

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE MATEMÁTICA

MESTRADO EM ENSINO DE MATEMÁTICA

**INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE FUNÇÃO PARA
DEFICIENTES VISUAIS COM O AUXÍLIO DO
COMPUTADOR**

HEITOR BARBOSA LIMA DE OLIVEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ORIENTADORA: CLAUDIA COELHO DE SEGADAS VIANNA



AGRADECIMENTOS

Pela realização deste trabalho, agradeço a Deus pelos grandes ensinamentos e por essa conquista. Agradeço aos meus pais que não mediram esforços para sempre garantirem minha educação. Agradeço à toda a minha família e amigos que tiveram paciência e respeito pelas minhas inúmeras ausências. Agradeço aos meus professores Antônio Borges, Victor Giraldo, Miriam Godoy, Maria Laura e principalmente a Claudia Segadas que teve muita paciência com minhas limitações, Paula Marcia Barbosa que, mais do que muitos auxílios, ganhei dela uma sincera amizade, às Meninas do Projeto Fundão, Bia, Lu, Denise e Fátima, pois sempre me deram apoio em cada etapa deste trabalho. Agradeço ao Heverton que sempre disponibilizou seu tempo em prol da pesquisa. Agradeço especialmente aos meus Mestres Celestiais que me auxiliaram e me inspiraram desde a concepção até a concretização deste importante trabalho e ao Rafael que, em mais essa etapa da minha vida, se mostrou um fiel escudeiro. Amo todos vocês! Muito obrigado.

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra a minha avó Maria. Um exemplo de vida ... sem palavras....

Dedido também esta obra a todos os meus filhos deficientes visuais na esperança de que muitos profissionais possam também se apaixonar por essa causa e fazer um mundo mais leve e mais amoroso.

Sumário

INTRODUÇÃO	7
Capítulo 1	10
O ENSINO DE FUNÇÕES	10
1.1 – Introdução.....	10
1.2 - Principais Dificuldades com o Conceito de Função	11
1.2.1 – Dificuldades na Introdução do Conceito de Função.....	12
1.2.2 – A Utilização de Letras na Escrita Matemática	12
1.2.3 – O Uso de Gráfico.....	13
1.2.4 – A Generalização e a Abstração	14
1.2.5 – A Notação Matemática.....	15
1.3 – A Compreensão do Conceito de Função.....	15
1.3.1 A Utilização da Planilha e a Compreensão do Conceito de Função	16
1.4 – Considerações Finais.....	17
Capítulo 2.....	19
O ENSINO DE FUNÇÕES E A DEFICIÊNCIA VISUAL.....	19
2.1 – Introdução.....	19
2.2 – O Ensino de Função para os Deficientes Visuais: Principais Dificuldades	19
2.2.1 Práticas de Leitura e Escrita do Braille	19
2.2.2 Adaptações de Materiais	22
2.3 – O Ensino de Função para os Deficientes Visuais: Práticas do IBC	23
2.3.1 As Práticas no Instituto Benjamin Constant.....	24
2.4 Considerações Finais.....	26
Capítulo 3.....	27
FERRAMENTAS PARA O ENSINO DE DEFICIENTES VISUAIS	27
3.1 – Introdução.....	27
3.2 – Recursos Didáticos na Educação Especial	27
3.2.1 Definição	28
3.2.2 Critérios para Alcance da Eficiência de Utilização de Materiais Didáticos.....	29
3.3 – O Geoplano	30
3.4 – Sistema DOSVOX.	32
3.4.1 Breve Histórico do Programa	32
3.4.2 Funcionamento do DOSVOX	34
3.4.3 PLANIVOX	35
Capítulo 4.....	39
METODOLOGIA.....	39
4.1 – O Estudo Piloto.....	39

4.2	– Instrumentos Metodológicos	40
4.3	– Considerações Sobre o Estudo Piloto	40
Capítulo 5.....		42
OS PARTICIPANTES DA PESQUISA		42
5.1	– Os Alunos que Participaram do Estudo.....	42
5.2	– Camila e Daniel – Os Principais Alunos Participantes	42
5.2.1	Perfil de Camila.....	43
5.2.2	Perfil de Daniel.....	43
5.3	– Perfil da Professora Paula Marcia Barbosa.....	44
Capítulo 6.....		46
AS ATIVIDADES.....		46
6.1	– Primeira Atividade: Regra Sequencial.....	46
6.2	– Segunda Atividade: Sequência com Retângulos.....	47
6.3	– Terceira Atividade: Triângulos com Palitos	47
6.4	– Quarta Atividade: Camisas Penduradas.....	48
6.5	– Quinta Atividade: Classificando Palavras	49
6.7	– Sétima Atividade: Os Pães.....	50
6.8	– Oitava e Nona Atividades: Triângulo com Palitos & Camisas Penduradas	50
6.9	– Décima Atividade: Jogo das Regras Numéricas.....	50
6.10	– Décima Primeira Atividade: Análise de Gráficos: Jogo da Regras Numéricas.....	51
6.11	– Décima Segunda Atividade: Análise de Gráficos: Família de Seis integrantes	52
6.12	– Décima Terceira Atividade: Análise de Gráficos: A Temperatura	52
6.13	– Décima Quarta Atividade: Análise de Gráficos: O Reservatório	53
Capítulo 7.....		55
APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES		55
7.1	– Introdução.....	55
7.2	– Primeiro Encontro.....	55
7.3	– Segundo Encontro	59
7.4	– O Terceiro Encontro	63
7.5	– O Quarto Encontro	67
7.6	– Quinto Encontro.....	69
7.7	– Sexto Encontro	73
7.8	– Considerações sobre o Estudo Principal	75
Capítulo 8.....		77
CONCLUSÕES.....		77
8.1	– Considerações sobre a Pesquisa	77
8.2	– Considerações sobre as Aulas Piloto.....	77

8.3 – Considerações sobre a Aplicação das Atividades	78
8.4 – Dificuldades com a Exploração Tátil Bidimensional	79
8.5 – Uso da Notação Matemática.....	80
8.6 – Uso das Variáveis	80
8.7 – A Interação Professor – Aluno.....	82
8.8 – Materiais Didáticos	83
8.9 – O Uso da Planilha na Introdução do Conceito de Função.....	84
8.10 – Comentários Finais	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
ANEXO I.....	90
Entrevista com Camila.....	90
ANEXO II.....	92
Entrevista com Daniel	92
ANEXO III	94
Entrevista com a Professora Paula Marcia Barbosa	94
ANEXO IV	98
ANEXO V.....	100
ANEXO VI.....	102
ANEXO VII.....	104
ANEXO IX.....	108

INTRODUÇÃO

Como professor de Matemática em escolas particulares e públicas de ensino regular e de ensino para Jovens e Adultos, sempre percebi problemas no entendimento do conceito de função. Em geral, os alunos apresentavam as mesmas dificuldades de entendimento e cometiam erros semelhantes, tal como igualar uma função a zero a fim de “resolvê-la”. Dessa forma, minha preocupação com o ensino do conceito de função aumentava a ponto de me guiar para uma pesquisa mais detalhada do tema.

Paralelamente a isso, desde que fui aprovado no concurso para professores da Fundação Municipal de Educação de Niterói, passei a ter uma grande preocupação com a possibilidade de receber alunos com necessidades educacionais especiais e não saber como lidar com os mesmos. Em conversas com os diretores da escola, as respostas eram sempre idênticas: “Não tenho ideia de como trabalhar com eles!”

No ano de 2007, ministrava aulas nas turmas de 9º ano do Ensino Fundamental quando fui informado sobre a recente matrícula de uma aluna com baixa visão no 3º ano. Diante desta situação, comecei a me preocupar com o ensino para Deficientes Visuais. Resolvi aprender Braille e a pesquisar como poderia adaptar materiais didáticos.

Estudei na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e já conhecia o trabalho de um grupo de professores voltado para a melhoria do ensino de matemática, o Projeto Fundão – Matemática, do Instituto de Matemática da UFRJ. Porém, minha motivação aumentou ao descobrir que estava sendo trabalhada uma linha de pesquisa sobre o ensino de matemática para deficientes visuais.

Aproveitando esta linha de pesquisa e associando a mesma com minha intenção em pesquisar a aquisição do conceito de função, resolvi iniciar o meu trabalho com a Educação Especial, em particular com a introdução do conceito de função para deficientes visuais.

Sendo este um dos conceitos mais difíceis para os alunos, cuja a falta da exploração gera um hábito de igualar todas as expressões a zero na tentativa de determinar um valor específico para a variável envolvida, resolvi que o foco da minha pesquisa seria a introdução ao conceito de função.

Na introdução do conceito de função, a percepção das regularidades é um ponto fundamental para futuras concepções tais como: variáveis, gráficos e equações. Tendo em mente estes pontos, será apresentado um conjunto de atividades tendo, por objetivo,

verificar como os alunos deficientes visuais podem aprender o conceito de função através de uma sequência de exercícios e avaliar como o computador, por intermédio de planilhas eletrônicas, pode contribuir neste processo de aprendizagem.

Com base no primeiro objetivo deste trabalho, estruturamos atividades contidas em livros voltados para o ensino regular. A concepção de tais atividades nestes livros não contempla intencionalmente alunos que apresentam necessidades educacionais especiais, como a deficiência visual. Dessa forma, queremos mostrar como um mesmo conjunto de exercícios trabalhado com crianças sem esta deficiência pode ser usado com cegos e portadores de baixa visão apenas com adaptações intrínsecas à falta de visão.

As atividades propostas foram baseadas nos livros “*Construindo o Conceito de Função*” (TINOCO, 2002) e “*Álgebra: das variáveis às equações e funções*” (SOUZA & DINIZ, 1994).

Em virtude do público alvo desta pesquisa ser os deficientes visuais, os objetivos envolvendo o uso do computador foram possibilitados pelo Sistema DOSVOX, que será apresentado no terceiro capítulo.

Esta pesquisa foi dividida em quatro etapas:

1. Atividades iniciais em sala de aula;
2. Atividades no laboratório de informática do Instituto Benjamin Constant;
3. Análise de gráficos;
4. Entrevistas com os alunos e a professora da turma.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está dividida em oito capítulos:

No primeiro capítulo, serão apresentadas análises e estudos acerca do ensino de funções iniciando por um breve histórico e discutindo obstáculos de aprendizado, uso das variáveis, uso da notação matemática, além da utilização de planilhas como auxílio à aquisição deste conceito.

No segundo capítulo, discutiremos sobre o ensino de funções para deficientes visuais e, para tal, iremos nos basear nas práticas pedagógicas de professores do Instituto Benjamin Constant (IBC).

No capítulo seguinte, tratamos de algumas das ferramentas utilizadas no ensino de deficientes visuais, da reglete ao DOSVOX.

O quarto capítulo trará informações acerca da metodologia utilizada bem como o Estudo Piloto realizado com os alunos do 7º ano do Instituto Benjamin Constant.

No quinto capítulo, serão apresentados os participantes da pesquisa: Camila e Daniel, além da professora Paula Marcia Barbosa.

No sexto capítulo, apresentaremos as atividades que fizeram parte desta pesquisa.

No capítulo seguinte, faremos as análises referentes à aplicação das atividades com os alunos do 9º anos do IBC.

No oitavo capítulo, serão apresentadas as considerações sobre este trabalho.

Capítulo 1

O ENSINO DE FUNÇÕES

Aprender Matemática de uma forma contextualizada, integrada e relacionada a outros conhecimentos traz em si o desenvolvimento de competências e habilidades que são essencialmente formadoras, à medida que instrumentalizam e estruturam o pensamento do aluno, capacitando-o para compreender e interpretar situações, se apropriar de linguagens específicas, argumentar, analisar e avaliar, tirar conclusões próprias, tomar decisões, generalizar e para muitas outras ações necessárias à sua formação.

(BRASIL, 2002, p. 111)

1.1 – Introdução

O desenvolvimento da noção de função, como pode ser visto em Youschkevich apud Pelho (2003, p. 19), passa por três etapas ao longo da história:

1. A Antiguidade: Estudos envolvendo relações de dependência. A noção de variável ou de função não são trabalhadas neste período.
2. A Idade Média: As noções de função são expressas de forma predominantemente geométrica.
3. O Período Moderno: a partir do fim do século XVI, as funções são representadas por expressões analíticas.

Desde o século XVII, o conceito de função é definido de forma explícita pelos matemáticos. Conforme Braga (2006) ressalta, a notação algébrica e a sintaxe surgidas inicialmente com François Viète (1540 – 1603), permitiram um desencadeamento evolutivo na matemática tal como a Geometria Analítica e, posteriormente, o Cálculo Infinitesimal. Leibniz, um dos fundadores do Cálculo Infinitesimal, introduziu textualmente a palavra função. Através de muitos outros matemáticos e suas contribuições, chegamos a Dirichlet que, em 1837, define amplamente uma função:

Se uma variável y está relacionada com uma variável x de tal modo que, sempre que é dado um valor numérico a x , existe uma regra segundo a qual um único valor de y fica determinado, então diz-se que y é função da variável x .

(Braga, 2006, p. 18)

Segundo TINOCO (2002), no Brasil, o ensino de função foi introduzido nas escolas entre 1955 e 1970. Nessa época, o conceito de função era trabalhado com crianças a partir de 10 anos de idade através da utilização de um formalismo extremo de tal forma a ignorar razões que determinaram seu aparecimento, tais como: analisar fenômenos, descrever regularidades e generalizar. Devido às dificuldades de se trabalhar com tal nível de formalismo com crianças, o conceito de função passou a ser introduzido apenas a partir do 9º ano de escolaridade.

Com o estabelecimento dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), novas tendências para o ensino da matemática no Brasil passaram a ser estudadas e aplicadas. Segundo os PCN's, o estudo da Álgebra é um “espaço bastante significativo para que o aluno desenvolva e exercite sua capacidade de abstração e generalização” (BRASIL, 1998, p.115). Os PCN's sugeriram a concepção de atividades que levem o aluno a construir noções algébricas através de observações de regularidades e generalização com o uso de tabelas, gráficos e outros tipos de registro. Salientaram ainda o estímulo à curiosidade do aluno, ao espírito de investigação e ao desenvolvimento da capacidade de resolver problemas.

Contudo, conforme veremos a seguir, o desenvolvimento dessas práticas em sala de aula não é muito simples e nem muito comum devido a diversas dificuldades no processo ensino-aprendizagem que precisam ser observadas e trabalhadas pelos educadores .

1.2 - Principais Dificuldades com o Conceito de Função

Diversas dificuldades no processo ensino-aprendizagem do conceito de função podem ser observadas. A maneira com a qual o professor introduz este conceito aos aprendizes, a utilização de letras na escrita matemática, o uso de gráficos, generalização e abstração e a interpretação das notações matemáticas são alguns obstáculos que

pretendemos descrever. Estes obstáculos servirão como base para a estruturação de um referencial teórico que auxiliará na formulação e adaptação de atividades cujos objetivos estejam em consonância com os PCN's.

1.2.1 – Dificuldades na Introdução do Conceito de Função

Existem diversas formas de introdução ao conceito de Função:

- Correspondência entre dois conjuntos;
- Expressão analítica;
- Pares ordenados;
- Tabelas, entre outros.

Eisenberg (1991) explica que muitos professores acreditavam que o conceito de função poderia ser bem entendido em um desses contextos (tabelas, gráficos, etc.), mas para que este entendimento se mostrasse efetivo, o aluno deveria conseguir estabelecer vínculos com o que aprendeu em outros contextos. Contudo, o mesmo autor esclarece que, sem o auxílio do professor para a construção desses elos de ligação, os alunos apresentarão grandes dificuldades em fazer a passagem de um contexto para o outro.

Embora os Parâmetros Curriculares Nacionais apontem para a introdução deste conceito através de atividades de generalização e abstração, as práticas em sala de aula dão ênfase predominantemente à representação algébrica, o que ocasiona grande dificuldade na compreensão do conceito de variável, conforme argumentam Braga & Viali (2008).

A ausência de um trabalho que contemple todos os contextos de forma gradativa desde os primeiros anos de escolaridade gera dificuldade em interpretar dados em tabelas ou gráficos e perceber padrões, acarretando a dificuldade da compreensão do conceito de variável e, conseqüentemente, do conceito de função.

1.2.2 – A Utilização de Letras na Escrita Matemática

É muito comum o professor não se preocupar em explorar as diferenças que existem na utilização das letras em diversas situações, levando o aluno a encará-las sempre como uma incógnita.

Küchemann (1981, apud MATOS & PONTE, 2008) distingue seis usos de letras na matemática:

- o reconhecimento da presença de uma letra sem que haja atribuição de um significado à mesma (letra avaliada);
- abreviaturas de palavras (letra como objeto); a representação de um valor desconhecido, cuja descoberta depende de manipulações algébricas (letra como incógnita);
- o reconhecimento de que a letra pode representar diversos valores, ou, pelo menos, do fato de poder ser substituída por mais de um valor (letra como número generalizado);
- o reconhecimento de que a letra representa um conjunto de valores, cuja alteração provoca distúrbios nas expressões em que estão inseridas (letra como variável).

Usiskin (1998, apud MATOS & PONTE, 2008) destaca como finalidades do uso das letras:

1. Instrumento que permite a expressão de uma generalização;
2. Representante de um valor particular desconhecido ou de uma constante;
3. Argumento ou parâmetro de uma função.

Certamente, essa enorme variação na utilização das letras é uma das grandes geradoras de dificuldades, pois não há uma atenção necessária a esta diversidade, levando o aluno a erros nas resoluções de problemas.

1.2.3 – O Uso de Gráfico

É muito comum entre os aprendizes acreditar que uma função é uma representação geométrica dada através de um gráfico. Isto é, confundem funções com os diagramas geométricos que às vezes as representam, encarando-as como objetos geométricos. Nesse sentido, Eisenberg (1991) comenta que os alunos, muitas vezes, não associam o gráfico de uma função à própria função, mesmo sendo capazes de traçar gráficos simples. Essa tendência pode ser observada na sala de aula onde o ensino deixa em segundo plano a representação gráfica em prol do espaço para a análise algébrica. Até mesmo professores e

instrutores não têm o costume de trabalhar com a visualização gráfica do problema para encontrar sua solução.

Esta tendência também acarreta na utilização do gráfico apenas como ilustração e não como ferramenta de resolução de problemas. Conforme salientam Pinto & Segadas (2008), o aluno tem dificuldades em associar uma função ao seu gráfico que, por sua vez, não é usado como ferramenta para resolução de problemas.

1.2.4 – A Generalização e a Abstração

A abstração consiste em um dos principais elementos necessários para a aquisição do conceito de função. A atenção dada pelo professor aos diversos níveis de abstração atingidos pelos alunos é importante para o êxito de tais objetivos.

De acordo com o Relatório SAEB (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica) de 2001, o ensino de matemática não pode mais se ater à memorização de regras e técnicas. Indica como eixo norteador das atividades matemáticas a resolução de problemas. Contudo, o mesmo relatório expõe que professores ainda trazem uma antiga prática de priorizar em suas avaliações a memorização de fórmulas, regras e esquemas em oposição à verificação de conceitos e o desenvolvimento de atitudes (BRASIL, 2002, p.15).

A capacidade que o aluno tem de generalizar envolve frequentemente algum tipo de abstração. Contudo, muitas vezes essas generalizações são feitas através de testes com casos particulares, isto é, o aluno verifica a validade das leis através de exemplos. Diante disso, o professor precisa auxiliá-lo no sentido de permitir que justifique a validade de uma lei através de argumentos que contemplem qualquer caso. Conforme TINOCO (2002) comenta, esta argumentação deve ser registrada por ser um passo preponderante para a aquisição do conceito de função. Todavia, tal registro, geralmente feito através de linguagem algébrica ou geométrica, constitui num ponto de maior dificuldade para os alunos até o oitavo ano de escolaridade.

1.2.5 – A Notação Matemática

A notação matemática traduz uma das maiores dificuldades para os alunos tanto no que concerne à escrita quanto à leitura. Os símbolos matemáticos usados não possuem comunicação com a vivência dos alunos e são apresentados muitas vezes de forma abrupta pelos professores. Vale ressaltar que o uso excessivo da notação matemática em textos e exercícios direcionados a aprendizes que não possuem conhecimento necessário para sua interpretação, figura também como uma das justificativas para tais dificuldades.

