiveram a mesma ideia e percepção sonora.

O quadro a seguir fornece um trecho de como os estudantes em questão classificaram os números racionais. A primeira e a segunda coluna são as respostas dos alunos cegos, e a terceira, dos alunos com baixa visão:

<p>Números inteiros:</p> $\frac{16162}{13} = 1274 \quad \frac{42768}{324} = 132$	<i>Grupo do silêncio - chato</i>	<i>Grupo dos sem som</i>	<i>Resultados sem som e sem cor</i>
<p>Decimais exatos:</p> $\frac{5}{2} = 2,5 \quad \frac{315}{1000} = 0,315$ $\frac{25}{4} = 6,25$	<i>Grupo dos números que terminam.</i>	<i>Grupo de som estranho e repetitivo</i>	<i>Resultados com som e com cor</i>
<p>Decimais periódicos simples:</p> $\frac{5}{3} = 1, \overline{6} \quad \frac{6}{11} = 0, \overline{54} \quad \frac{8}{99} = 0, \overline{08}$ $\frac{0}{999} = 0, \overline{009} \quad \frac{5689}{9999} = 0, \overline{5689}$ $\frac{1}{7} = 0, \overline{142857} \quad \frac{5}{13} = 0, \overline{384615}$	<i>Grupo dos números com notas repetindo sem parar</i>		
<p>Decimais periódicos compostos:</p> $\frac{148}{9990} = 0,0 \overline{148} \quad \frac{1}{22} = 0,0 \overline{45}$ $\frac{656}{495} = 1,3 \overline{25} \quad \frac{7}{12} = 0,58 \overline{3}$ $\frac{425}{30} = 14,1 \overline{6} \quad \frac{89}{65} = 1,3 \overline{602307}$ $\frac{789}{62} = 12,7 \overline{258064516129032}$	<i>Grupo dos números com notas que as primeiras não repetem, depois outras começam a repetir sem parar</i>	<i>Grupo de som excelente/com ritmo</i>	

Figura 4.8 – Classificação por meio dos sons e cores.
Fonte: Martins (2010).

Os números inteiros, cuja fração é exata, foram classificados como grupo chato, sem cor nem som, qualidades ligadas à emoção e sentimento. Os decimais exatos possuem um número de casas finitas, logo o som para em um momento e devido a isso recebeu o nome como grupo dos que terminam.

Os decimais periódicos simples são números que possuem um período de repetição infinitamente, por isso os sons se repetem sem parar, como foi classificado pelos alunos. Já os decimais periódicos compostos possuem também um período repetindo infinitas vezes, porém a partir de certa casa decimal, como percebido por alguns estudantes.

Os alunos da AdeviG passaram pelas mesmas fases, porém com algumas atividades diferentes, no caso que envolviam frações equivalentes, em que eles deveriam dar alguns exemplos. Eles acabaram desistindo por perceber o quão difícil era encontrar o resultado quando era uma dízima periódica, um número decimal com casas infinitas.

No momento em que começaram a utilizar a calculadora, eles afirmaram ser mais fácil perceber as equivalências por meio dos sons emitidos, no caso $3/6$ e $4/8$ dão o mesmo resultado, possuem o mesmo som, ou seja, são frações equivalentes.

A organização feita pela dupla foi a seguinte:

Inteiros quebrados	Período retardado	Infinitos quebrados	Grupo dos exatos	Inteiros
$\frac{89}{65}$ $\frac{656}{495}$ $\frac{789}{62}$ $\frac{425}{30}$ $\frac{5}{3}$	$\frac{148}{9990}$ $\frac{1}{22}$ $\frac{7}{12}$	$\frac{1}{7}$ $\frac{5689}{9999}$ $\frac{6}{11}$ $\frac{8}{99}$ $\frac{5}{13}$ $\frac{9}{999}$	$\frac{315}{1000}$ $\frac{5}{2}$ $\frac{25}{4}$	$\frac{42768}{324}$ $\frac{16562}{13}$

Figura 4.9 – Classificação dos racionais por meio dos sons.
Fonte: Martins (2010).

O primeiro grupo, inteiros quebrados, é todo decimal exato maior do que um. A parte quebrada é o próprio decimal do número. O chamado “período retardado” são as dízimas periódicas compostas, pois deu a eles a impressão de ter algo que impeça o número de começar, que é a pausa para começar a repetição de período.

O grupo dos infinitos quebrados são as dízimas simples. Dos exatos são divisões que possuem um fim. E os inteiros possuem a parte decimal nula, a calculadora não emite som.

Martins (2010) afirma que o objetivo do trabalho, que era que os alunos percebessem, a partir da Música, sons e ritmos, a regularidade desses elementos para notar como a Matemática está envolvida, foi atingido. Segundo a pesquisadora, os resultados mostraram uma aprendizagem que envolveu o campo das sensações como um todo.