Conforme ressalta EISENBERG (1991), a introdução da linguagem matemática formal deve ser feita de forma lenta e cuidadosa, devendo-se evitar trabalhar com ela nas séries iniciais. Contudo, a dificuldade de entender a notação matemática não gira em torno somente dos alunos. Professores também têm a notação matemática como o grande obstáculo para a escrita e sua interpretação, acarretando na má qualidade de uso e do ensino desta poderosa ferramenta.

1.3 – A Compreensão do Conceito de Função

A aquisição do conceito de função envolve diversos contextos que variam desde a percepção de regularidades até a generalização e abstração de comportamentos através do uso de linguagem matemática (algébrica e gráfica). Por essa razão, atividades que envolvam alguns desses contextos devem ser apresentadas aos alunos desde os primeiros anos de escolaridade.

Matos & Ponte (2008) destacam que a compreensão do conceito de função baseia-se na exploração de padrões e regularidades, contribuindo, portanto, para o desenvolvimento do pensamento algébrico do aluno. Visando despertar nos alunos o interesse pela busca de regularidades no estudo de variações, Sierpinska (1992) chama a atenção de que sejam planejadas atividades que ressaltem entre outros, os seguintes aspectos: percepção do comportamento das variáveis sem que se perca de vista o significado das mesmas no contexto explorado e diferenciação entre variáveis dependentes e independentes. Para a autora, as funções devem ser vistas como ferramentas apropriadas para a modelagem, matematização de relações entre grandezas físicas, bem como para a explicação de alguns fenômenos do dia-a-dia da vida do estudante.

A distinção entre uma função e as ferramentas analíticas algumas vezes utilizadas para descrever sua lei, segundo a mesma autora, podem ser exploradas através de atividades que envolvam funções definidas por mais de uma sentença. Vale lembrar também que a discriminação entre as diferentes formas de representação das funções e as funções em si caracterizam a preocupação com a possível confusão por parte dos alunos em considerar funções como diagramas geométricos que as representam.

Diante disso, uma alternativa encontrada para contemplar todos os atos de compreensão envolvendo os demais contextos anteriormente discutidos foi a utilização de planilhas eletrônicas. As vantagens no uso de planilhas para a aquisição do conceito de função serão comentadas a seguir.

1.3.1 A Utilização da Planilha e a Compreensão do Conceito de Função

No mercado em geral, existem planilhas que diferem entre si apenas por interfaces mais atraentes ou recursos interessantes. Todavia, a utilização das mesmas por parte dos professores se assemelha, ensinam a utilizar a planilha, porém sem explorá-la como ferramenta de resolução de problemas de matemática. Os exercícios que são realizados com a planilha são, em sua maioria, modelos repetitivos ou do tipo tutorial.

Há alguns outros programas onde o aluno consegue elaborar conjecturas, testar hipóteses, estabelecer relações e generalizar. Sobre esses programas, Morgado (2003 apud BRAGA & VIALI, 2008) subdivide esses programas em dois subgrupos:

- a. Softwares projetados para fins educacionais tais como *Cabri-Géomètre*, *Modellus*, *Graphmatica*, *Logo* e *o Winplot*.
- b. Aplicativos com finalidades mais amplas que podem ser utilizados para fins educativos. São os construtores e transformadores gráficos, programas que permitam a criação e manipulação de banco de dados e as planilhas.

As planilhas atualmente trazem diversas funções previamente programadas abrangendo matemática financeira, estatística, lógica, entre outros. Além disso, permitem que o usuário insira dados e fórmulas através de uma sintaxe simples, variando de programa para programa.

Para Morgado (2003, **apud** BRAGA & VIALI, 2008), a utilização de planilhas eletrônicas no ensino dinamiza as aulas reforçando a interatividade e as relações entre o objeto estudado, o aluno e o professor.

Contudo, não há garantias de que a utilização de um ambiente informatizado forneça mudanças expressivas no processo ensino-aprendizagem. É preciso aliar os recursos tecnológicos a uma metodologia que propicie “a construção de conceitos, o desenvolvimento de procedimentos, o enfrentamento de novas situações, objetivando a ação consciente do discente sobre o objeto em estudo” (BRAGA & VIALI, 2008. p. 18)

Diante disso, pretendemos estruturar as atividades a serem aplicadas levando em consideração as dificuldades para a aquisição do conceito de função discutidas neste capítulo e a potencialidade do uso de computadores, mais precisamente de planilhas neste mesmo processo.

Em virtude do público alvo desta dissertação ser alunos com deficiência visual, utilizaremos uma planilha eletrônica especialmente construída para esta clientela, chamada PLANIVOX, programa integrante do Sistema DOSVOX. Sobre esta ferramenta, faremos comentários no capítulo 3.

1.4 – Considerações Finais

O conceito de função é um dos tópicos da matemática mais importantes e sofisticados, devido tanto à possibilidade de diversos contextos poderem servir como base para sua introdução, quanto aos quesitos que precisam ser explorados e utilizados pelos alunos, tais como notação matemática, abstração, generalização e gráficos para uma consistente aquisição deste conceito.

Nesta pesquisa, a preocupação não gira somente em torno do ensino de funções, mas também no público-alvo escolhido: alunos deficientes visuais do 9º ano do Ensino Fundamental do Instituto Benjamin Constant. Devido a isso, as atividades propostas para este trabalho procuram contemplar grande parte dos contextos abordados no item 1.2.1. As aulas foram cuidadosamente preparadas e discutidas junto a integrantes do grupo de pesquisa do Projeto Fundão da UFRJ, do qual falaremos no capítulo 4 – Metodologia,

visando permitir aos alunos a compreensão do conceito de variáveis e a utilização de notação matemática apropriada, além de contemplar o desenvolvimento da capacidade de abstração e generalização através da utilização de planilhas e a construção de gráficos.

Todavia, além de todas as carências supracitadas, ensinar deficientes visuais envolve superar alguns obstáculos intrínsecos à falta da visão. Essas dificuldades, no âmbito do ensino de funções, serão discutidas no próximo capítulo.

Capítulo 2

O ENSINO DE FUNÇÕES E A DEFICIÊNCIA VISUAL

2.1 – Introdução

No capítulo anterior fizemos comentários acerca das dificuldades intrínsecas à aquisição do conceito de função, desde a percepção de regularidades à construção e interpretação de gráficos, passando pela problemática da notação matemática. Neste capítulo falaremos sobre dificuldades no ensino de função para deficientes visuais. Nosso interesse é mostrar que algumas adaptações são de extrema importância para a superação de certos obstáculos inexistentes no ensino para videntes deste tópico da matemática.

Além disso, descreveremos alguns aspectos metodológicos do Instituto Benjamin Constant, no Rio de Janeiro, local escolhido para a realização das atividades propostas para esta dissertação, com o intuito de apresentar as práticas voltadas ao ensino de funções através de materiais didáticos utilizados tais como: apostilas e ferramentas adaptadas.

2.2 – O Ensino de Função para os Deficientes Visuais: Principais Dificuldades

2.2.1 Práticas de Leitura e Escrita do Braille

Os aspectos históricos explicitados neste tópico da pesquisa foram baseados no texto de Cerqueira (2009).

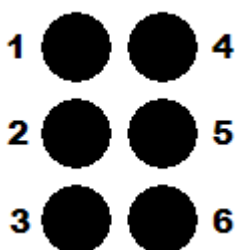
A alfabetização de deficientes visuais até o início do século XIX era feita com a representação linear do formato das letras, isto é, através de linhas contínuas que desenhavam as letras em alto relevo a fim de auxiliar os alunos a conhecerem sua representação. Vale destacar o processo de leitura desenvolvido por Valentin Haüy (1745–1822) que consistia na impressão em alto relevo de letras convencionais em meados do

século XVIII. Neste sistema, o cego poderia ler textos, mas ficaria impedido de escrever, pois dependeria de todos os equipamentos de uma tipografia.

No início do século XIX, Charles-Marie Barbier de La Serre (1767–1841) desenvolveu um processo de escrita por pontos salientes, conhecido como Escrita Noturna ou Sonografia. Segundo Cerqueira (2009), diversas pesquisas comprovaram que o uso de pontos salientes era muito mais eficaz para a utilização na escrita e na leitura por cegos do que o método de Haiiy.

A Sonografia de Barbier se estruturava em duas colunas de seis pontos cada uma, onde 36 combinações de pontos representavam os principais sons da língua francesa. Louis Braille, ao ter contato com este processo, desenvolveu um novo sistema de escrita e leitura baseado em Barbier de tal forma que cada símbolo representasse uma única letra e que a mesma pudesse ser abrangida de uma só vez com a extremidade de um dedo, o que não ocorria na Sonografia.

O sistema Braille de escrita e leitura, cuja versão final foi feita em 1837, é constituído de 63 símbolos obtidos pela combinação de 6 pontos agrupados em uma cela, chamada cela Braille (vide a figura 2.1), em alto-relevo capazes de representar qualquer informação alfa-numérica, além de notação musical elementar. Esta representação é inteiramente unidimensional, isto é, a leitura é feita da esquerda para a direita e a escrita, através da reglete, da direita para a esquerda.



(figura 2.1: Representação da cela Braille indicando a posição dos pontos)

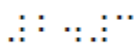
A invenção de Louis Braille começou a ser difundida em todo o mundo, mostrando-se capaz de atender às necessidades de leitura e escrita de deficientes visuais.

Até os dias de hoje, a leitura e escrita do Braille ocorre da mesma maneira, linear, gerando, algumas dificuldades. Para esta dissertação, falaremos especificamente dos

obstáculos para o ensino de matemática, como poderemos ver adiante. Segundo Grifing & Gerber (1996), o sentido da visão é capaz de captar informações instantaneamente, tal como uma fotografia, permitindo melhor processamento de informações. Na ausência de tal sentido, a leitura de expressões matemáticas mais complexas através do tato se torna mais difícil, como (Borges & Jansen, 2008) argumentam. A prática unidimensional de leitura e escrita que os deficientes visuais desenvolvem acarreta uma de suas maiores dificuldades: a representação e interpretação de símbolos e expressões matemáticas mais complexas, uma vez que a escrita matemática é bidimensional.

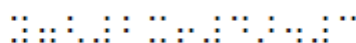
Assim, temos como exemplo:

A fração $\frac{2}{3}$ transcrita para o Braille é:



$$2 \div 3$$

A função $y = \frac{2x+4}{3}$ transcrita para o Braille é:



$$y = (2x+4) \div (3)$$

Na escrita em Braille da expressão acima, foi preciso inserir parênteses auxiliares a fim de dar sentido à expressão quando escrita de forma linear. Caso contrário, o leitor cego entenderia que apenas o número 4 estaria sendo dividido por 3 $\Rightarrow (y = 2x+4 \div 3)$.

Paula Marcia Barbosa, professora de matemática do Instituto Benjamin Constant (IBC), em comunicação pessoal, comenta que expressões mais complexas acarretam transcrições para o Braille mais complicadas devido a parênteses auxiliares e à impossibilidade de percepção da mesma de forma única e prática. Isto é, para o real entendimento das fórmulas e expressões, o aluno deve voltar ao início da linha algumas vezes a fim de poder fazer uma imagem mental mais completa e representativa da expressão.

Além da escrita matemática, a representação gráfica de relações matemáticas também fica prejudicada com relação à construção e a interpretação por parte dos alunos cegos, principalmente aqueles com cegueira congênita, por não terem memória visual de representações bidimensionais. Dessa forma, a linearidade da escrita Braille acaba acostumando os deficientes visuais a uma leitura somente da esquerda para a direita sem que haja uma exploração em outras direções, como na vertical. Para o cego, não é trivial procurar informações de forma bidimensional devido à constante leitura na horizontal. A ausência da exploração tátil bidimensional pode, por conseguinte, implicar em dificuldades em construir e interpretar tabelas, perceber sequências formadas por figuras geométricas, entre outros tópicos que são fundamentais em exercícios envolvendo generalização e abstração, ocasionando dificuldades no processo de aquisição do conceito de função. Neste sentido, Cariello (2010) ressalta que, de acordo com aulas assistidas por ela no Ensino Médio onde alunos cegos estavam inseridos, o estudante deficiente visual possui muitas desvantagens com estudo de números complexos, matrizes, entre outros assuntos tratados no Ensino Médio.

Contudo, Borges (2001) comenta que não quer dizer que não se deve fazer desenhos para cegos e sim acostumá-los a ler em duas dimensões, o que, para nós, é extremamente trivial. Garante, ainda, ser possível trabalhar com cegos através de gráficos de funções, histogramas, gráficos de setor, entre outros.

2.2.2 Adaptações de Materiais

A aplicação de atividades e exercícios sobre funções para alunos sem deficiência visual pode ser enriquecida com figuras, desenhos ou representações pictóricas de sequências, setas e gráficos. Todavia, quando estas atividades são voltadas para alunos cegos ou portadores de visão subnormal (baixa visão), tais adereços se tornam inviáveis, sendo necessárias adaptações peculiares a cada deficiência.

Para os alunos de visão subnormal, a adaptação mais comum consiste na ampliação de textos e figuras. Geralmente, são utilizadas as fontes Arial 22 ou 24 em negrito, para garantir maior contraste na impressão. Porém, para os cegos, a transcrição em Braille do

texto pode não ser suficiente. A identificação de algumas figuras se torna bastante difícil, sobretudo quando as mesmas estão carregadas de informação textual e/ou numérica.

A professora Paula Marcia, em comunicação pessoal, comenta que certas figuras são extremamente difíceis de serem adaptadas, sendo necessários textos auxiliares contendo a descrição das mesmas. Além disso, ressalta que as adaptações não são garantias de boa aceitação por parte dos alunos cegos. Muitas vezes, as figuras ou gráficos se apresentam bastante claros para quem adapta, mas, para o cego, constituem um elemento complicador para sua interpretação.

Em relação aos materiais adaptados pelo IBC, Paula ressalta ainda que o professor deve ficar atento às opiniões de todos os alunos, pois poderão eleger ferramentas diferentes que possuam a mesma finalidade como o caso do geoplano em madeira, geoplano em EVA e o Thermoform do plano cartesiano. Esses materiais possuem a finalidade de auxiliar na exploração tátil bidimensional através da marcação de pontos no plano cartesiano e a construção de gráficos. Enfatizo que essas ferramentas serão apresentadas de forma mais completa no capítulo seguinte.

Portanto, buscar uma maneira eficaz de adaptação do material didático capaz de suprir todas as necessidades dos deficientes visuais, mais precisamente dos cegos, é uma tarefa muito difícil, sendo imprescindível a realização de testes junto aos alunos antes de sua aplicação em atividades. Neste sentido, acredito que a realização de aulas-piloto para esta dissertação trouxe sugestões por parte dos próprios alunos acerca dos materiais adaptados a fim de potencializar a obtenção de resultados em futuras aplicações que fossem livres de dificuldades de interpretação dos participantes.

Adiante, serão apresentadas as práticas pedagógicas no Instituto Benjamin Constant com o intuito de serem observadas as adaptações praticadas por professores que trabalham diretamente com o conceito de função.

2.3 – O Ensino de Função para os Deficientes Visuais: Práticas do IBC

Nesta sessão, serão analisados alguns materiais utilizados no ensino de funções por professores do Instituto Benjamin Constant. Vale ressaltar que esta análise não tem por objetivo fazer críticas ou menosprezar qualquer trabalho. Nossa intenção é verificar os

contextos, expostos no capítulo anterior, que servem como base para a introdução do conceito de função neste Instituto.

2.3.1 As Práticas no Instituto Benjamin Constant

O ensino de funções, realizado exclusivamente com os alunos do 9º ano do IBC, é baseado em uma apostila, escrita pelos próprios professores do Instituto, cujo conteúdo abrange Relações, Funções, definições de Domínio, Contradomínio e Imagem, Função Afim, Função Constante e Função Linear, totalizando treze páginas, incluindo os exercícios. Faremos alguns comentários a seguir acerca deste material, focando cada capítulo do mesmo.

O primeiro capítulo, Relações, é iniciado através da apresentação de dois conjuntos A e B , além do conjunto $A \times B$ (produto cartesiano do conjunto A com o conjunto B), definindo Relação, em seguida, como sendo qualquer subconjunto não-vazio de $A \times B$. Neste material, todas as argumentações estão pautadas no contexto dos pares ordenados, servindo como base para a definição de Função, o que constitui seu segundo capítulo.

Através da frase “A cada elemento de A está associado um único elemento de B e não pode sobrar nenhum elemento em A .”, o capítulo que define Funções é introduzido. Nele, todos os exemplos e contra-exemplos exibidos fazem uso de pares ordenados. No mesmo sentido, os exercícios propostos somente trabalham com as coordenadas (x, y) .

Os conjuntos Domínio, Contradomínio e Imagem são definidos tomando por base, uma vez mais, os pares ordenados, seguindo, portanto, um único contexto do conceito de função.

A notação matemática é escassa, sendo utilizados apenas símbolos ou códigos de extrema necessidade, como parênteses $()$, chaves $\{ \}$, $f(x)$, $\text{Im}(f)$. Esta estratégia facilita a compreensão dos alunos cegos que, porventura, tenham dificuldades com o código matemático unificado do Braille.

No capítulo sobre Função Afim, a apostila apresenta, de início, um gráfico de uma função e uma tabela de valores que justificam a marcação dos pontos no gráfico. A única frase presente neste tópico informa aos alunos que o gráfico de uma função do 1º grau é

sempre uma reta. Analogamente ocorre nos capítulos sobre Função Constante e Função Linear.

Dessa forma, podemos perceber que há uma preferência pelo uso do contexto dos pares ordenados e pela correspondência entre dois conjuntos na apresentação do conceito, não havendo qualquer menção a regularidades, sequências e generalizações. A exposição dos gráficos não permite aos alunos a percepção da representação geométrica da expressão analítica apresentada por não haver discussões pertinentes acerca da marcação de pontos e inclinação das retas. Percebemos, também, que o raciocínio lógico e a intuição não são trabalhados, devido à existência de textos conclusivos, tal como: “O gráfico da função do 1º grau é sempre uma reta.”, logo após um único gráfico ter sido apresentado.

Os exercícios trabalhados giram em torno do mesmo contexto observado na parte explicativa da apostila sem haver qualquer contextualização dos problemas propostos. Notamos também a ausência de uma interligação entre os tópicos apresentados. Isto é, o aluno é levado a fazer correspondências entre conjuntos, mas não é estimulado a traçar os respectivos gráficos e vice-versa. Vale ressaltar que a prática em trabalhar o conceito de função em um único contexto é muito comum nas salas de aula em geral, conforme argumentação de Braga & Viali (2008) citada no primeiro capítulo desta dissertação.

No IBC, o ensino de funções é realizado exclusivamente no 9º ano do Ensino Fundamental, figurando como último tópico da matemática a ser trabalhado. Não há tampouco, uma preparação mais informal para esse estudo nos anos anteriores, como observações de padrões e regularidades em situações diversas.

É importante ressaltar que, no ano de 2009, esses alunos tiveram aulas de geometria e álgebra com a mesma professora: Paula Marcia Barbosa. Esta prática beneficiou o aprendizado deste tópico da matemática, pois a docente trabalhou a parte algébrica e geométrica do conceito de função simultaneamente. Contudo, Paula argumenta, em comunicação pessoal, que o pouco tempo reservado ao tema impediu um trabalho mais completo, além do baixo interesse dos alunos devido ao cansaço gerado ao término do ano letivo.

2.4 Considerações Finais

Neste capítulo, percebe-se que o ensino de funções para deficientes visuais proporciona algumas dificuldades adicionais intrínsecas à falta da visão. Verificou-se também como o Instituto Benjamin Constant, referência no Brasil em Educação Especial na área da deficiência visual, oferece a seus alunos o estudo deste tópico da matemática no âmbito das práticas em sala de aula.

Com isso, identificou-se a necessidade de apresentar e analisar alguns recursos didáticos utilizados no IBC na intenção de possibilitar uma aquisição consistente do conceito de função por alunos deficientes visuais. Assim, a seguir, serão discutidas algumas ferramentas citadas neste capítulo, tal como o geoplano, além da exposição do programa PLANIVOX que figura como um possível diferencial no ensino de funções para deficientes visuais.

Capítulo 3

FERRAMENTAS PARA O ENSINO DE DEFICIENTES VISUAIS

“A Educação Especial é um processo educacional definido por uma proposta pedagógica que assegure recursos e serviços especiais, organizados institucionalmente para apoiar, complementar, suplementar e, em alguns casos, substituir os serviços educacionais comuns, de modo a garantir a educação escolar e promover o desenvolvimento das potencialidades dos educandos que apresentam necessidade especial de educação, em todas as etapas da educação básica.”

(BRASIL, 2001. Resolução CNE/CEB N°2)

3.1 – Introdução

A atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei nº 9.394/96, no artigo 59, preconiza que os sistemas de ensino devem assegurar aos alunos currículo, métodos, recursos e organização específicos para atender às suas necessidades. Com base nesta Lei, serão descritos alguns recursos utilizados no ensino de deficientes visuais no Instituto Benjamin Constant que figuraram nesta pesquisa.

3.2 – Recursos Didáticos na Educação Especial

Uma das maiores dificuldades do deficiente visual, em especial o cego, é a dificuldade de contato com o ambiente físico. Quando o assunto é a matemática, o problema fica ainda mais grave, devido ao alto grau de abstração exigido. A carência de material adequado pode resumir o ensino da criança deficiente visual apenas a aulas verbais, desvinculadas da realidade. Somado a isso, a grande dificuldade da escrita matemática por parte dos alunos, principalmente a escrita Braille, aumenta a distância dos aprendizes ao conceito em questão.

Segundo Monteiro(-s.d.), “a prática educacional torna-se dinâmica e eficiente quando estratégias e recursos são usados como ferramentas indispensáveis à motivação e

ao interesse do aluno.” Estes recursos não podem ser vistos como solução, mas como ferramentas de dinamização e estimulação do trabalho em sala de aula.

Nosso trabalho nesta pesquisa não é inserir novos recursos didáticos. Queremos utilizar as ferramentas disponíveis para verificarmos como a aquisição do conceito de função pode ser auxiliada através de atividades em sala de aula e no laboratório de informática com o auxílio de computadores.

3.2.1 Definição

Cerqueira & Ferreira (2000, p. 01) definem recursos didáticos como: “todos os recursos físicos utilizados com maior ou menor freqüência em todas as disciplinas, áreas de estudo ou atividades que visam auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem de maneira mais eficaz.”. Ou seja, constituem-se em meios facilitadores e incentivadores do processo ensino-aprendizagem.

Os mesmos autores classificam os recursos como:

- Naturais: elementos da natureza como: pedras, água, animais...
- Pedagógicos: quadro, cartaz, gravura, slide...
- Tecnológicos: rádio, toca-discos, gravador, televisão, vídeo cassete, computador...
- Culturais: biblioteca pública, museu, exposições...

Alguns materiais são denominados básicos por serem considerados indispensáveis no processo ensino-aprendizagem dos alunos cegos, tais como reglete e punção, Sorobã, textos transcritos em Braille, gravador cassete (gravador de áudio).

Para os portadores de baixa visão, os recursos didáticos mais utilizados são cadernos com margens e linhas fortemente marcadas e espaçadas, lápis com grafite de tonalidade forte, caneta hidrocor preta, impressões ampliadas, materiais com cores fortes e contrastantes.

3.2.2 Critérios para Alcance da Eficiência de Utilização de Materiais Didáticos.

Cerqueira & Ferreira (2000, p. 03) comentam que a utilização de materiais adaptados para os deficientes visuais deve respeitar alguns critérios tendo em vista a eficiência dos mesmos.

- Tamanho: cuidado com materiais excessivamente pequenos que não ressaltam detalhes ou que sejam facilmente perdidos;
- Significação Tátil: o material precisa ter um relevo perceptível;
- Aceitação: cuidado com materiais que ferem ou irritam a pele;
- Estimulação Visual: deve conter cores contrastantes para estimular a visão funcional do aluno com baixa visão.
- Fidelidade: o material deve representar com máxima exatidão o modelo original;
- Facilidade de Manuseio: o material deve proporcionar ao aluno uma utilização prática;
- Resistência: a confecção com matérias que não estraguem facilmente devido ao freqüente manuseio pelos alunos;
- Segurança: não devem oferecer perigo aos alunos.

Para as atividades propostas nesta pesquisa, foram utilizados:

- Reglete e punção (fig. 3.1);
- Papel emborrachado (EVA);
- Malhas quadriculadas em Thermoform (fig. 3.2);
- Recortes em forma de camisas em papel comum;
- Cartolinas com palitos de fósforo determinando triângulos;
- Geoplano;
- Computador (Sistema DOSVOX).

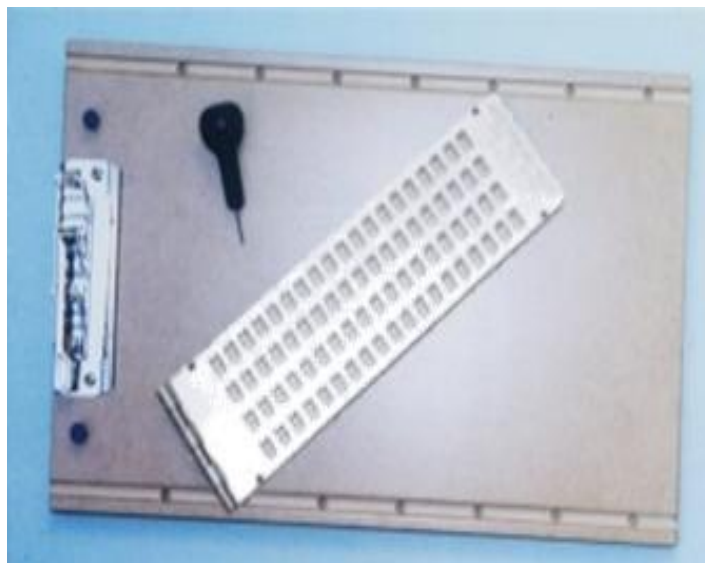


Fig. 3.1 – Reglete e punção

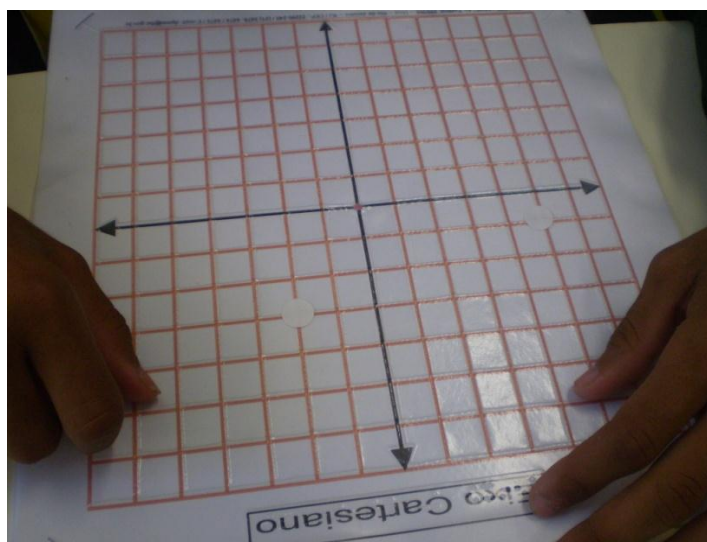


Fig. 3.2 – Malha quadriculada em Thermoform

A seguir, apresentaremos algumas das ferramentas mencionadas anteriormente que nos auxiliaram nesta pesquisa.

3.3 – O Geoplano

Segundo Leivas (-s.d.), o Geoplano é um modelo matemático que se constitui como um suporte concreto para a representação mental, figurando como uma etapa para o caminho da abstração através da geometria. Contudo, salienta que, como qualquer outro recurso didático, não é autoexplicativo, pois a intervenção do professor neste processo

ensino-aprendizagem é importante para a assessoria do processo de descoberta que o aluno necessita vivenciar.

O Geoplano é um objeto composto de pregos dispostos em forma quadricular sobre um pedaço de madeira.

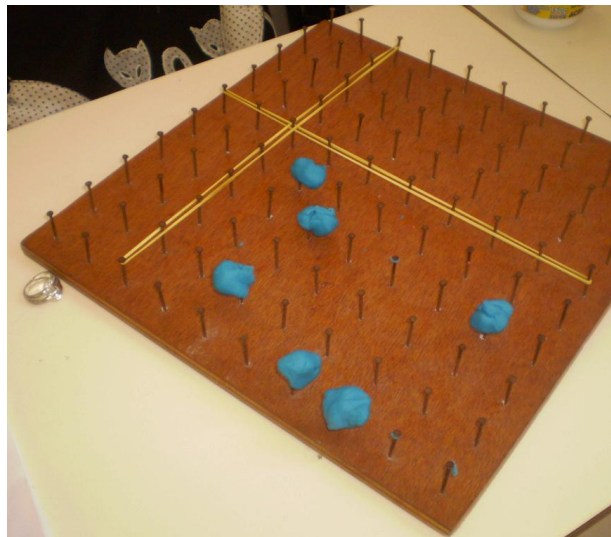


Fig. 3.3 – Geoplano de madeira

Os Geoplanos utilizados nesta pesquisa foram construídos no Instituto Benjamin Constant pela professora Paula Marcia Barbosa. Alguns possuem dimensões 30 cm x 30 cm compostos por dez fileiras paralelas com dez pregos equidistantes em 3 centímetros (fig. 3.3). É importante ressaltar que a distância de um prego para outro, tanto na horizontal quanto na vertical, é a mesma. Ainda há Geoplanos feitos pela mesma professora com papel emborrachado (EVA) e pequenos orifícios no lugar dos pregos do Geoplano de madeira (fig. 3.4).

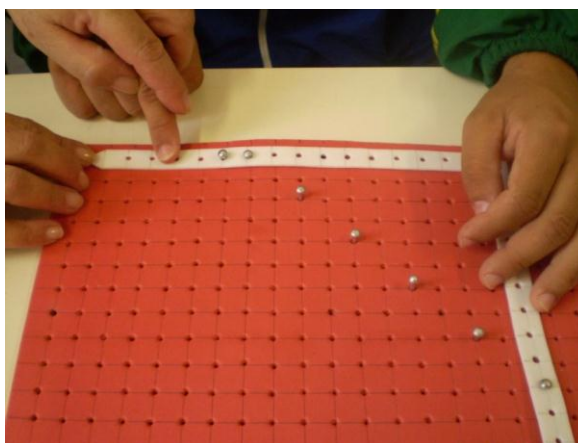


Fig. 3.4 – Geoplano de EVA

Este instrumento representa um espaço geométrico no qual pontos são marcados pelos pregos e segmentos de reta podem ser determinados por barbantes, linhas ou elásticos.

A seguir, apresentamos o Sistema DOSVOX que também figurou como ferramenta nas atividades aplicadas desta dissertação.

3.4 – Sistema DOSVOX.

3.4.1 Breve Histórico do Programa

Apresento em seguida um breve histórico do Sistema DOSVOX, tendo por base depoimentos colhidos em entrevistas realizadas com o professor Antonio Borges, um dos seus criadores.

No ano de 1993, foi matriculado no curso de informática da Universidade Federal do Rio de Janeiro o aluno Marcelo Pimentel. Devido a sua cegueira, sua prova de vestibular foi realizada no Instituto Benjamin Constant através de um leitor e da transcrição das respostas em Braille.

Ao longo do primeiro semestre de faculdade, a ajuda de amigos foi preponderante para que fosse eliminando uma a uma as disciplinas mais teóricas. Já no segundo período, em agosto de 1993, Marcelo foi inscrito numa disciplina pertencente à grade curricular obrigatória do curso: Computação Gráfica. Para o professor da cadeira, Prof. José Antônio dos Santos Borges, a participação de tal aluno seria um contra-senso uma vez que o curso trata de informações eminentemente visuais.

Contudo, diante da recusa de Marcelo em ser isento do curso, ambos resolveram buscar uma saída para o impasse. Como o Prof. Borges já havia trabalhado com programas de gravação e reprodução de som e voz com alunos anteriormente, utilizou essa vertente para tentar desenvolver um software de baixo custo e inteiramente nacional capaz de permitir maior interação do deficiente visual com o computador. Apesar desta tecnologia já existir na época, a qualidade de síntese de voz era péssima e não era capaz de reconhecer a Língua Portuguesa, além do alto custo da placa sintetizadora.

Borges desenvolveu um programa demonstrativo e levou para Marcelo junto com arquivos digitalizados para algumas poucas letras com a voz dele. Em poucos minutos, foi criado pelos dois um pequeno software, o SoleArq, que, como o nome sugere, soletrava letra a letra, um arquivo tipo texto. Isso já permitia a Marcelo ler, embora lentamente, as informações gravadas num arquivo no computador. O programa SoleArq em poucos dias se transformou em um novo programa que permitia que a digitação tivesse feedback. A cada tecla apertada um arquivo contendo o som correspondente era buscado e reproduzido na interface sonora. Isso foi o esboço de um pequeno editor de textos, muito rudimentar e com pouquíssimas opções. Esse programa foi a base do que veio depois a se transformar num poderoso editor de textos, o EDIVOX.

O próximo passo seria possibilitar que a tela do computador pudesse ser lida em tempo real. Todavia, os conhecimentos em informática de Marcelo eram insuficientes para tal tarefa. O desenvolvimento do programa Vox, uma solução trazida por Orlando José Rodrigues Alves, um programador do Núcleo de Computação Eletrônica (NCE) da UFRJ e aluno mais adiantado do curso de informática da mesma universidade, transformava aos poucos o microcomputador numa ferramenta mais acessível aos deficientes visuais.

Ao fim do período letivo, Marcelo já tinha disponíveis as ferramentas mínimas para o uso do computador ao longo de seu curso de informática: um editor de textos simples, um pequeno leitor de telas para MS-DOS e um sintetizador de baixo custo. Porém, a possibilidade de transformação e adaptação destas ferramentas era a grande questão que figurou como ponto importante para a criação do DOSVOX como conhecemos atualmente.

Segundo Borges (1996), a maior diferença entre o DOSVOX e os muitos programas que existem no mercado internacional, voltados para auxílio ao deficiente visual reside no fato de que o DOSVOX não é apenas uma “casca de interface” colocada sobre os programas convencionais, mas um ambiente operacional totalmente projetado com características de comunicação coerentes com as limitações do cego. Todo acesso é feito pelo teclado e o sistema de seleção por menus, conduzindo o deficiente a uma operação com muito menos erros. O DOSVOX é um programa que se comunica com o usuário através do uso de sintetizador de voz. O sistema conversa com o deficiente visual em Português, sem sotaque, dá a ele muitas facilidades que um usuário vidente tem como um sistema de gerência de arquivos adequado ao uso por deficiente visual, além de

proporcionar editor e leitor de textos, impressora a tinta e em Braille, ampliador de telas para visão subnormal, diversos jogos, além de programas para acesso a Internet. O DOSVOX dá também suporte à operação de programas que não foram criados para cegos, através de adaptações que permitem leitura sintética de telas ou substituição de interações bidimensionais ou cliques de mouse.

3.4.2 Funcionamento do DOSVOX

Antônio Borges (PROJETO DOSVOX) em comentários disponibilizados no endereço eletrônico do DOSVOX¹ justifica a grande aceitação do programa no território nacional em virtude dos seguintes aspectos:

- Fala em Português: Foi o primeiro programa desenvolvido para cegos no mundo cuja síntese de voz se dá em português. Atualmente, o número de cegos brasileiros que dominam outros idiomas é muito baixo.
- Oferece alto grau de interatividade: o DOSVOX praticamente “conversa” com o usuário sem que haja um comprometimento técnico em grau elevado por parte do mesmo.
- Seu custo: disponibilizado gratuitamente na internet.

O Sistema DOSVOX é composto atualmente por mais de setenta programas organizados da seguinte forma:

1. Sistema operacional que contém os elementos de interface com o usuário;
2. Sistema de síntese de fala;
3. Editor, leitor e impressor/formatador de textos;
4. Impressor/formatador para Braille;
5. Diversos programas de uso geral para o cego, como jogos de caráter didático e lúdico, Ampliador de telas para pessoas com visão reduzida, programas para ajuda à educação de crianças com deficiência visual entre outros.

¹ PROJETO DOSVOX. Ferramentas do Sistema DOSVOX. Disponível em: <<http://intervox.nce.ufjf.br/dosvox/ferramentas.htm>>. Acesso em: 08 mai.2009.

Embora já contemple diversos aplicativos, o DOSVOX ainda está em aperfeiçoamento. Na pesquisa realizada para esta dissertação, utilizamos especificamente o PLANIVOX, a planilha eletrônica do DOSVOX, ainda em versão preliminar.

3.4.3 PLANIVOX

O PLANIVOX é uma planilha eletrônica semelhante ao EXCEL do pacote do Microsoft Office, embora seja uma ferramenta que contenha menos funções que o mesmo.

Acionamento do DOSVOX

O micro é ligado normalmente. Os sons característicos da entrada do Windows são importantes para que o deficiente visual saiba quando é possível começar a executar o DOSVOX. O acionamento é feito pressionando as teclas "ctrl + alt + d", sendo então sintetizada a frase "DOSVOX - O que você deseja?", que será ouvida sempre que o sistema necessitar de uma nova informação.

A tela inicial será exibida (fig. 3.5)

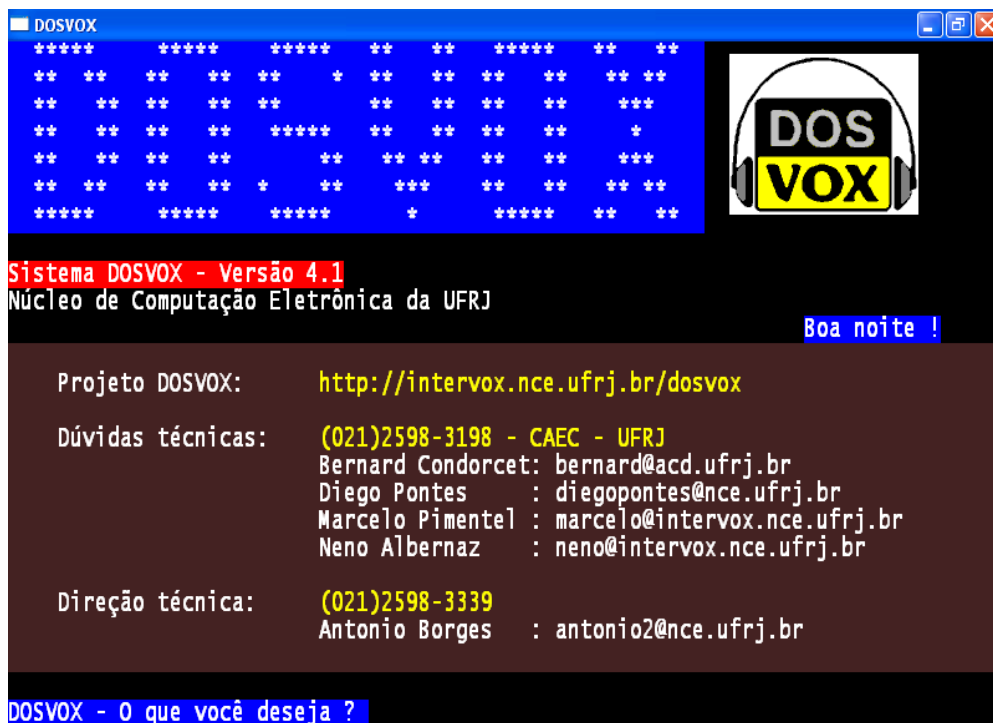


Fig. 3.5 – Tela inicial do DOSVOX

Pressionando as setas para cima ou para baixo, é exibido um menu contendo as subpastas dos aplicativos do DOSVOX. Para acessar o PLANIVOX, deve-se selecionar a opção U (utilitários falados).