A partir das pesquisas e trabalhos percebe-se que por meio da Música e seus elementos, juntamente com a prática dos alunos, é possível uma nova metodologia para se trabalhar Matemática com deficientes visuais. É uma maneira de deixar os alunos mais à vontade no ambiente, interessados por sentir essa nova ferramenta que os envolva, e tudo isso enriquece a aula e faz com que os conceitos, que muitas vezes acabam ficando sem sentido, se concretizem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desta pesquisa, percebe-se o desafio que é ensinar Matemática, mais especificamente Mínimo Múltiplo Comum (MMC) e Frações, para deficientes visuais, devido a alguns fatores, dentre eles a falta de materiais facilitadores e de formação de profissionais especializados para atendê-los. Para este trabalho que alia o ensino da Matemática a deficientes visuais, foram abordados assuntos como: recursos e ferramentas possíveis para o processo de ensino; a Música, por meio dos sons e ritmos, podendo ser um caminho que colabore para o aprendizado.

Primeiramente, no capítulo *Educação Inclusiva*, foi apresentada, brevemente, a história da educação inclusiva no Brasil, que é recente. Para embasamento, foram apresentadas as leis e decretos relacionados com a temática, além de recursos utilizados que facilitam a aprendizagem dos deficientes visuais. De acordo com alguns autores pesquisados, esses recursos fazem com que deficientes visuais ou não, compreendam melhor conceitos matemáticos, desde que haja também uma mediação com os professores.

No primeiro capítulo ainda, foram citadas algumas instituições de ensino que atendem alunos com deficiência visual, buscando sempre inseri-los, de forma igualitária, no mesmo meio sociocultural do vidente. Além disso, alguns matemáticos, deficientes visuais, foram apresentados juntamente com seus respectivos estudos na área, e percebe-se que a deficiência não os impediu nem impede que alcancem notáveis resultados intelectuais que marcaram e ainda marcam a história.

No capítulo *A Relação Música e Matemática*, a história da escala musical foi apresentada, desde Pitágoras, até os dias de hoje, e sua relação com conceitos matemáticos envolvidos. É possível notar que a Música, por estimular nosso cérebro e estar relacionada com sensações diversas, aplica-se para o ensino de deficientes visuais, podendo ser uma nova proposta e um meio que contribui para uma aprendizagem eficiente.

No terceiro capítulo, intitulado *Matemática, Música e o Deficiente Visual* foram apresentados os resultados de algumas atividades realizadas em sala de aula, dos projetos estudados, Drummath (2004) e MusiCALcolorido (2010), sendo possível a

percepção de que, com uma nova proposta que se pauta pelo uso de sons e ritmos, a Matemática pode ser aprendida por deficientes visuais.

O objetivo do trabalho foi analisar o desafio que representa o processo de ensino e aprendizagem da Matemática para alunos deficientes visuais, seja devido suas próprias dificuldades, por se basearem em sentidos como tato e audição e não o da visão, seja pela falta de formação especializada de professores para atendê-los. Como visto, mesmo havendo alguns materiais e recursos, não há orientação para suas utilizações.

Para as questões: “Como ensinar Matemática, que é uma disciplina sabidamente visual e abstrata, para deficientes visuais?”, “Como adequar os recursos para a aprendizagem desses alunos?”, “Como incentivá-los e fazê-los perceber que possuem as mesmas oportunidades que um aluno regular?”, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, para tentar respondê-las, apresentando a Música como uma proposta de ensino de Matemática e observando os resultados das atividades estudadas, Drummath (2004) e MusiCALcolorido (2010), pensando em uma possível metodologia com uso de sons e ritmos. Além de terem sido citados vários matemáticos, deficientes visuais, que tiveram destaque na área, sempre mostrando que é possível ultrapassar as barreiras dessa deficiência.

Por meio deste estudo, nota-se que o trabalho com Música e Matemática é aplicável, a partir dos bons resultados apresentados pelos projetos que atenderam às necessidades dos alunos em questão. É uma maneira de deixar os alunos mais à vontade no ambiente escolar, interessados com novas ferramentas e recursos que os envolva, na tentativa de enriquecer a aula, tornando-a mais significativa, e fazendo com que os conceitos, que muitas vezes ficam sem sentido, se concretizem.

Analisando essa proposta, relacionada com inclusão social, percebe-se que é possível a aplicação, pois além de atender aos deficientes visuais, trabalhando com a audição e as sensações, pode contemplar também os videntes. Dessa forma, ficando como sugestão, pensa-se em aplicar, futuramente, as atividades em classes de ensino regular, propiciando um momento de verdadeira inclusão no processo de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

Bernard Morin. Disponível em: <<http://www.math.uiuc.edu/~jms/Photos/MathArt/Maubeuge/dickson-morin/>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

BICUDO, Francisco. O Som Gostoso de $y = \sin(2\pi nt)$. **Cálculo – Matemática para Todos**, São Paulo, v. 2, nº 13, p. 44 – 50, fev. 2012.