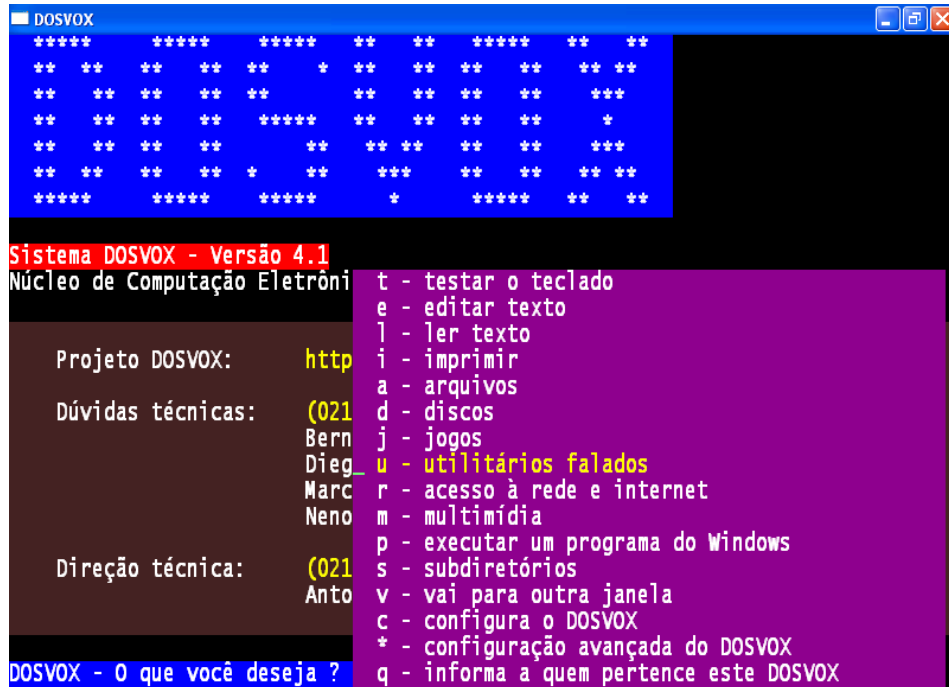


Fig. 3.6– Tela dos menus do DOSVOX

Após selecionar a opção U, um sub-menu é aberto (fig. 3.7). Neste campo, surge a opção **P** referente ao PLANIVOX.

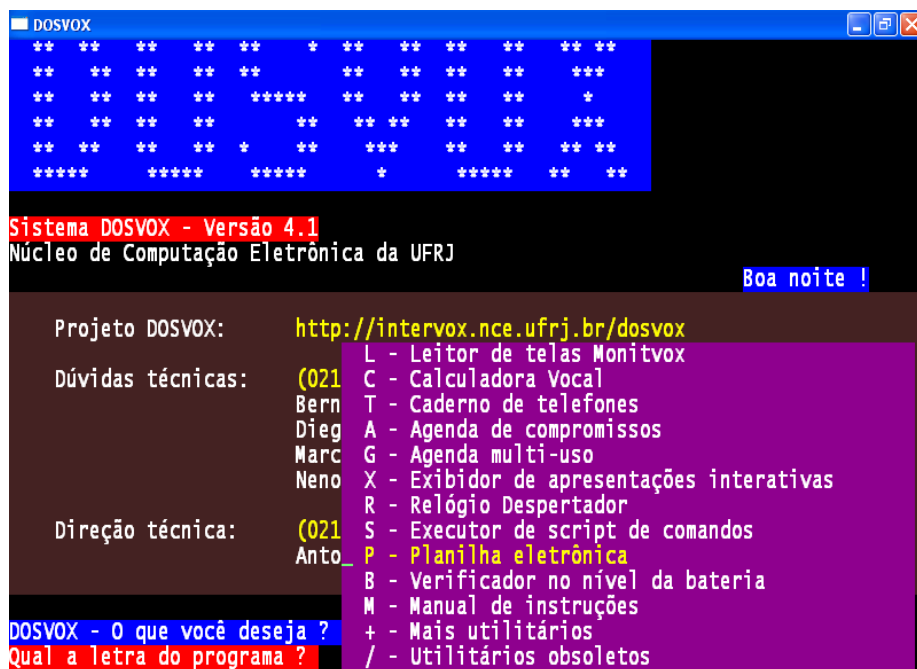


Fig. 3.7 – Segunda tela dos menus do DOSVOX

Vale lembrar que a versão do PLANIVOX disponibilizado no momento da construção desta pesquisa é o 0.5². Dessa forma, algumas funções contidas no EXCEL ainda não foram inseridas, como a possibilidade de exportar tabelas para a construção de gráficos dentro do ambiente DOSVOX sem que o usuário tenha que copiar dado por dado.

Abaixo, segue a interface do PLANIVOX (fig. 3.8).

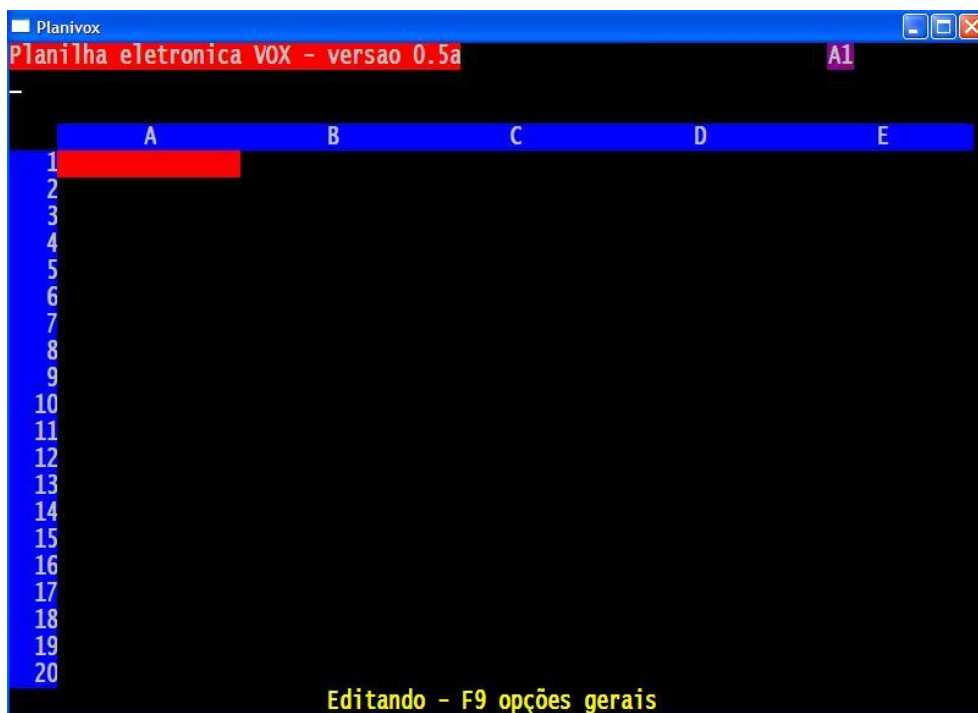


Fig. 3.8 – Interface do PLANIVOX

Ao ativarmos o PLANIVOX, o programa proporcionará imediatamente ao usuário a condição de ler e editar o conteúdo das células, através das setas do teclado.

Para a inserção de dados na planilha, deve-se selecionar a célula que receberá tais dados com a tecla ENTER. Se a célula estiver vazia, o PLANIVOX entende como “criar novos dados”. Se a célula já estiver ocupada, a tecla ENTER faz com que o PLANIVOX edite seu conteúdo. A informação sobre o que o usuário está realizando no programa é reproduzida em áudio e aparece na parte inferior da tela. O conteúdo a ser introduzido em cada célula poderá ser do tipo alfa/numérico, assim como fórmulas matemáticas.

² A planilha eletrônica não está finalizada, o que figuraria na sua versão 1.

Um importante atalho, a tecla F9, combinada às setas cima/baixo, possibilitará ao usuário o acesso aos menus de operação (detalhados nesse manual em tópicos subsequentes), e que, a partir desses, será possível ativar a grande maioria das funcionalidades do PLANIVOX.

A seguir, a interface do PLANIVOX com um exemplo de aplicação do programa nas atividades propostas nesta pesquisa (fig. 3.9):



Fig. 3.9 – Interface do PLANIVOX em uso

Os valores inseridos na coluna “PALITOS” (coluna B) foram resultados de fórmulas que generalizavam a sequência numérica encontrada na atividade “TRIÂNGULOS COM PALITOS” (apresentada no capítulo 6).

Para maiores informações sobre os comandos e a sintaxe trabalhada no programa, indicamos acessar a página do PROJETO DOSVOX:

<http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/ferramentas.htm>.

Em seguida, discutiremos a metodologia utilizada nesse trabalho.

Capítulo 4

METODOLOGIA

Neste capítulo, iremos apresentar os aspectos metodológicos utilizados na pesquisa, bem como o Estudo Piloto e sua influência para a elaboração do estudo principal.

4.1 – O Estudo Piloto

A fim de atingirmos os objetivos descritos para essa pesquisa, buscamos planejar detalhadamente as aulas de aplicação das atividades. O Estudo Piloto foi criado para que eventuais equívocos nas atividades pudessem ser corrigidos sem que os resultados colhidos na aplicação das atividades com a turma do 9º ano fossem prejudicados. Somado a isso, foi utilizado para que pudéssemos conhecer o ambiente de sala de aula do Instituto Benjamin Constant (IBC), além do próprio IBC. Contudo, devido à nossa inexperiência com alunos deficientes visuais, resolvemos fazer um Estudo Piloto com alunos do 7º ano do Instituto Benjamin Constant.

Formado por seis atividades da primeira etapa, divididas em dois dias de aplicação, o Estudo Piloto ocorreu no mês de outubro de 2008, com nove alunos do 7º ano do Ensino Fundamental do IBC, sendo 5 cegos e 4 de baixa-visão, sob a regência da professora Paula Marcia Barbosa, o auxílio de Beatriz Silva (estagiária do Projeto Fundação) e da professora Claudia Segadas, orientadora deste trabalho.

A aplicação das atividades que serviram como instrumento de estudo principal para esta pesquisa, doravante denominado apenas estudo, ocorreu entre os meses de abril e julho de 2009 divididos em seis encontros, com os sete alunos do 9º ano do Instituto Benjamin Constant, sendo 3 cegos e 4 portadores de baixa-visão, sob a regência da professora Paula Marcia Barbosa e o auxílio de Beatriz Silva (estagiária do Projeto Fundação). Neste estudo, escolhemos dois alunos (um com baixa visão e outro com cegueira congênita) como personagens da terceira etapa deste trabalho.

4.2 – Instrumentos Metodológicos

Todas as aulas aplicadas no Instituto Benjamin Constant foram amplamente discutidas com todos os integrantes do grupo de pesquisa do Projeto Fundão – Matemática, coordenados pela professora Claudia Segadas.

A coleta de informações e as análises realizadas acerca das atividades aplicadas com os alunos participantes desta pesquisa foram baseadas em relatórios das aulas ministradas, depoimentos dos alunos envolvidos, observação e análise da estrutura pedagógica do IBC e entrevistas com a professora Paula Marcia Barbosa.

As aulas foram gravadas em áudio e fotografadas com o consentimento dos alunos envolvidos que, por sua vez, tiveram suas identidades preservadas através da utilização de nomes fictícios.

Vale ressaltar que a participação da professora Paula Marcia foi como regente das turmas em que foram aplicadas as atividades, guiando e explicando todos os exercícios para os alunos. A estagiária do Projeto Fundão, Beatriz Silva, ficou responsável por percorrer os grupos durante a realização das aulas e o pesquisador, Heitor Oliveira, encarregou-se de percorrer os grupos anotando os procedimentos de resolução utilizados pelos participantes no Estudo Piloto. No estudo principal, Heitor observou de perto o grupo formado por Camila e Daniel, com o intuito de obter maior riqueza de informações sobre os mesmos.

Com relação ao ocorrido no Estudo Piloto, faremos breves considerações acerca das atividades aplicadas a seguir.

4.3 – Considerações Sobre o Estudo Piloto

Nosso primeiro contato com alunos do Instituto Benjamin Constant ocorreu através do Estudo Piloto, realizado em outubro de 2008. Em virtude dos objetivos deste Estudo Piloto, minha participação foi mais de observador, a fim de identificar o andamento e a eficácia das atividades diante dos objetivos planejados para esta pesquisa.

A turma era formada por 5 cegos e 4 de baixa visão. Os alunos não tinham conhecimento de gráficos e nem de números inteiros. Contudo, tinham aulas de informática com o DOSVOX, sabiam trabalhar com a reta numérica, tinham noção de retas perpendiculares e faziam associação de pontos nas retas (valores).

É importante dizer que os alunos também possuíam aulas com o Geoplano (com enfoque no 1º quadrante), pré-requisito para a construção de gráficos por figurar como único instrumento utilizado no Instituto voltado para a representação do plano cartesiano.

Após trabalharmos as seis primeiras atividades (apresentadas já na versão final nos Anexos V e VI) com esses alunos, foram necessárias duas modificações: uma quanto à mudança de dia na aplicação de uma das atividades, já que o primeiro encontro foi muito extenso e cansativo (atividade 4); outra quanto à tarefa proposta, cuja execução foi facilitada, embora tenhamos mantido seus objetivos (atividade 5). Na versão anterior os alunos tinham o trabalho de cortar palavras de uma lista e colocá-las em saquinhos de acordo com o número de letras de cada palavra, o que consumia muito tempo.

No mais, o desempenho dos alunos foi bom ao longo das atividades. Todos conseguiram resolvê-las satisfatoriamente. As dificuldades apresentadas giraram em torno do uso de variáveis, por serem alunos do 7º ano do Ensino Fundamental e ainda não terem trabalhado com expressões algébricas.

No capítulo 7, faremos as considerações acerca do Estudo Principal.

A seguir, apresentaremos os alunos da turma do 9º ano. Vale lembrar que todos os nomes citados são fictícios para efeito de preservação da identidade dos envolvidos.

Capítulo 5

OS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Neste capítulo, serão apresentados os participantes da pesquisa baseando-nos em entrevistas cedidas pelos mesmos cujas transcrições encontram-se nos Anexos I a III.

5.1 – Os Alunos que Participaram do Estudo

A turma do 9º ano do Instituto Benjamin Constant era constituída de sete alunos, sendo 3 cegos: Camila, Lauro e Denilson e 4 com baixa visão: Daniel, Miguel, Gisele e Daniela. Todos são alunos do Instituto há pelo menos cinco anos.

Os alunos tinham o conhecimento de números inteiros, números decimais, expressões algébricas. Trabalhavam com o DOSVOX nas aulas de informática do IBC, sabiam utilizar a reta numérica e possuíam noções de perpendicularidade e paralelismo. O Geoplano também era conhecido pelos participantes da pesquisa.

Em seguida, apresentaremos os alunos participantes desta pesquisa que foram observados com maior cuidado: Camila, Daniel e, em seguida, a professora Paula Marcia Barbosa.

5.2 – Camila e Daniel – Os Principais Alunos Participantes

Escolhemos trabalhar com os alunos do 9º ano do IBC, porém Camila e Daniel figurarão como personagens principais desta pesquisa. Esta seleção se baseou no desejo de observar o desenvolvimento de alunos deficientes visuais no processo de aquisição do conceito de função. Para isso, elegemos uma cega e um portador de baixa visão. Contudo, nossos objetivos não eram comparar desempenhos, mas sim contemplar alguns tipos de deficiência visual.

De acordo com entrevistas dadas, apresentaremos os alunos Camila e Daniel.

5.2.1 Perfil de Camila

Camila tem 18 anos e é uma aluna portadora de cegueira congênita, devido a um problema de má formação, o que ocasionou em um descolamento de retina. Frequenta o Instituto Benjamin Constant desde a fase chamada Estimulação, onde alunos com menos de um ano de vida são recebidos pelo colégio em prol de um desenvolvimento tátil, motor, psicológico e pedagógico. Já frequentou outros colégios quando tinha 2 anos de idade, mas só ficava com os colegas no jardim para poder se relacionar com outras crianças. No IBC, Camila estuda há 15 anos e, em virtude disso, domina completamente o Braille, inclusive a escrita matemática, além do Soroban. Considera que os professores de outras escolas possuem dificuldades para escrever a simbologia matemática em Braille, ao contrário dos docentes do IBC que, segundo a mesma, já estão adaptados.

Para estudar para as provas, Camila aproveita os exercícios dados em sala para poder relembrar o que foi feito. A frequência de estudos em casa é baixa, pois tem o costume de estudar às vésperas de cada prova. Enfatiza, também, que não consegue aprender sozinha, precisando sempre de um professor ao lado explicando. Sua família a auxilia por intermédio de livros que sua mãe consegue em outros colégios e através de explicações de matemática que seu pai proporciona por ser contador.

Utiliza o DOSVOX aproximadamente há 7 anos, inclusive em casa. Para ela, o programa oferece grande ajuda para trabalhar por ser todo em áudio tornando o manuseio mais fácil. Contudo, considera-o como um programa primitivo no sentido de não acessar qualquer site e não poder gravar CD's, entre outras funções. Apesar de ter acesso domiciliar ao DOSVOX, nunca havia utilizado a planilha PLANIVOX.

A entrevista completa poderá ser vista no Anexo I.

5.2.2 Perfil de Daniel

Daniel tem 16 anos e é portador de uma visão subnormal devido a sua mãe ter contraído rubéola durante a gestação. Frequenta o IBC desde o nascimento para consultas. Como aluno, está no colégio há 7 anos (desde os 9 anos de idade). Estudou até a quarta série (5º ano) em colégios não especializados e, ao se matricular no IBC, retornou à 1ª série do Ensino Fundamental.

Segundo Daniel, o Braille e o Soroban nunca chamaram sua atenção e, por conseguinte, não os domina. Acredita que possui facilidade para aprender matemática, sobretudo por considerar que os professores do IBC são mais pacientes que os demais. Sua habilidade em adquirir os conhecimentos matemáticos lhe permite estudar apenas 20 minutos antes da prova para que consiga uma boa nota, garantindo, portanto, não ter o costume de estudar em casa.

O Sistema DOSVOX é apenas utilizado por Daniel para jogos. Jamais o utilizou para construir planilhas, escrever textos ou quaisquer outras funções. Seu uso ocorre apenas no ambiente escolar, pois possui em casa um computador antigo sem o software.

Seu sonho é se formar em Administração para trabalhar em uma grande empresa com reconhecimento internacional e garante saber da importância dos conhecimentos matemáticos para estruturar sua carreira.

A entrevista completa poderá ser vista no Anexo II.

5.3 – Perfil da Professora Paula Marcia Barbosa

Paula Marcia Barbosa iniciou sua carreira como professora do Instituto Benjamin Constant no ano de 1982, através de regime de contrato. Sua vinda para o colégio foi casual. Todavia, suas habilidades com o ensino para deficientes visuais começaram a ser desenvolvidas no Curso de Especialização para Professores na Área da Visão no ano de 1982. Em 1984, prestou concurso para cargo de professora efetiva do mesmo Instituto, trabalhando com turmas de 1ª fase (2º ao 5º ano).

Como coordenadora de matemática do Instituto, traçava um conteúdo programático com os professores de matemática de todos os segmentos da escola, sempre preocupada em garantir o ensino de geometria para o desenvolvimento de explorações bidimensionais táteis desde os primeiros anos de escolaridade. Contudo, o ensino de matemática no IBC é feito de forma independente por cada professor.

Paula considera que a quantidade de alunos em sala de aula é um fator importante para o aumento da qualidade do aprendizado, pois trabalhar com deficientes visuais é se preocupar com as maneiras de ensinar a cada aluno, diferentemente de professores de alunos videntes que, em geral, ensinam todos os alunos da mesma maneira.

Em 1991, começou a fazer parte do grupo de pesquisa do Projeto Fundação do Instituto de Matemática da UFRJ, onde percebeu que poderia modificar sua maneira de

ensinar. Com isso, ministrou cursos de formação continuada para os professores do IBC a fim de divulgar essas novas metodologias para o ensino de matemática.

Paula comenta que desconhecia a planilha eletrônica PLANIVOX, mas que a terá como ferramenta de ensino associada à matemática, em virtude de sua participação nesta pesquisa de dissertação.

“É gratificante ensinar a esses alunos: com dificuldades, porém brilhantes. A preparação das minhas aulas, a confecção de apostilas que fiz para eles, os materiais concretos e adaptados para facilitar a compreensão, faria tudo de novo. Mesmo observando uma defasagem no ensino, procuraria ajudá-los da melhor maneira possível.”

(Entrevista com Paula Marcia Barbosa – Anexo III)

Durante toda esta pesquisa, Paula esteve presente nos momentos de pesquisa no Projeto Fundão e durante as aplicações das atividades. Vale ressaltar sua importante participação nas adaptações dos exercícios para o Braille. Destacamos também que as atividades propostas foram amplamente discutidas com base em sua experiência profissional nesta modalidade de ensino.

A entrevista completa poderá ser vista no Anexo III.

Após a apresentação dos participantes da pesquisa, descreveremos, no próximo capítulo, a aplicação das atividades com os alunos do 9º ano do IBC.

Capítulo 6

AS ATIVIDADES

Neste capítulo, apresentaremos somente as atividades que foram aplicadas com os alunos do Instituto Benjamin Constant, bem como seus respectivos objetivos. As análises realizadas com base nestas aulas serão expostas no capítulo seguinte.

Os enunciados das atividades estão disponibilizados integralmente nos Anexos V, VI, VII, VIII e IX.

6.1 – Primeira Atividade: Regra Sequencial³

A atividade inicial consistia em uma sequência formada por três figuras geométricas que se repetiam periodicamente.

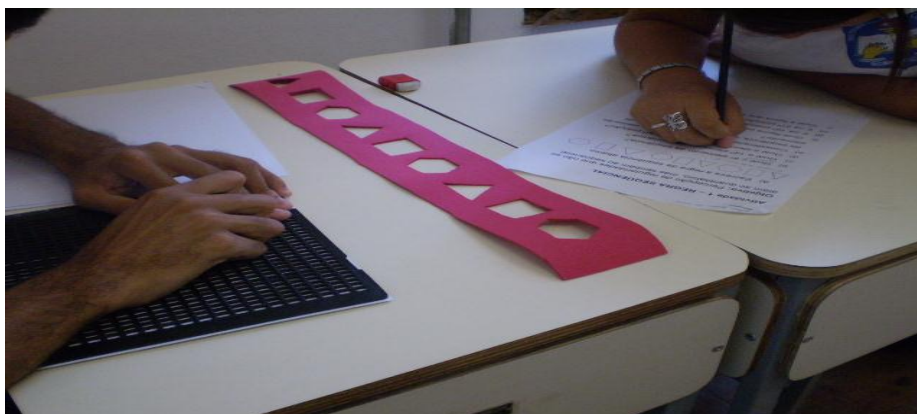


Fig. 6.1 – Sequência de figuras em EVA

Todos os alunos receberam uma faixa de papel emborrachado (EVA) contendo a sequência (fig. 6.1). Pedia-se para que cada aluno escrevesse a sequência observada com suas palavras. A seguir, os alunos eram questionados sobre que figuras estariam ocupando diversas posições. Esta atividade teve por objetivo trabalhar a percepção de regularidades, que é fundamental para a compreensão dos conceitos de variável e de função.

³ Atividade adaptada de: SOUZA & DINIZ (1994), *Álgebra: das Variáveis às Equações e Funções*. São Paulo: CAEM/IME-USP, p. 18.

6.2 – Segunda Atividade: Sequência com Retângulos⁴

A segunda atividade consistia em apresentar conjuntos ordenados de retângulos cuja cardinalidade gerava uma sequência numérica. A seguir, exibimos a figura trabalhada com os alunos na aplicação da tarefa.



Fig. 6.2 – Sequência de Retângulos

As figuras foram impressas em Braille ou em tinta, não havendo qualquer outro material auxiliar/adaptado. As perguntas deste exercício concentraram-se na quantidade de retângulos em diversas posições (conjuntos).

Seu objetivo era estudar uma sequência numérica formadas por objetos geométricos através da observação de regularidades. Nesta atividade, pela primeira vez, figurava um questionamento acerca de uma posição P qualquer, através da pergunta:

“Quantos retângulos terão a figura ocupando uma posição P qualquer?”

6.3 – Terceira Atividade: Triângulos com Palitos⁵

Para esta atividade, os alunos receberam uma faixa de cartolina com palitos de fósforo colados em forma de triângulos gerando uma sequência (fig. 6.3).

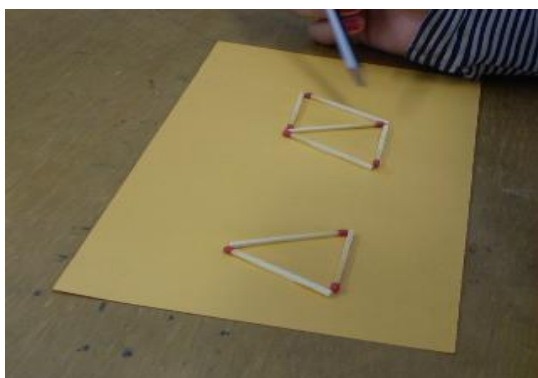


Fig. 6.3 – Triângulo com palitos

⁴ Atividade adaptada de: SOUZA & DINIZ (1994), *Álgebra: das Variáveis às Equações e Funções*. São Paulo: CAEM/IME-USP, p. 24.

⁵ Atividade adaptada de: TINOCO (2002), *Construindo o Conceito de Função*. 4. Ed. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, p. 33.

O objetivo desta atividade era permitir o registro das regularidades, padrões ou leis numa sequência através de uma situação tátil. Pedia-se aos alunos que calculassem o número de palitos necessários para a construção de determinadas quantidades de triângulos. Somado a isso, esta atividade exigiu uma generalização da sequência em virtude de questionamentos envolvendo números elevados de polígonos (inacessíveis através do tato), tal como 65 triângulos.

Novamente, foi explorado o uso de variáveis por meio de escrita de uma relação matemática entre a quantidade de triângulos e a quantidade de palitos necessários para construí-los, conforme podemos verificar na transcrição da seguinte pergunta:

“Se alguém quiser saber quanto palitos serão usados para formar um número n qualquer de triângulos, você saberia escrever uma expressão para ajudá-lo?”

6.4 – Quarta Atividade: Camisas Penduradas⁶

Nesta atividade, os alunos tiveram contato com diversos papéis cortados em forma de camisas, barbantes e pregadores para simular um varal com camisas penduradas (fig. 6.4).

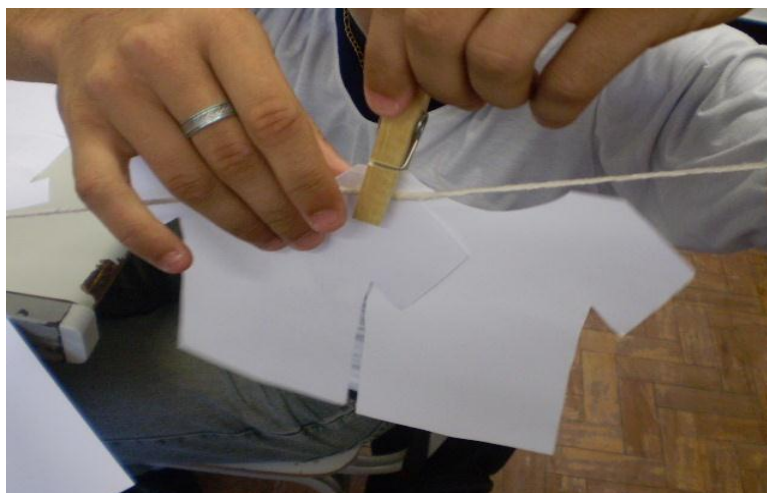


Fig. 6.4 – recortes de papel em forma de camisas

Ao longo do exercício, foram feitas relações entre a quantidade de camisas e a quantidade de pregadores necessários para pendurá-las. Para o trabalho com o conceito de variável, foi solicitado a cada aluno que escrevesse uma expressão matemática que

⁶ Atividade adaptada de: TINOCO (2002), *Construindo o Conceito de Função*. 4. Ed. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, p. 32.

representasse o problema. O objetivo desta atividade foi permitir o registro de regularidades observadas em uma sequência tátil e a generalização do problema através do uso de variáveis.

6.5 – Quinta Atividade: Classificando Palavras

Os alunos receberam uma lista contendo diversas palavras. O exercício pedia a organização das palavras em tabelas de acordo com a quantidade de letras, conforme pode ser visto abaixo.

Classifique cada uma das palavras a seguir de acordo com a quantidade de letras que possui. Construa uma tabela.

<i>Fada</i>	<i>Casco</i>	<i>Uma</i>	<i>Seu</i>	<i>Fidalgo</i>	<i>Dó</i>
<i>Camelo</i>	<i>Asa</i>	<i>Café</i>	<i>Lá</i>	<i>Cebola</i>	<i>Triste</i>
<i>Rua</i>	<i>Prédio</i>	<i>Asfalto</i>	<i>Torre</i>	<i>Dia</i>	<i>Claro</i>
<i>Me</i>	<i>Pois</i>	<i>Talo</i>	<i>Dar</i>	<i>Selo</i>	<i>Tampa</i>

Esta atividade foi concebida com o intuito de permitir a percepção da relação funcional através de exemplos práticos, a construção de tabelas e o registro dos dados obtidos nos problemas. Os alunos não receberam nenhum material especial, pois todas as palavras contidas na lista foram impressas em tinta e em Braille, de acordo com as necessidades de cada aluno.

6.6 – Sexta Atividade: A Moto de Segunda Mão

A sexta atividade foi a última aplicada nos estudos piloto. Ocorreu no segundo encontro. Neste exercício, não houve qualquer tipo de material adaptado para a resolução. Seu propósito foi gerar uma situação não tátil, através da discussão sobre o preço de uma moto que decrescia em progressão geométrica ao longo do tempo. Com esta atividade, os alunos puderam perceber regularidades e realizar generalizações envolvendo a divisão.

6.7 – Sétima Atividade: Os Pães⁷

A sétima atividade, bem como as seguintes, foi aplicada somente no estudo principal. Realizada no terceiro encontro, a atividade deu início à segunda etapa deste trabalho. Seu objetivo foi auxiliar os alunos na construção de tabelas no papel e no computador utilizando a ferramenta PLANIVOX do sistema operacional DOSVOX. Neste exercício, os alunos foram levados a perceber as regularidades e a generalizar através do uso da variável n . O problema ainda discute sobre os possíveis valores que essa variável pode assumir.

Para o ensino de função, a percepção de regularidades e a utilização das variáveis na escrita matemática como generalização de um problema são fundamentais. Porém, é muito importante que o aluno conheça a variável que utiliza, sobretudo no que tange aos valores que a mesma representa no contexto em questão.

6.8 – Oitava e Nona Atividades: Triângulo com Palitos & Camisas Penduradas⁸

As oitava e nona atividades foram uma reedição de “Triângulos com Palitos” e “Camisas Penduradas” aplicadas na primeira etapa desta pesquisa (atividades em sala de aula sem o uso do computador). Foram lembradas com o objetivo de o aluno construir tabelas no PLANIVOX que representassem os contextos trabalhados para que os alunos percebessem a importância da inserção de fórmulas no PLANIVOX através da escrita de expressões matemáticas exigidas pelo programa.

6.9 – Décima Atividade: Jogo das Regras Numéricas⁹

A décima atividade foi trabalhada no quarto encontro do estudo principal. Neste exercício, o aluno recebia a seguinte tabela de valores:

Número dito:	4	6	10	-15	3	—
Número respondido:	8	12	20	-30	—	14

⁷ Atividade adaptada de: TINOCO (2002), *Construindo o Conceito de Função*. 4. Ed. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, p. 35.

⁸ Atividade adaptada de: TINOCO (2002), *Construindo o Conceito de Função*. 4. Ed. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, Pp. 32 – 33.

⁹ Atividade adaptada de: SOUZA & DINIZ (1994), *Álgebra: das Variáveis às Equações e Funções*. São Paulo: CAEM/IME-USP, Pp. 56 – 57.

Neste jogo, cada número dito era associado a outro de acordo com uma transformação linear. Num primeiro momento, os alunos deveriam descobrir que transformação matemática foi utilizada na tabela. Em seguida, era pedida a reprodução das mesmas no PLANIVOX, completando as lacunas existentes. O objetivo foi auxiliar os alunos na construção de tabelas eletrônicas no PLANIVOX, através do reconhecimento de padrões numéricos e da escrita matemática das relações entre as variáveis envolvidas.

“É importante ressaltar que as construções por meio de planilhas eletrônicas possibilitam interatividade, ou seja, uma relação dinâmica entre as ações do aluno e as reações do ambiente, resultado de suas operações mentais. Os objetivos matemáticos que podem ser representados na tela do computador (fórmulas, tabelas, gráficos, etc.) constituem-se na materialização de ações mentais dos alunos, utilizando os comandos disponíveis pelo aplicativo.”

(MORGADO, 2003, p.26 **apud** BRAGA & VIALI, 2008, p. 06)

Nesta atividade, foram trabalhados três exercícios contendo transformações matemáticas distintas. O domínio da linguagem do PLANIVOX, muito similar a das planilhas eletrônicas mais utilizadas no mercado, como o Excel, permite que o aluno adquira melhor o conceito de variável e das relações funcionais, conforme salienta Morgado (2003, **apud** BRAGA & VIALI, 2008).

Nos últimos dois encontros do estudo principal, aplicamos 4 atividades que iniciaram a terceira etapa do nosso estudo. Todas essas atividades tinham como objetivo principal o estudo dos gráficos com o uso do geoplano.

6.10 – Décima Primeira Atividade: Análise de Gráficos: Jogo da Regras Numéricas

Nesta atividade, os alunos receberam uma tabela preenchida do Jogo das Regras Numéricas trabalhado no encontro anterior. O exercício solicitava a marcação dos pontos, referentes a cada par ordenado contido na tabela, nos eixos cartesianos do geoplano. Para a determinação desses pontos, os alunos utilizaram massa de modelar.

A determinação dos pontos no geoplano auxilia o aluno a perceber a possibilidade de representação geométrica de um determinado contexto, figurando, assim, como uma importante ferramenta de interpretação da correlação entre as variáveis envolvidas nesta atividade.

6.11 – Décima Segunda Atividade: Análise de Gráficos: Família de Seis integrantes¹⁰

Este exercício descrevia uma família contendo seis integrantes. Ao lado, apresentava-se um gráfico que relacionava a idade e a altura de cada integrante. Era pedido aos alunos que identificassem, de acordo com algumas características descritas, cada integrante da família, relacionando-os aos pontos contidos no gráfico. Contudo, este, propositalmente, trazia no eixo horizontal a representação das alturas dos familiares e no eixo vertical, as idades. Somado a isso, alguns integrantes possuíam a mesma altura e outros, a mesma idade. Com o objetivo de auxiliar os alunos na manipulação e interpretação de gráficos, os discentes deveriam interpretar e descobrir tais informações através das perguntas inseridas no problema. Como última solicitação, os alunos deveriam representar, no Geoplano, o mesmo gráfico, invertendo a conotação dos eixos (eixo vertical passando a representar as alturas e o eixo horizontal, as idades).

6.12 – Décima Terceira Atividade: Análise de Gráficos: A Temperatura

Esta atividade foi trabalhada no último encontro da terceira etapa. Era apresentado aos alunos um gráfico contínuo que descrevia a temperatura da Cidade do Rio de Janeiro durante uma madrugada. Neste gráfico, eram exibidos intervalos crescentes, decrescentes e constantes, como se pode verificar na figura a seguir.

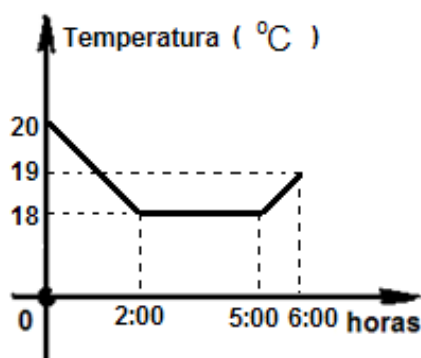


Fig. 6.5 – Gráfico da 13ª atividade

No exercício, o aluno era levado a interpretar a evolução da temperatura através de sucessivas perguntas. Os gráficos foram confeccionados em tinta e em Braille, não

¹⁰ Atividade adaptada de: TINOCO (2002), *Construindo o Conceito de Função*. 4. Ed. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, p. 15.

havendo auxílio de nenhum material adaptado. Neste momento da pesquisa, os alunos deveriam realizar análises acerca da temperatura, relacionando-as com o horário correspondente, permitindo, com isso, o aprendizado da interpretação de gráficos funcionais.

6.13 – Décima Quarta Atividade: Análise de Gráficos: O Reservatório¹¹

A última tarefa deste encontro foi proposta para conectar quase todas as etapas trabalhadas, desde a percepção de regularidades, como a escrita de uma expressão matemática que generalizasse o problema, além da construção de um gráfico representativo da situação. A única etapa não contemplada por este exercício foi a produção de tabelas e gráficos no DOSVOX.

Foi fornecida aos alunos uma imagem (devidamente adaptada em Braille no material entregue aos cegos) que representava um reservatório cheio d'água (fig. 6.6):

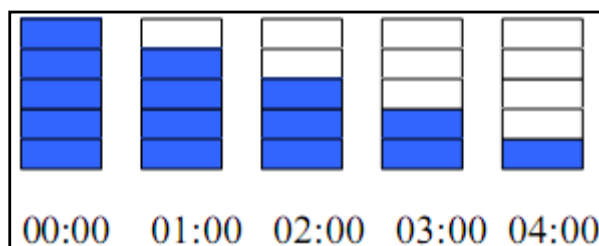


Fig. 6.6 – Representação do reservatório

Neste reservatório, havia um registro que seria aberto e um cronômetro a ser disparado. Em seguida, era indicada uma tabela a qual cada aluno deveria preencher de acordo com a quantidade de água existente neste reservatório de acordo com o tempo indicado. Vide a tabela (fig. 6.7):

Tempo (horas)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5
Volume (litros)	1000		800						

Fig. 6.7 – Tabela da atividade do Reservatório

¹¹ Adaptado de: ROSSINI, Renata. *Saberes Docentes Sobre o Tema Função: Uma Investigação das Praxeologias*. São Paulo, 2007. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, p. 288.

Os alunos deveriam marcar os pares ordenados no geoplano. Com o objetivo de sofisticar o nível de interpretação dos alunos, perguntava-se sobre a disposição desses pontos do gráfico, além da possibilidade de uni-los de acordo com o tema em questão.

Esta atividade mostra como o aluno entendeu os conceitos de variável e de função através dos exercícios anteriores. Além disso, permite-nos observar a aquisição da habilidade de construção de interpretação de gráficos.

No próximo capítulo, discutiremos a aplicação dessas atividades.

Capítulo 7

APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES

7.1 – Introdução

Neste capítulo, apresentaremos o estudo principal ocorrido nos meses de abril a julho de 2009 no Instituto Benjamin Constant dividido em sete encontros. As aulas foram elaboradas com base em exercícios contidos no livro “*Construindo o Conceito de Função*” (TINOCO, 2002) e “*Álgebra: das variáveis às equações e funções*” (SOUZA & DINIZ, 1994) com o objetivo de verificar como um material didático usado por crianças sem deficiências pode ser utilizado no ensino de deficientes visuais apenas com as adaptações intrínsecas à limitação visual. Somado a isso, buscamos verificar como o uso do computador pode auxiliar neste processo de aprendizagem.

Os sete encontros foram realizados com os alunos do 9º ano de escolaridade sob a regência da professora Paula Marcia Barbosa do IBC. Contamos também com o auxílio da estagiária do Projeto Fundão, Beatriz Silva e a equipe do Projeto Fundão, coordenada pela professora Claudia Segadas, através de discussões semanais sobre as atividades a serem aplicadas.

A seguir, faremos uma análise das atividades aplicadas.

7.2 – Primeiro Encontro

A primeira aula foi aplicada no dia 07 de abril de 2009 e estavam presentes os sete alunos da turma. Os alunos foram divididos em três grupos aleatórios. Porém, Daniel e Camila deveriam constituir um grupo apenas.

Usarei as abreviações C- cego e BV- baixa-visão.

1º grupo: Camila (C) e Daniel (BV)

2º grupo: Lauro (C), Miguel (BV) e Gisele (BV)

3º grupo: Denilson (C) e Daniela(BV)

Esta aula teve a duração de uma hora e cinquenta minutos e os alunos realizaram as três atividades previstas que serão analisadas a seguir.