BONA, P. **Método Musical**. São Paulo, 2001.

BRADY, Tom. Música e Matemática dão prazer ao cérebro. **Folha de São Paulo**. São Paulo, out. 2013. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/ilustrada/2013/10/1349805-musica-e-matematica-dao-prazer-ao-cerebro.shtml>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

BRASIL, MEC. **Atendimento Educacional Especializado**. Brasília: Ministério da Educação, 2009.

_____. **Censo da Educação Básica 2013**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/basica-censo>>. Acesso em: 24 mar. 2014.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: Ministério da Educação, 1996.

_____. **Orientações para Implementação da Política de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. 2010. Disponível em: <http://www.pmpf.rs.gov.br/servicos/geral/files/portal/Documento_Subordinario_Educao_Cao_Especial.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2014.

_____. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. 2007. Disponível em: <http://peei.mec.gov.br/arquivos/politica_nacional_educacao_especial.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2014.

_____. **Programa de Capacitação de Recursos Humanos do Ensino Fundamental: deficiência visual**. 2001. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/joaomaria/deficiencia-visual-volume-3#>>. Acesso em: 19 abr. 2014.

_____. Secretaria da Educação Especial. **Projeto Escola Viva – Garantindo o acesso e permanência de todos os alunos na escola: Alunos com necessidades educacionais especiais**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

_____. Secretaria da Educação Especial. **Resolução CNE/CEB**. Brasília: Ministério da Educação, 2001.

_____. SEESP. **Parâmetros curriculares nacionais: Adaptações Curriculares: Estratégias para a Educação de Alunos com necessidades Educacionais Especiais**. Brasília: MEC, 1998.

_____. UNESCO; Ministério da Educação e Ciência da Espanha. **Declaração de Salamanca e Enquadramento da Acção na Área das Necessidades Educativas Especiais**. Espanha, 1994.

Cegos: Lutas e Conquistas. **Profissão Repórter**. São Paulo, out. 2008. Disponível em: <<http://g1.globo.com/platb/programaprofissaoreporter/2008/10/20/a-ausencia-da-visao/>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

Disco de Frações. Disponível em: <<http://www.chueiri.com.br/outros/appedago6.html>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

Escola de Ensino Fundamental do Instituto de Cegos Padre Chico. **Revista Instituto Padre Chico**, São Paulo, nº 23, dez. 2012.

FERNANDES, Solange H.. **Das Experiências Sensoriais aos Conhecimentos Matemáticos: Uma Análise das Práticas Associadas ao Ensino e Aprendizagem de Alunos Cegos e com Visão Subnormal numa Escola Inclusiva**. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2008.

GIL, Marta. **Deficiência visual**. (Cadernos da TV Escola). Brasília: MEC. Secretaria de Educação à Distância, 2000.

GUEDES, Adriane Ogêda. **A psicogênese da pessoa completa de Henri Wallon: Desenvolvimento da comunicação humana nos seus primórdios**. Disponível em: <http://www.museudainfancia.unesc.net/memoria/expo_escolares/GUEDES_psicogeenese.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2014.

HORTA, Luiz Paulo. **Dicionário de Música**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1985.

JACKSON, Allyn. **The World of Blind Mathematicians**. Estados Unidos, 2002. Disponível em: <<http://www.ams.org/notices/200210/comm-morin.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2014.

Leonhard Euler. Disponível em: <[http://brailleworks.com/Resources%20/Famous PeoplewithVisualImpairments.aspx](http://brailleworks.com/Resources%20/Famous%20PeoplewithVisualImpairments.aspx)>. Acesso em: 18 mar. 2014.

LIMA, Solange Rodovalho; MENDES, Enicéia. **Políticas Nacionais para a Educação das Pessoas com Deficiência**. Disponível em: <<http://www.simposioestadopoliticas.ufu.br/imagens/anais/pdf/BC22.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2014.

MARTA; PAULA. **Pitágoras e a Harmonia Cósmica**. 2000. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/seminario/musica/>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

MARTINS, Elen Graciele. **O Papel da Percepção Sonora na Atribuição de Significados Matemáticos para Números Racionais por Pessoas Cegas e Pessoas com Baixa Visão**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Universidade Bandeirante de São Paulo. São Paulo, 2010.

Matemática em Toda Parte na Música - TV Escola. Piracicaba: **Aiupa Produções e Muzarca Produções e Editora**, 2012. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=yZBLrAByy_w>. Acesso em: 19 abr. 2014.