Atividade 1 – Regra Sequencial

Nesta atividade, os alunos apresentaram dificuldades em explicitar a regra da sequência. Daniel também demonstrou esta dúvida. Camila preferiu ficar em silêncio. Porém, após explicação da professora Paula para a turma, todos conseguiram identificar a sequência corretamente.

- Prof. Paula: A tira de EVA que vocês receberam contém nove figuras. Mas, são nove figuras diferentes?
- Turma: Não. Repetem de três em três.
- Prof. Paula: Quais são as figuras que se repetem?
- Turma: Triângulo, retângulo e hexágono; triângulo, retângulo e hexágono;...
- Prof. Paula: E então? Perceberam qual é a regra da sequência?
- Turma: Sim.

No decorrer da atividade, os alunos foram desenvolvendo suas estratégias de resolução para a questão. Em geral, utilizavam o artifício da contagem para encontrar o elemento que ocupava determinada posição. Contudo, diante da pergunta sobre o oitavo elemento da sequência, Daniel respondeu ser o mesmo que o segundo elemento da primeira repetição, isto é, o retângulo. Embora Camila não falasse suas respostas, concordava com as dadas por Daniel, acompanhando seu raciocínio: “É... mesmo elemento do segundo e do quinto”, referindo-se às posições dos polígonos na sequência.

À medida que as perguntas do exercício eram respondidas, Daniel e Camila começaram a perceber que o hexágono ocupava sempre posições múltiplas de três e passaram a utilizar essa informação para determinar elementos em posições mais elevadas, como a vigésima primeira ou a septuagésima primeira. Para esta última posição, Daniel associou o número 72 (setenta e dois) como um múltiplo de 3 e voltou um elemento, chegando assim no retângulo localizado na septuagésima primeira.

- Daniel: Como vai repetindo de três em três, eu sei que o hexágono estará na posição 3, 6, 9, 12, em toda a tabuada do 3. Aí, é só ver que o 72 é múltiplo de 3. Daí, é só voltar um e dá no retângulo.

Camila resolveu ir contando de forma similar, porém, utilizou o triângulo como o polígono que ocupa as posições múltiplas de 3, encontrando assim o hexágono como solução. Ao refazer seus cálculos, percebeu o erro, demonstrando assim que não utilizou a mesma estratégia que Daniel. Camila foi contando de três em três, ao invés de associar o múltiplo de 3 mais próximo de 71.

Atividade 2 – Sequência dos Retângulos

Nesta atividade, não houve dificuldade em perceber que a sequência era baseada na multiplicação por dois do valor numérico da posição de cada elemento para se determinar o número de retângulos correspondentes, embora Camila tenha sentido mais dificuldade em perceber a estrutura da sequência, em virtude da mesma ter sido apresentada, em Braille, na vertical. Daniel e Camila comentaram ser uma sequência mais fácil e passaram a ignorar os retângulos como referência numérica, utilizando apenas a multiplicação de números para responder a todas as perguntas.

Daniel: Aqui é facinho! É só multiplicar por dois!

Camila: Multiplicar por dois. Aqui a sequência é seguida pelos múltiplos de dois, né? Dois, quatro, seis...

Devido aos alunos já terem o conhecimento de expressões algébricas, a dificuldade em utilizar as letras, como na pergunta sobre a quantidade de retângulos existentes na posição P qualquer, foi pequena. Embora tenham demonstrado certo desconforto em dar uma resposta algébrica, os alunos precisaram de poucas explicações para determinar que o número de retângulos era $2P$.

Prof. Paula: A letra P representa uma posição qualquer nesta sequência. Para a gente saber quantos retângulos tem em cada posição, o que vocês fazem?

Daniel e Camila: Multiplicamos por dois.

Prof. Paula: Para saber quantos retângulos existem na posição P, como se faz?

Camila: Multiplica por dois também! Aí, fica...P vezes 2, que é ...

Daniel: $2P$!

Camila: Isso!

É interessante observar que a utilização da expressão $2P$, em vez de P vezes 2 ($P \times 2$), demonstra maior familiaridade com o emprego das variáveis.

Atividade 3 – Triângulo com Palitos

Esta atividade envolveu uma expressão algébrica mais elaborada que a atividade anterior, gerando maior discussão entre os alunos. Muitas estratégias para solucionar o problema foram expostas e testadas pelos alunos, levando-os a participar ativamente da discussão em busca da verdadeira solução.

Diante dos questionamentos envolvendo quantidades elevadas de triângulos, Camila percebeu a seguinte recorrência ao responder quantos palitos são necessários para formar 65 triângulos:

Camila: Assim... sabendo que só o primeiro triângulo vale três, não é, porque o resto vai aproveitar um lado em comum, então para os outros triângulos eu coloco dois. Dois palitos. Então, o que eu fiz para poder fazer um cálculo rápido? Fiz 3 mais 65 vezes 2 , que é igual a 130 . Então... 133 . Só que os dois eu tiro dois porque os dois palitos que tão aí não vou precisar deles, uma vez que o primeiro triângulo já está feito desde o início, então 131 . Meio maluco, mas cheguei ao resultado certo. Cálculo meio doido, mas...

Ou seja, Camila calculou $3 + 65 \times 2 - 2$. Com isso, percebeu que bastava multiplicar a quantidade de triângulos por dois e somar uma unidade.

Daniel mostrou muita dificuldade em entender o raciocínio apresentado por sua colega. Apresento o diálogo que tive com Camila em que explicou como faria para determinar a quantidade de palitos necessários para a construção de 100 triângulos no intuito de auxiliar o entendimento do colega Daniel:

Heitor: Quantos palitos serão necessários para formar cem triângulos?

Camila: Cem triângulos... Primeiro, vamos formar o primeiro triângulo com três palitos. Depois, eu vou fazer cem vezes dois que dá duzentos. Duzentos mais três, duzentos e três. Só que eu vou tirar dois, vai dar duzentos e um. Porque esses dois não precisam, pois o primeiro triângulo já está pronto.

Heitor: Por que você vai fazer 100×2 ?

Camila: Porque cada triângulo, depois do segundo, vai usar dois palitos.

Heitor: Ok, mas por que você soma três?

Camila: Três do primeiro triângulo.

Heitor: E por que você tira dois?

Camila: Porque se eu somasse esses dois, fica como se tivesse mais um triângulo ali. Porque tipo assim...

Daniel: Então esse seria 101 triângulos.

Camila: Se eu multiplicar só 100 por 2, é como se cada triângulo fosse feito por dois palitos, e não é. Então, a gente tira um triângulo desses dois palitos e esse triângulo vai ser feito com três palitos. Entendeu?

Daniel: Entendi. Ela multiplica por dois, soma com três e tira dois.

Heitor: Então, Daniel, me responda quantos palitos você vai usar para fazer mil triângulos.

Daniel: Mil triângulos... 2001.

Heitor: 2001. Você fez 1000×2 , e depois o que você fez?

Daniel: Somei 3 e depois subtraí por 2.

A utilização das letras na generalização não exibiu dificuldades por parte dos alunos. Apesar de generalizarem como $2n + 3 - 2$ ao invés de $2n + 1$, que é mais simples, Camila demonstrou o perfeito entendimento da sequência e a descoberta de uma expressão através da regularidade apresentada na formação dos triângulos. Todavia, temos dúvidas se Daniel memorizou uma regra numérica ou se percebeu o processo de formação da sequência.

7.3 – Segundo Encontro

O segundo encontro foi realizado no dia 14 de abril de 2009 e estavam presentes os sete alunos da turma. Todos os grupos formados no primeiro encontro foram mantidos. Esta aula teve a duração de uma hora e vinte minutos e os alunos realizaram as três atividades previstas que serão analisadas a seguir.

Atividade 4 – Camisas Penduradas

Nesta atividade, Daniel comentou que era responsável por pendurar as roupas no varal em casa e que já havia explicado a sua mãe essa maneira de economizar pregadores. Com isso, identificou rapidamente a regra da sequência.

Contudo, ao responder às questões propostas, Daniel cometeu diversas vezes o mesmo erro, dando as respostas trocadas. Isto é, em vez de responder que para pendurar três camisas precisaria de quatro pregadores, escreveu que precisaria de quatro camisas. Isto pode demonstrar uma pequena falta de atenção, porém pode denotar uma dificuldade na compreensão da relação funcional.

Camila conseguiu perceber rapidamente a lei de formação da sequência construída no problema, como podemos ver no diálogo abaixo:

Heitor: Para quatro camisas, você vai usar quantos pregadores?

Camila: Cinco.

Heitor: E para oito? E para dez? E para onze?

Camila: Nove. Onze. Doze.

Todavia, demonstrou muita dificuldade em construir uma tabela. A professora Paula fez, em tinta, um esboço de uma tabela e Daniel preencheu-a rapidamente. Todavia, foi necessário que a professora auxiliasse Camila, organizando os dados nas celas Braille. Com isso, ela se sentiu mais segura em fazer uma tabela quando pode senti-la momentos depois.

Camila: Eu nunca tinha visto como uma tabela poderia ser feita na reglete. Agora, eu sei como fazer.

Os alunos cegos não estavam acostumados com a construção de tabelas. Em comunicação pessoal, Paula explica a dificuldade do aluno cego na construção de tabelas:

Prof. Paula: Eu já expliquei ao Denilson (C), Camila (C) e o Lauro (C), em relação ao que é uma tabela. Uma coisa é o aluno fazer a tabela para associar uma coluna com outra. Outra coisa é o cego, que ainda não está acostumado a fazer uma tabela, ter que construí-la. Uma hora, com certeza, eles não vão colocar número embaixo de número, letra embaixo de letra... Porque na reglete, a diferença entre as celas é muito pequena, e como a quantidade é grande, pode acabar pulando alguma. Camila conseguiu fazer, mas depois que ela já viu pronta.

Na generalização, Camila mais uma vez mostrou melhor desempenho que Daniel, pois este ainda estava confuso em relação às variáveis envolvidas. Camila utilizou as letras C para camisa e P para pregadores, por sugestão da professora Paula, e escreveu $P = C + 1$. Daniel não conseguia compreender o motivo da colega ter escrito a expressão. Para ele, a

expressão que representava a relação entre o número de camisas e o número de pregadores é $C = P + 1$, embora soubesse que a quantidade de pregadores é uma unidade a mais que a quantidade de camisas.

- Prof. Paula: Então se eu chamar a camisa de letra C, a letra C vai ser sempre igual a P mais um?
- Daniel: Ah, entendi!
- Prof. Paula: O numero de pregadores vai ser o numero de camisas mais um. E tá certo o que você escreveu?
- Daniel: Eu acho que tá, né?
- Heitor: Você escreveu que o número de camisas vai ser o número de pregadores mais um. Então se você usar oito pregadores, você vai pendurar nove camisas? O número de camisas é uma unidade a mais que o número de pregadores.
- Daniel: Eu acho que tem alguma coisa errada aqui.
- Heitor: Qual deveria ser o certo?
- Daniel: Eu acho que eu vou ter que consertar.

Contudo, Daniel permaneceu cometendo este erro como poderemos ver nas atividades seguintes.

Atividade 5 – Classificando Palavras

A quinta atividade teve como objetivo auxiliar na construção de tabelas. Para classificar as palavras de acordo com o número de letras, Daniel resolver montar uma tabela (Tabela 7.1) representando as quantidades de letras pela sigla PLV que, segundo o próprio, significou PALAVRA.

PLV	
2	Dó, lá, me
3	Uma, seu, asa, rua, dia, dar
4	Fada, café, pois, talo, selo
5	Casco, torre, claro, tampa
6	Camelo, cebola, triste, prédio
7	Fidalgo, asfalto

Tabela 7.1 – Tabela feita por Daniel

Embora fosse uma atividade simples, Daniel continua apresentando um equívoco semelhante ao explicitado na atividade anterior. Neste caso, o aluno inverte os nomes das colunas: “LETRAS” e “PALAVRAS”, utilizando “PALAVRAS” para representar a

quantidade de letras. Somente após a minha indagação sobre a pertinência da sigla, resolveu mudar para LTR, representando a palavra LETRAS.

- Heitor: Como é que você vai montar uma tabela? Como é que você vai organizar uma tabela? O que é PLV?
- Daniel: Palavras.... quatro PLV.
- Heitor: Você está dividindo em palavras ou em letras?
- Daniel: Não, eu to botando aqui pra dividir a tabela. É... com duas palavras, vou colocar o nome das palavras. A professora vai saber que... com duas palavras.
- Heitor: Com duas palavras?
- Daniel: Também.
- Heitor: Então não são duas palavras, são duas letras, três letras, quatro letras...
- Daniel: É... acho que é isso. Então é LRT.
- Heitor: O que é LRT?
- Daniel: Letra.
- Heitor: Lerta?
- Daniel: Não, peraí, errei de novo.

Para o aluno cego, a atividade é um pouco cansativa, pois terá que consultar o bloco de palavras diversas vezes. Já o aluno de baixa visão não possui este problema, pois a consulta ao bloco de palavras é feita através da visão. Com isso, Daniel concluiu a atividade muito antes de Camila. Enquanto Camila estava ainda contando as palavras, Daniel já tinha concluído a tabela.

Atividade 6 – A Moto de Segunda Mão

Esta foi a atividade realizada em menos tempo. Em geral, os alunos não mostraram muitas dificuldades em conceber o exercício e em realizar as divisões contidas no problema.

- Camila: Letra D. Para que o valor da moto seja de duzentos e cinquenta reais, quantos anos deverão passar após a compra?
- Heitor: Quanto tempo você acha?
- Camila: Cinco anos.
- Heitor: Fácil esse.
- Camila: Bastante.
- Daniel: É mole!

Ao final deste encontro, Daniel e Camila consideraram esta aula mais fácil que a primeira. Camila, porém, fez uma ressalva com relação à construção de tabelas. Comentou que suas dificuldades existiam devido a nunca ter feito uma tabela antes.

Segundo a professora Paula Barbosa, o cego possui muito mais facilidade em ler e interpretar uma tabela já pronta do que em construir uma, devido ao pequeno espaço na reglete que aumenta a probabilidade do aluno se confundir. Abaixo, é exibida uma tabela em Braille. Ao lado, a mesma tabela em tinta.

⠠	⠠
⠠	⠠
⠠	⠠
⠠	⠠
⠠	⠠

C	P
1	2
2	3
3	4
4	5

7.4 – O Terceiro Encontro

Na terceira aula aplicada no IBC, no dia 25 de maio de 2009, os alunos trabalharam com a planilha do DOSVOX, o PLANIVOX, para a construção de tabelas baseadas em atividades: uma ainda não vista e duas realizadas nos dois primeiros encontros.

Esta aula teve a duração de uma hora e trinta minutos e os alunos realizaram as três atividades que serão descritas a seguir:

Atividade 7 – Os Pães

Esta foi a primeira atividade em que os alunos trabalharam com os números decimais. Foi contada a eles a história de Ana que ia à padaria comprar pães com 5 reais, onde cada pão custava R\$ 0,38. Nenhum aluno mostrou dificuldade em calcular o preço pago pelos pães. Alguns realizavam cálculos mentais, mesmo envolvendo números decimais. Outros, porém, ainda necessitaram realizar os cálculos no papel com o auxílio dos dedos.

Quando questionado sobre o troco que Ana receberia em cada caso, Daniel demonstrou dificuldade nos cálculos. Camila, ao seu lado, encontrou os resultados com facilidade.

Prof. Paula: Qual o troco que Ana vai receber se comprar 5 pães, Daniel?

Daniel: É... se ela comprar 5 pães, aí ela vai pagar... deixa ver... ah, 0,38 vezes 5, que dá 1,90. Aí o troco dela vai ser 4,10.

Prof. Paula: Tem certeza?

Daniel: Espera... Não! Eu estou errado! Ela vai receber 3,10.

Após responder às perguntas contidas na folha que receberam, os alunos foram instruídos a construir uma tabela no PLANIVOX. Seguindo a sequência de passos exposta na própria atividade:

Primeira Coluna: Quantidade de pães. Foi numerada de 1 a 15.

Segunda coluna: Valor a pagar.

Terceira coluna: Troco a receber.

Todos os alunos mostraram bom desempenho com o DOSVOX e, diante das orientações, preencheram a planilha com agilidade. Vale lembrar que Daniela (BV), uma das alunas que demonstrou maior dificuldade nos dois primeiros encontros, obteve ótimo desempenho no PLANIVOX. Embora a aluna não conhecesse esta ferramenta, conseguiu compreender os comandos utilizados do programa rapidamente, construindo a tabela pedida satisfatoriamente, inserindo as fórmulas por ela mesma descobertas.

Daniel apresentou dificuldades em escrever a fórmula que representava o troco recebido por Ana. No diálogo abaixo, a professora Paula procura explicar a dupla o raciocínio necessário para escrever a expressão desejada.

Prof. Paula: Será que vocês sabem escrever uma expressão que dá o troco que Ana receberá se ela comprar um número n qualquer de pães?

Daniel: n vezes 0,38... não, 38 vezes n mais n ...

Prof. Paula: É o troco! Uma expressão que vai me dar o troco.

Daniel: Então vai ficar 0,38 vezes $n = 5$ reais?

Prof. Paula: Você fez alguma coisa aí com igual? Não! Você pegou a quantidade de pães e multiplicou por 0,38, não foi? Mas quanto a Ana tinha?

Daniel: Ana tinha 5 reais.

Prof. Paula: E aí como é que você fez para achar o troco?
 Daniel: 0,38 vezes n ?
 Prof. Paula: Muito bem. Mas o troco? Com que quantia ela foi para padaria? Cinco reais.
 Camila: $5 - 0,38n$.
 Daniel: Ah, é! Entendi!

Camila mostrou ter compreendido mais rapidamente que Daniel. Este utilizou a conclusão da colega para dar continuidade à atividade.

A construção da tabela foi feita corretamente e souberam trabalhar com a variável “ $A2$ ”. A estrutura desta ajudou Daniel a compreender a relação de dependência entre a quantidade de pães comprados e o troco, auxiliando-o na superação do obstáculo apresentado nas atividades anteriores.

Daniel: Por que eu tenho que ficar colocando a fórmula? Eu não posso colocar só o número e pronto?
 Heitor: Olha o que acontece quando você coloca só o número na coluna da direita: se eu modificar o valor da coluna da esquerda, nada mais acontece. Mas, se eu colocar na coluna da direita a fórmula, veja só o que ocorre quando eu modifico o valor correspondente na coluna anterior:
 Daniel: Epa! Mudou! Essa eu não sabia!
 Heitor: Percebeu o motivo pelo qual você deve colocar a fórmula?
 Daniel: Sim! Agora, entendi.

As últimas células preenchidas na primeira coluna trouxeram resultados que deixaram os alunos desconfortáveis, pois geraram um número negativo como troco na terceira coluna. Dessa forma, puderam discutir a quantidade máxima de pães que Ana poderia comprar.

Prof. Paula: O n não é a quantidade de pães. Qual a quantidade de pães que o n vai atender?
 Daniel e Camila: 13. Porque se for mais, vai dar troco negativo e isso não faz sentido.
 Daniel: Com R\$ 5,00 não dá para comprar 14 balas.
 Prof. Paula: Por que não dá?
 Daniel: Porque o troco está dando negativo. Você só pode gastar até R\$ 4,94 e ainda leva uma bala.

Em resposta à última questão desta atividade (Que valores este número n pode ter?), todos asseguraram ser treze a quantidade máxima. Portanto, através da introdução do

significado de domínio, mesmo que informalmente, podemos concluir que os alunos compreenderam melhor o conceito de variável.

Atividade 8 – Triângulo com Palitos (Usando o PLANIVOX)

Esta atividade foi trabalhada no primeiro encontro desta pesquisa. Sua aplicação no PLANIVOX ocorreu por sugestão do professor Antônio Borges. Para Borges, é muito importante o aluno perceber que as soluções encontradas em sala de aula são reproduzidas por um instrumento computacional.

Para a realização da tarefa, os alunos receberam a mesma atividade para que pudessem construir as tabelas no PLANIVOX. Camila e Daniel utilizaram as conclusões obtidas no encontro anterior para a construção da planilha. Para a realização desta atividade, os alunos utilizaram vinte minutos. Camila e Daniel decidiram aproveitar a tabela para simular quantidades hipotéticas de triângulos, tal como 279 triângulos, cujo cálculo mental da quantidade de palitos se tornaria mais difícil, a fim de observar o funcionamento da fórmula inserida. Esta atitude denotou a percepção da importância da escrita de fórmulas na construção desse tipo de tabela no PLANIVOX.