Matemática Humanista: Carlos Eduardo Mathias Motta at TEDx UFF. Intérprete: Carlos Eduardo Mathias Motta. Rio de Janeiro: **TEDx**, 2012. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=JyO9YRFSSkE>>. Acesso em: 20 abr. 2014.

Material Dourado. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=10247>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

MORATORI, Marcia Luiza Barros. **A Música na Educação**. 2012. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/pedagogia/artigos/19620/a-musica-na-educacao>>. Acesso em: 09 mai. 2014.

MOTTA, Carlos Eduardo Mathias. Projeto DRUMMATH – Uma perspectiva Walloniana no Ensino da Matemática para o Deficiente Visual Através de Sons e Ritmos. **Caderno Dá-Licença**, Rio de Janeiro, v. 6, nº 5, p. 56 – 68, dez. 2004.

Multiplano. Disponível em: <<http://assistiva.mct.gov.br/catalogo/>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

Nicholas Saunderson. Disponível em: <<http://apprendre-math.info/portugal/history/Detail.htm?id=Saunderson>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

Noite sem Fim. Brasília: **Granmídia**, 2013. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=Rldgr20IP6M>>. Acesso em: 20 abr. 2014.

Notas Musicais. Disponível em: <<http://essaseoutras.xpg.uol.com.br/figuras-musicais-duracao-do-som-pulsacao-nome-e-valor-das-notas/figuras-musicais/>>. Acesso em: 20 mar. 2014.

Paulo Tadeu Meira e Silva de Oliveira. Disponível em: <<http://www.livroacessivel.org/universidade%20acessivel%20-paulo-tadeu.php>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

PRANE, Bruna Zution Dalle; LEITE, Hellen Castro Almeida; PALMEIRA, Cátia Aparecida. Matemática para deficientes visuais no ensino médio regular: desafios, possibilidades e perspectivas. In: XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática. Recife, 2011. **CIAEM**. Recife: Comitê Interamericano de Educação Matemática.

POZZOLI. **Guia Teórico-Prático Para o Ensino do Ditado Musical – I & II Partes**. São Paulo: Ricordi Brasileira S.A., 2003.

RATTON, Miguel. A Influência da Matemática na Música. **Globo Educação**. São Paulo, abr. 2012. Disponível em: <<http://redeglobo.globo.com/globoeducacao/noticia/2012/04/influencia-da-matematica-na-musica.html>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

SCHREIBER, Ana Helena. A Inclusão do Aluno Deficiente Visual na Escola Regular – Orientações Práticas para Professores. **Revista Sinpro-Rio**, Rio de Janeiro, nº 5, mai. 2010.

SIMONATO, Adriano Luís; DIAS, Maria Palmira Minholi. **A Relação Matemática e Música**. São Paulo, 2005.

SOARES, Maria Aparecida Leite; CARVALHO, Maria de Fátima. **O professor e o aluno com deficiência**. São Paulo: Cortez Editora, 2012.

Soroban. Disponível em: < <http://www.uern.br/graduacao/dain/ajuda.html>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

SOUZA, Anna Flávia Lima; *et al.* Henri Wallon: sua teoria e a relação da mesma com a prática. **Revista Ícone**, Goiás, vol 10, 2012.

SOUZA, Talya da Silva Warmling. **Como Trabalhar o Ensino da Matemática com o Educando Cego e a Inclusão dos Mesmos em Classes Regulares**. Dissertação (Pós-Graduação em Educação Matemática), Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2005.

Teoria dos Números, Ritmos Musicais e a Educação Matemática de Deficientes Visuais: Projeto DRUMMATH. Intérprete: Carlos Eduardo Mathias Motta. Rio de Janeiro: **III EREMAT- Rio**, 2012. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=hz7k7s7cJeg>>. Acesso em: 04 abr. 2014.

Vermelho como o Céu. Direção de Cristiano Bortone. Itália, 2006. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=yvd9R30hNqk>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

VYGOTSKY, L. S. (1997). **Obras escogidas V – Fundamentos da defectología**. Traducción: Julio Guillermo Blank. Madrid: Visor. (coletânea de artigos publicados originalmente em russo entre os anos de 1924 a 1934).

YOKOYAMA, Leonardo Akio. **Matemática em Toda Parte II – Ep. 11: Matemática na Música**. 2013. Disponível em: <<http://leoakio.com/mtp2-matematica-na-musica.html>>. Acesso em: 20 abr. 2014.

ZEPPONE, Rosimeire Maria Orlando. A Conferência Mundial da Educação para Todos e a Declaração de Salamanca: alguns apontamentos. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 24, nº 41, p. 363 – 376, set./dez. 2011. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/revistaeducacaoespecial>>. Acesso em: 11 mar. 2014.