Atividade 9 – Camisas Penduradas (Usando o PLANIVOX)

Esta atividade já foi resolvida pelos alunos numa outra aula, utilizando materiais adaptados.

Os alunos nomearam as colunas:

A: nº de camisas B: nº de pregadores

Foi numerada a coluna A com números ímpares e a fórmula para calcular o nº de pregadores foi inserida ($=A2 + 1$).

Os alunos verificaram pelo PLANIVOX que D. Lurdes consegue prender até 23 camisas tendo 24 pregadores.

Analogamente à atividade anterior, Daniel e Camila obtiveram um desempenho satisfatório. Em depoimento, a dupla comenta sobre o uso do PLANIVOX nesta atividade:

- Heitor: Pessoal, queria que vocês me dissessem como é que foi utilizar a planilha. Se está complicado, se está fácil...
- Camila: Tipo, bem fácil, bem tranquilo, e acho que é possível usar a planilha em casa. É bem simples e prático!
- Heitor: Legal. Daniel, suas palavras?
- Daniel: É, dá para usar também em casa. Eu nunca tinha usado... é a mesma coisa que o Excel, em tinta¹². Achei “maneiro”, porque contava que a gente poderia fazer na cabeça a gente pode fazer bem mais rápido no computador. Eu achei bem legal.

7.5 – O Quarto Encontro

Na quarta aula aplicada no IBC, no dia 29 de junho de 2009, tivemos a presença dos sete alunos. Nesta aula, os alunos trabalharam durante uma hora e vinte e cinco minutos com o PLANIVOX, para a construção de tabelas baseadas em uma única atividade dividida em 3 exemplos que serão apresentados e discutidos a seguir.

Atividade 10 – O Jogo das Regras Numéricas

Nesta atividade, os alunos foram orientados a observar cada uma das tabelas, verificando a regra utilizada na transformação dos números.

Devido ao intervalo de um mês entre o terceiro e o quarto encontros, Daniel e Camila demonstraram dificuldades em trabalhar com as variáveis intrínsecas ao PLANIVOX, como A1, B3, etc. Apesar de terem percebido corretamente a lei de formação da primeira tabela, multiplicação por 2, ficaram preocupados em escrever algebricamente no programa, esquecendo-se da linguagem da planilha, como podemos ver no diálogo a seguir:

- Camila: A tabela funciona de 2 em 2. Multiplicando o número por 2, não é?
- Prof. Paula: Agora a gente vai fazer isso lá no PLANIVOX.
- Heitor: Coloque o sinal de = (igual) e diga qual a célula que você quer multiplicar por 2. É a célula A2.

¹² No Instituto Benjamin Constant, os alunos deficientes visuais têm contato com impressões em Braille e em tinta. A expressão “Excel em tinta” refere-se à impressão comum, em tinta, de planilhas.

Camila: = o número x2? A expressão?
 Heitor: Você não vai colocar o número, vai colocar a célula na expressão.
 Camila: A letra? A?
 Heitor: = 2 * A? Vocês viram que deu erro? Por que deu erro? Que célula vocês estão?
 Camila: A.
 Heitor: Vocês estão na célula A2. Faltou fazer referência à linha da planilha ocupada por essa célula.

Camila não teve paciência e preferiu preencher a coluna dos números respondidos com valores numéricos ao invés de apenas copiar a fórmula com o atalho “CTRL+V”, cometendo o mesmo erro que Daniel na atividade 7. Contudo, foi mostrado que se o preenchimento for feito com fórmulas, não haveria a necessidade de cálculos, uma vez que o computador desempenharia esta função trazendo os resultados referentes a qualquer quantidade desejada.

Camila: Heitor, a gente não está colocando a expressão, estamos colocando a resposta direto, é isso?
 Heitor: Não, todas tem que ser por expressão.
 Camila: A gente colocou 4 e depois 8.
 Heitor: Não coloca o 8 não. É para botar a expressão.
 Camila: =A2 * 2.
 Heitor: Isso, agora ele faz o 8. Qual a diferença? Aqui embaixo, você colocou 12, sem expressão, com referência ao número 6. Se trocar para 10, lá continua 12. Não mudou. Agora, vamos usar a fórmula na célula acima. Quando você troca o 4 pelo 5, o correspondente virou 10. O computador recalcula. A expressão sempre recalcula quando a gente muda o número.
 Camila: Ah, tá! Agora, entendi.

Preenchendo com as fórmulas, Camila e Daniel perceberam que o programa realizava os cálculos necessários para a construção das tabelas.

A atividade contemplava três tabelas com regras diferentes, disponibilizadas a seguir:

Número Dito	Número Respondido
4	8
6	12
10	20
-15	-30
3	
	14

Número Dito	Número Respondido
2	21
3	31
0,7	8
-10	-99
12	
	41

Número Dito	Número Respondido
1	5
2	7
-1	1
-2	-1
4	
	9

O exercício de montar as tabelas, inserir as fórmulas correspondentes e analisar o conteúdo numérico gerado, trouxe aos alunos a percepção da existência de uma relação de dependência entre uma coluna e outra, dando mais um passo no entendimento do conceito de função.

Nas duas últimas tabelas, os alunos tiveram que trabalhar com a função inversa para a determinação dos valores ausentes na primeira coluna. Novamente, não houve dificuldades em determinar o processo inverso, contudo Daniel e Camila cometeram erros no que se refere à escrita das respectivas fórmulas. Por exemplo, o “inverso” da expressão $10 \times (A2) + 1$ foi representado pelos alunos como $=A2 - 1/10$. Contudo, o PLANIVOX processava tal fórmula como sendo o valor da variável A2 diminuída de um décimo. Devido à presença discrepante de valores decimais nas tabelas, Daniel e Camila pediram auxílio em vista da inserção correta da expressão inversa: $(A2 - 1)/10$.

Daniel: Heitor, olha o que aconteceu aqui!

Heitor: Você escreveu “= B7 - 1 / 10”. O problema é que assim o computador entendeu que você tirou 0,1 de B7. Tem que colocar entre parênteses. Aí, ele vai saber que o resultado de $B7 - 1$ é que deve ser dividido por 10. Entendeu? Parênteses significam que a expressão vai dar prioridade a essa conta, ou seja, tem que fazer essa conta primeiro.

Camila: Então fica $=(B7 - 1) / 10$?

Heitor: Correto.

A utilização dos parênteses causou maior desconforto, embora superado rapidamente, uma vez que na terceira tabela, sua utilização foi natural. Vale ressaltar que nessa atividade, Camila foi responsável por inserir todos os dados e as fórmulas para a construção das tabelas no PLANIVOX.

7.6 – Quinto Encontro

Na quinta aula aplicada no IBC, no dia 30 de junho de 2009, os alunos trabalharam com o Geoplano para a construção de gráficos baseados em duas atividades.

A professora Paula lembrou que todos tinham estudado as retas no plano e que, na época, foi utilizada a folha de papel para dar a idéia de plano. Comentou também que retas concorrentes no plano determinam quatro ângulos e que, dependendo da posição das retas, podemos ter retas perpendiculares.

Após a revisão, foi distribuído um geoplano para cada grupo. Os eixos já estavam marcados com elásticos, conforme vemos na figura 7.1 a seguir:

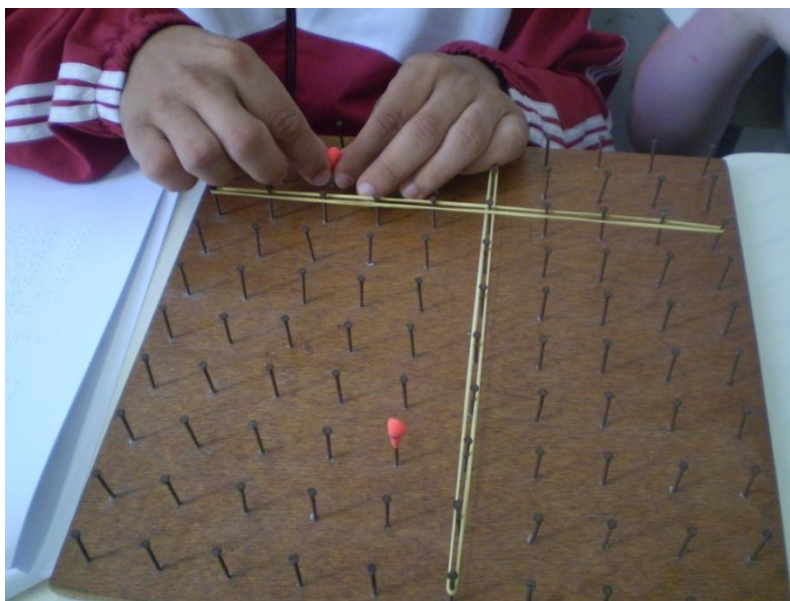


Fig. 7.1 – Geoplano com eixos cartesianos determinados por elásticos.

A professora Paula perguntou que tipo de segmentos eram aqueles.

Camila: São segmentos perpendiculares!

A professora pediu, então, que localizassem o ponto de interseção e todos identificaram-no corretamente.

Em seguida, fez a seguinte revisão:

Prof. Paula: A partir do ponto de interseção:
Do ponto de interseção para a direita, teremos números positivos.
Do ponto de interseção para a esquerda, teremos números negativos.
Do ponto de interseção para cima, teremos números positivos.
Do ponto de interseção para baixo, teremos números negativos.

Todos os alunos concordavam com as colocações da professora e iam acompanhando no Geoplano.

Esta aula teve a duração de uma hora e trinta minutos e os alunos realizaram duas atividades que serão descritas a seguir.

Atividade 11 – Análise de Gráficos: O Jogo das Regras Numéricas

Para a realização dessa atividade, cada grupo recebeu um pedaço de massa de modelar colorida para a marcação dos pontos.

Apesar dos alunos já conhecerem o Geoplano, a professora Paula explicou-lhes como podemos marcar pontos nele, exibindo a relação da primeira coordenada cartesiana com o eixo das abscissas e a segunda coordenada com o eixo das ordenadas.

Daniel apresentou uma dificuldade nesta atividade ao tentar marcar o ponto $(-1, 1)$, invertendo as coordenadas e marcando o ponto $(1, -1)$. Camila demonstrou a mesma dificuldade ao querer marcar o ponto $(-2, -1)$.

Devido aos obstáculos revelados pelos alunos na marcação de pontos, a professora Paula resolveu apresentar uma atividade extra para auxiliá-los na localização de pontos no plano cartesiano.

Cada aluno recebeu uma malha quadriculada em Thermoform. Nesta malha, os eixos cartesianos são diferenciados quanto à textura dos demais segmentos.

Os alunos conseguiram identificar a origem dos eixos cartesianos no Thermoform, mas tiveram dificuldades com a marcação de pontos que, segundo eles, era dificultada pelo próprio material usado. Em depoimento, Lauro (C) comenta que a quantidade de segmentos na malha faz com que o cego se atrapalhe na identificação e contagem das linhas.

Camila continuou com dificuldade em marcar os pontos. Com isso, Beatriz explicou que a localização de um ponto no plano cartesiano é como duas ruas que se interceptam, como em uma esquina. Assim, concluiu que o ponto é a interseção de duas retas paralelas aos eixos cartesianos.

Em seguida, Beatriz sugeriu um exemplo de identificação de pontos para Camila que conseguiu resolvê-lo com sucesso. Indicou outro ponto a Daniel que também acertou.

Retornando à atividade 11, Camila e Daniel conseguiram localizar corretamente os pontos da tabela.

Vale lembrar que a identificação dos pontos auxiliou os alunos na compreensão do funcionamento do plano cartesiano, permitindo, então, localizar os demais pontos, concluindo satisfatoriamente a atividade.

Atividade 12 – Análise de Gráficos: Família de Seis Integrantes

Nesta atividade, foi utilizado um gráfico que foi apresentado em Braille para os cegos e ampliado em tinta para os portadores de baixa visão. Contudo, mais uma vez, o aluno Lauro (C) comenta que a representação em Braille não auxilia para a compreensão do cego em virtude do gráfico ter ficado muito espaçado.

Camila soube interpretar cada um dos eixos cartesianos apresentados. Daniel demonstrou ter mais dificuldades de interpretação.

Beatriz: Com relação aos pontos 2 e 4, no gráfico, o que podemos dizer quanto à altura? Eles têm mesma altura?

Camila: O quatro é mais alto.

Daniel: O quatro pode ser até maior, mas aqui eles parecem ter a mesma altura.

Beatriz, então, auxiliou novamente na identificação dos eixos e Daniel compreendeu corretamente a diferença das alturas entre os dois pontos.

Beatriz: Quanto mais para direita estiver o ponto, mais alto ou mais baixo será?

Daniel: Mais alto.

Beatriz: Quanto mais para cima estiver, mais velho ou mais novo será?

Camila: Mais velho.

Daniel e Camila não apresentaram dificuldades em identificar cada membro da família após as explicações.

A professora Paula solicitou, então, a construção do gráfico da atividade no Geoplano, porém, com os eixos cartesianos invertidos. Isto é: o eixo vertical passou a representar as alturas e o horizontal, as idades.

Enquanto Daniel marcava um ponto no Geoplano, Camila conferia a localização. Em seguida, Camila marcava um ponto e Daniel conferia. Assim, conseguiram realizar a tarefa com muita atenção.

7.7 – Sexto Encontro

Na sexta aula aplicada no IBC, no dia 6 de julho de 2009, os alunos trabalharam durante uma hora e trinta e cinco minutos com Geoplano para a construção de gráficos baseados em duas atividades que serão descritas a seguir.

Atividade 13 – Análise de Gráficos: O Reservatório de Água

Nesta tarefa, Daniel completou a tabela rapidamente sem necessitar de auxílio. Devido à ilustração ser a representação de uma fração, Camila teve mais dificuldades para identificar quanto cada unidade fracionária representava, levando mais tempo para preencher a tabela que seu colega Daniel. Este obstáculo foi gerado devido à representação em Braille do reservatório (fig. 7.2).



Fig. 7.2 – Representação em Braille do Reservatório de Água

Outra dificuldade apresentada pelos alunos foi associar o cálculo à realidade do problema, ou seja, ao serem indagados sobre a quantidade de água após 5 horas, alguns responderam – 200 L (duzentos litros negativos). A professora Paula interveio, alegando não haver possibilidade de um reservatório ter quantidade negativa de água.

A construção do gráfico referente à tarefa foi feito de forma satisfatória pelos alunos conforme a figura 7.3:

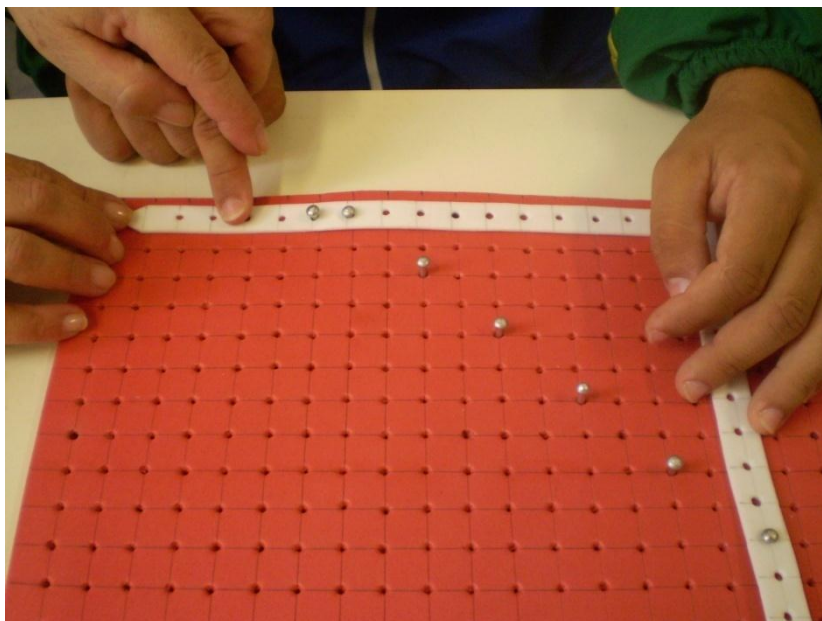


Fig. 7.3 – Gráfico da atividade 13.

Atividade 14 – Análise de Gráfico: A Temperatura

No início desta última tarefa, a professora Paula pediu aos alunos que fizessem comentários sobre o gráfico apresentado. Daniel respondeu equivocadamente:

Daniel: A cada hora, a temperatura vai aumentando.

A professora, então, resolveu auxiliar na interpretação do gráfico dividindo-o em intervalos: 0h às 2h, 2h às 5h e 5h em diante. Com isso, todos os alunos conseguiram perceber que no primeiro intervalo, a temperatura decresce, no segundo, se mantém constante e, no terceiro, se torna crescente.

Camila, então, fez um comentário surpreendente:

Camila: Para mim, então, o gráfico me indica que a temperatura, a 1 hora, estava 19°. Isso está correto?

Prof. Paula: Sim. Está correto!

Este comentário demonstra que a aluna percebeu o intervalo e identificou corretamente o ponto médio do mesmo associando-o à temperatura correspondente, uma vez que o ponto (1, 19) não estava explícito no gráfico.

Em depoimento, Camila acredita que sem ter o gráfico pronto para interpretar a situação-problema, seria muito mais complicado. Lauro (C), porém, comenta que só conseguiu entender de fato o gráfico, ao realizar a última questão, que perguntava quando a temperatura esteve mais baixa: à 1h ou às 3h?

Após o auxílio referente à interpretação do gráfico, Daniel conseguiu responder a todas as perguntas contidas na atividade corretamente, da mesma forma que Camila.

7.8 – Considerações sobre o Estudo Principal

Sierpiska (1992, p. 13) aponta como um obstáculo epistemológico para o ensino de funções o olhar sobre as variações apenas como fenômenos, ignorando o que de fato varia. Pudemos perceber essa dificuldade na atividade 4, quando Daniel confundiu as variáveis C (camisas) e P (pregadores) e se sentiu inseguro em compreender expressões como $P = C + 1$.

Braga & Viali (2008) ressaltam que em programas computacionais como o Excel, a simplicidade da sintaxe na escrita de equações e fórmulas, além da rapidez de cálculo e atualizações automáticas de valores permitem que o aprendiz se concentre no assunto principal, isto é, relações de dependência entre variáveis. Este mesmo fato ocorre no ambiente do PLANIVOX por sua semelhança estrutural e de sintaxe.

Nas atividades realizadas no PLANIVOX, alguns alunos apresentaram um rendimento superior ao obtido nos encontros em sala de aula. A interação com o computador aumentou a atenção dos mesmos, trazendo-lhes mais segurança em suas respostas, já que inserir uma fórmula errada, acarretaria na apresentação de um valor discrepante. Vale observar que Camila inseriu a variável X, ao invés de trabalhar com a variável A8 na última planilha do quarto encontro. Este erro na sintaxe do PLANIVOX ocasionou uma falha no cálculo da planilha. Diante de tal fato, Camila e Daniel perceberam o equívoco em fazer referência a uma variável inexistente no programa. Em depoimento, Camila explicou que havia se esquecido de como se escrevem as fórmulas no programa. Contudo, deixou claro que entendeu o motivo pelo qual a planilha apresentou erro, ressaltando a importância do uso da referência (célula do PLANVOX) correta.

Nos dois últimos encontros, o estudo de gráficos mostrou que alguns materiais didáticos, como a malha quadriculada em Thermoform, não trouxeram benefícios ao aluno

cego. Segundo os mesmos, o Geoplano em madeira e em EVA foram os melhores materiais.

Com a aplicação dessas atividades, vemos que o computador foi um grande facilitador para o ensino de função. O uso de planilhas capazes de gerar resultados, atualizar dados e construir tabelas representativas dos problemas trabalhados levaram muito alunos a entender melhor o significado e a perceber a relação de dependência entre as variáveis.

As considerações finais deste estudo virão no próximo capítulo. Nelas, serão exibidos os resultados obtidos e dos obstáculos observados na aquisição do conceito de função, além de observações sobre a utilização da ferramenta computacional para o ensino de função dos deficientes visuais.

Capítulo 8

CONCLUSÕES

8.1 – Considerações sobre a Pesquisa

Esta pesquisa, realizada com alunos deficientes visuais do Instituto Benjamin Constant, buscou responder às seguintes perguntas:

1. Como atividades utilizadas por crianças sem deficiência podem ser aplicadas com cegos e portadores de visão subnormal (baixa visão) apenas com as adaptações intrínsecas à falta de visão?
2. Que influências o uso do software PLANIVOX, integrante do Sistema DOSVOX, pode exercer no desempenho desses alunos?

Para responder a essas perguntas, foram organizados seis encontros no ano de 2009 com alunos do 9º ano de Ensino Fundamental do Instituto Benjamin Constant, totalizando 15 atividades. No ano de 2008, as seis primeiras atividades foram aplicadas com a turma do 7º ano do Ensino Fundamental do mesmo Instituto, aulas-piloto, a fim de podermos verificar eventuais equívocos na concepção das mesmas, além de nos permitir maior familiarização com aulas para alunos com esta deficiência. Nesses dois momentos, a professora regente dessas turmas foi Paula Marcia Barbosa que figurou como personagem fundamental para o sucesso das aulas em virtude de todo o auxílio prestado. Vale ressaltar a ajuda prestada por Beatriz Silva que esteve presente em quase todas as aulas descritas nesta pesquisa.

8.2 – Considerações sobre as Aulas Piloto

Nas aulas piloto, trabalhamos com oito alunos, sendo quatro cegos e quatro de baixa visão, que foram divididos em grupos constituídos com pelo menos um aluno cego e um com baixa visão. Não desejamos constituir equipes somente de alunos cegos ou somente de alunos com baixa visão em virtude de não termos a intenção de comparar desempenhos.

Na aplicação dos exercícios, os alunos se mostraram bastante motivados, conseguindo atender às expectativas das atividades propostas. É importante lembrar que, embora os alunos tenham desenvolvido os exercícios em grupo, cada qual demonstrou suas dúvidas e limitações, que foram trabalhadas individualmente ou expostas para a turma através de discussões. Como exemplo, podemos citar a dificuldade em trabalhar com o parâmetro P na segunda atividade (item 6.2), em virtude dos alunos do 7º ano não terem conhecimento de expressões algébricas. Como a única utilização de letras na matemática ocorreu no assunto “equações do 1º grau”, tiveram dificuldade em entender P como número generalizado (Küchemann, 1991 apud MATOS & PONTES, 2008) questionando se não poderiam substituir a letra por um valor específico.

Não podemos, contudo, a partir somente do Estudo Piloto, comentar com maior profundidade sobre a aquisição do conceito de variáveis e nem sobre a evolução da capacidade de abstração desses alunos em virtude de termos desenvolvido este trabalho somente em dois encontros e do objetivo do piloto ser principalmente testagem das atividades.

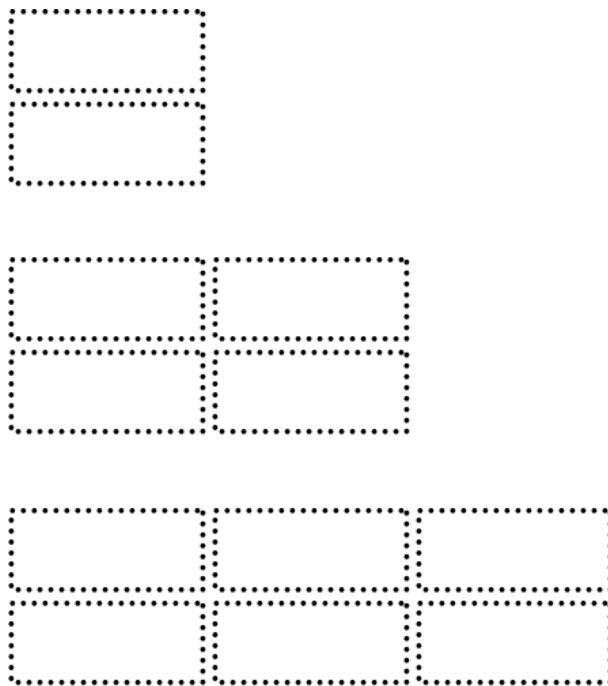
8.3 – Considerações sobre a Aplicação das Atividades

No ano seguinte, aplicamos todas as atividades com os sete alunos do 9º ano do Ensino Fundamental do Instituto Benjamin Constant, sendo três cegos e quatro com baixa visão. Esta turma trabalhou com as quinze atividades propostas para esta pesquisa. Durante os encontros, a professora Paula ficou encarregada de guiar a turma, enquanto que Beatriz percorria os grupos e eu observava apenas Camila (cega) e Daniel (baixa visão). A dupla foi selecionada a fim de nos permitir maiores detalhes quanto à evolução no processo de aquisição do conceito de função.

A seguir, faremos alguns comentários acerca das dificuldades inerentes à introdução do conceito de função para deficientes visuais discutidas nos capítulos desta pesquisa.

8.4 – Dificuldades com a Exploração Tátil Bidimensional

Conforme discutimos no segundo capítulo desta dissertação, os alunos cegos, principalmente os portadores de cegueira congênita, como Camila, possuem grande dificuldade na exploração tátil bidimensional devido, entre outros fatores, às práticas inteiramente lineares de leitura e escrita em Braille. Este obstáculo foi percebido na segunda atividade proposta, a Sequência de Retângulos. Neste exercício, adaptado pela professora Paula (figura 8.1), os retângulos formavam uma sequência de exploração bidimensional. Dessa forma, Camila não conseguiu perceber a sequência formada. Este obstáculo só pôde ser superado com a interferência da professora Paula guiando a mão da aluna ao longo dos retângulos.



(Fig.8.1: Sequência de retângulos)

Dessa forma, podemos verificar a importância do auxílio do professor para a superação das dificuldades do aluno deficiente visual quanto à exploração tátil bidimensional. Tal como Borges (2001) salienta, embora os cegos possuam o costume de ler e escrever linearmente, é fundamental que o professor trabalhe desenhos e outras representações bidimensionais, como a construção de tabelas e gráficos, a fim de acostamá-los a ler em duas dimensões.

8.5 – Uso da Notação Matemática

Durante a aplicação das atividades, pudemos perceber a evolução dos alunos no uso da notação matemática. Como exemplo, podemos citar a segunda atividade (“Sequência de Retângulos”). Neste exercício, a indagação acerca da quantidade de retângulos existentes na posição P qualquer era respondida através de palavras:

Daniel: É só multiplicar o P por dois.

À medida que as aulas ocorriam, a preocupação dos estudantes em dar uma solução algébrica evoluía.

Daniel: Então é $n \times 2 + 1$.

Heitor: $n \times 2$, de forma mais bonitinha, vocês falam como?

Camila: n^2 .

Prof. Paula: n^2 é $n \times n$. É n^2 . É isso que você tá querendo?

Camila: Não. É ... $n \times 2$... $2n$... $2n + 1$.

Daniel: $2n + 1$.

Vale destacar, que o uso da sintaxe no PLANIVOX foi muito importante para a percepção da necessidade de uma escrita matemática correta, pois, sem ela, o programa não desempenhava corretamente as operações desejadas. Na correção, deveriam repensar como inserir os dados apropriadamente, o que os levava a perceber a participação das referências (células da planilha) nos resultados obtidos.

8.6 – Uso das Variáveis

Uma das importantes dificuldades enfrentadas pelos aprendizes, tal qual pôde ser vista nas aulas piloto, porém de forma mais branda, foi o uso das letras nas resoluções dos exercícios. Durante a realização das atividades, os alunos se sentiram desconfortáveis em encontrar uma solução envolvendo uma letra. Contudo, devido ao estudo de expressões algébricas, ocorrido no ano anterior, essa dificuldade foi superada com facilidade. Daniel e

Camila conseguiram, mesmo na primeira atividade que envolvia o uso de letras, “Sequência de Retângulos”, dar como resposta a expressão $2P$, ao invés de “ P vezes 2 ”.

Neste sentido, vale ressaltar que, com a aplicação de atividades que visavam à abstração e a generalização (vide capítulo 6), os alunos puderam entender o uso das letras como variáveis, diferentemente do observado nas aulas piloto, onde houve uma tendência em eleger um valor específico para a letra. Contribuiu para essa melhora a manipulação com a planilha, já que mudanças de valores em uma célula provocavam alterações numéricas nas células que a utilizavam como referência.

Destacamos como ponto determinante, a construção de tabelas, sobretudo no PLANIVOX. Através das atividades propostas, os alunos puderam compreender o conceito de variável pela interação com o computador que calculava instantaneamente os valores das expressões inseridas, desde que fossem escritas corretamente.

Daniel, por ter uma visão subnormal, não teve muitas dificuldades na concepção da sua tabela, apresentando, contudo, uma enorme dificuldade: a despreocupação com o significado da variável utilizada no contexto de cada exercício. De acordo com Sierpinska (1992), um dos obstáculos que o aluno pode ter é de perceber a variação como um todo, mas desconhecer o que de fato está variando. Neste sentido, Daniel não associava o comportamento das variáveis aos seus significados, fazendo uma inversão, em alguns casos, das mesmas como, por exemplo, na atividade das “Camisas Penduradas”, cuja solução verbal dada por ele indicava que a quantidade de pregadores era igual à quantidade de camisas mais um e a solução escrita foi $C = P+1$. Neste sentido, Camila não teve dificuldade, escrevendo corretamente as expressões e conseguindo relacionar a variação às variáveis envolvidas.

Vale destacar que, na construção das tabelas no software, houve questionamentos da turma acerca da necessidade de se inserir fórmulas ao invés de, simplesmente, colocar o número correspondente ao existente na coluna ao lado. Contudo, através da interferência da professora Paula, os alunos perceberam que, através do uso de fórmulas, o computador geraria resultados diferentes quando o valor do parâmetro fosse modificado.

Pudemos notar, por conseguinte, que alguns alunos tiveram um desempenho muito superior ao mostrado em sala de aula, onde não foram usados computadores. Embora Camila, cega, tenha ficado responsável por inserir os dados na planilha, as informações

eram discutidas entre a dupla até que ambos entendessem o que estavam fazendo, conforme pode ser observado no diálogo abaixo que mostra a construção do pensamento da dupla antes da inserção dos dados na planilha.

Daniel: Será que é só multiplicar por 10? ... Se eu pegar o 2 e multiplicar por 10 fica 20... e aqui está 21...

Camila: Mais 1... ahhhn! Então... $20 + 1$ vai ser 21. Ah, ta!

Daniel, baixa visão, ficou com a incumbência de transmitir à colega as orientações que considerava pertinentes para o preenchimento da tabela. Juntos, conseguiram construir três tabelas no PLANIVOX em cerca de 40 minutos, auxiliados pela simplicidade da sintaxe do programa.

Um dos pontos que vale destacar é a percepção que os alunos tiveram da importância da introdução de fórmulas nas tabelas, principalmente quando brincavam em simular valores hipotéticos, por exemplo, para descobrir quantos palitos são necessários para construir 279 triângulos. Dessa forma, o conceito de variável começava a fazer sentido para os alunos que tomavam uma consciência de “Letra como Variável” (Küchemann, 1981 apud MATOS & PONTE, 2008).

8.7 – A Interação Professor – Aluno

Conforme discutimos no segundo capítulo, qualquer material didático utilizado necessita da intervenção do professor a fim de orientar e esclarecer dúvidas que surgem, muitas vezes, de forma inesperada. A interferência da professora feita através de perguntas gerou importantes discussões ao longo das atividades. Esses questionamentos tiveram dois principais objetivos: auxiliar em dúvidas de interpretação, como a apresentada por Camila em construir uma tabela devido às dificuldades de exploração tátil bidimensional, e permitir que os alunos criticassem as próprias respostas.

Com relação a este último objetivo, as discussões realizadas com os alunos permitiram maior aproximação com o conceito de função. As atividades propostas direcionavam à reflexão acerca da pertinência de alguns valores que poderiam ser assumidos pelas variáveis utilizadas nos respectivos contextos. As intervenções realizadas

completavam os textos das atividades, levantando questionamentos e auxiliando-os na organização do conhecimento.

Vale ressaltar o importante papel da experiente professora Paula Marcia no ensino de matemática para deficientes visuais através das interações com os alunos e da percepção de dificuldades apresentadas pelos mesmos devido às limitações da visão. Certos obstáculos, tal como a construção de tabelas na reglete, poderiam não ser observados por profissionais leigos no âmbito do ensino para deficientes. A adaptação das atividades, desde a transcrição para o Braille até a construção de materiais capazes de ilustrar representações pictóricas contidas nas atividades, permitiu o acesso desses alunos ao material selecionado para esta pesquisa.

Acerca das adaptações realizadas com os materiais didáticos, serão feitas algumas considerações a seguir.

8.8 – Materiais Didáticos

Com o objetivo de aproximar o aluno deficiente visual ao ambiente físico do contexto trabalhado, alguns materiais foram desenvolvidos, papéis cortados em forma de camisas para a atividade das “Camisas Penduradas”, a faixa em EVA da sequência de figuras, entre outras. Além disso, a motivação e a interação, potencializadas através destas ferramentas tornaram as atividades mais dinâmicas e eficientes.

Vale destacar o uso do geoplano para a construção de gráficos que possibilitou grande interação dos alunos com o contexto em questão, como, por exemplo, na atividade da “Família de Seis Integrantes”. Nesta atividade, pedia-se que fosse reproduzido o gráfico da atividade no geoplano. Esta solicitação possibilitou a compreensão de que cada ponto possuía as duas informações representadas pelas variáveis do problema, auxiliando na construção e na interpretação de cada ponto do gráfico. Nas demais atividades, também se mostrou de grande valia.

Destaca-se também a utilização da ferramenta computacional, mais precisamente a planilha eletrônica, como instrumento auxiliar no processo de ensino-aprendizagem do conceito de função. Sobre esta, serão feitas algumas considerações a seguir.

8.9 – O Uso da Planilha na Introdução do Conceito de Função

O uso da planilha eletrônica nesta pesquisa mostrou diversas vantagens no processo de aquisição do conceito de função. A utilização desta ferramenta na construção de tabelas através de fórmulas matemáticas proporcionou ao estudante perceber:

- O uso correto da notação matemática, pois, em caso contrário, o programa geraria valores discrepantes aos esperados;
- O conceito de variável, em virtude de usarmos a mesma fórmula em uma coluna inteira e a mesma gerar diversos valores, dependendo do correspondente na célula ao lado;
- A construção de uma tabela no computador, possibilitando aos cegos desenvolverem a escrita bidimensional.

Consideramos que metodologia aplicada baseada no uso de planilhas com os deficientes visuais se mostrou válida em virtude, sobretudo, de poderem explorar, analisar e testar algumas relações funcionais, adquirindo, por conseguinte, bases cognitivas importantes para aquisição do conceito de função.

Em relação à aceitação do PLANIVOX pelos alunos, destacamos que este foi bem aceito por Camila e os demais alunos cegos. Já Daniel relatou, em entrevista (Anexo II), que não costuma usar o DOSVOX a não ser para jogar. Com os alunos de baixa-visão, nossa sugestão é utilizar o Excel ou similares para a realização das atividades.

8.10 – Comentários Finais

Num olhar mais abrangente sobre os resultados encontrados, percebemos que os alunos atingiram os objetivos propostos nas atividades trabalhadas, com vista a responder às perguntas que nortearam essa dissertação. Notamos também que as dificuldades cognitivas apresentadas pelos alunos deficientes visuais são similares às expostas por estudantes sem essa limitação, com base nos obstáculos descritos no capítulo 1 desta dissertação acerca do ensino de funções. Dessa forma, mostramos que um mesmo conjunto de exercícios elaborado para alunos sem deficiência pode ser usado com alunos deficientes visuais mediante adaptações necessárias ao acesso dos mesmos ao conteúdo.

O uso do DOSVOX foi um diferencial para o desenvolvimento do conceito de variáveis e relação de dependência entre elas por parte dos alunos. Os alunos puderam vivenciar experiências, simulando e verificando conjecturas através do computador em atividades envolvendo generalização. Vale lembrar que o nome função não foi trabalhado diretamente com os alunos em nenhuma das aulas desta pesquisa. Dessa forma, os mesmos não viam as atividades como uma “matéria” da matemática e, sim, como exercícios diferentes e curiosos, elevando, portanto, suas participações e interesses em praticá-los.

Acreditamos, também, que esse trabalho pode trazer importantes contribuições para as práticas do professor de matemática em classes regulares, inclusivas ou especiais.

Considerações sobre limitações da pesquisa

Nesta pesquisa, não pudemos verificar o desempenho da turma como um todo, pois os alunos possuem problemas de frequência nas aulas por residirem, em alguns casos, muito distantes do Instituto. Também não pudemos fazer uma verificação e um acompanhamento das aulas dadas pela professora Paula sobre Funções, cuja apostila utilizada foi descrita no capítulo 2 desta dissertação.

Somado a isso, devido a discussões acerca das atividades propostas e devido ao período de semana de provas do Instituto Benjamin Constant, houve um grande intervalo, de um mês aproximadamente, entre o terceiro e o quarto encontros gerando, pequenas dificuldades nos alunos em trabalhar com a sintaxe do PLANIVOX, já que esqueceram alguns comandos do software.

Considerações sobre futuras pesquisas

Acredito que esta pesquisa possa ser continuada visando responder a algumas questões que surgiram no nosso estudo, tais como:

- O uso do computador pode auxiliar na construção e interpretação de gráficos?

- Como a ferramenta DESENVIX (programa que permite o deficiente visual desenhar no computador) pode ser trabalhada com a construção e interpretação de gráficos?
- Como o aluno deficiente visual lida com a notação matemática inerente ao estudo das funções?
- De que forma a inclusão de alunos portadores de deficiência visual em classes regulares pode ser viabilizada?
- Como o conceito de função pode ser trabalhado de forma mais abrangente, em particular com alunos deficientes visuais?

Considerações sobre o meu aprendizado

Ressalto que este trabalho foi de grande valia para todos os participantes, principalmente para mim que não sabia trabalhar com alunos deficientes visuais. A aplicação de atividades organizadas de forma a permitir o desenvolvimento cognitivo do conceito de função foi de grande importância para uma atualização das minhas práticas em sala de aula.

Todas as leituras realizadas para servirem de referencial teórico não só me auxiliaram na escrita deste trabalho como me mostraram diversos enfoques que desconhecia, sem dúvida, sem esquecer o apoio e da ajuda que minha orientadora Cláudia Segadas me reservou.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BORGES, J.A. e CHAGAS Jr., G.J.F. – *Impressão Braille no Brasil: o papel do Braivox, Braille Fácil e Pintor Braille* - Anais do I Simpósio Brasileiro sobre Sistema Braille- Salvador – Setembro, 2001.
2. BORGES, J.A.; BARBOSA, P. M., JANSEN, L. R., LYRIO, S. B. *DESENOVOX – computer tools to teach basic geometry and drawing for the visually disabled in Brazil*. Anais do ICME 11– México, 2008.
3. BRAGA, C. *Função: A Alma do Ensino de Matemática*. São Paulo: Annablume; Fapesp, 2006, p. 18. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=nVFJh7QHe44C&printsec=frontcover&dq=fun%C3%A7%C3%A3o+a+alma+do+ensino+da+matematica&lr=#v=onepage&q=&f=false>>. Acesso em: 10 mai. 2009.
4. BRAGA, E.R. & VIALI, L. *A Compreensão do Conceito de Função Linear Mediante a Utilização da Planilha*. XII EBRAPEM (Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-graduação em Educação Matemática) Educação Matemática: possibilidades de interlocução, UNESP – Rio Claro/SP, 2008. Disponível em: <http://www2.rc.unesp.br/eventos/matematica/ebrapem2008/upload/151-1-A-gt6_braga_ta.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2009.
5. BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial. *Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva*. Disponível em: <<http://www.entreamigos.com.br/textos/direitos/politicaNacionalDeEducacao.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2009.
6. BRASIL. Ministério da Educação. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm>. Acesso em: 27abr. 2009.
7. BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais- Adaptações Curriculares- Educação Especial*. Brasília: MEC, 1998, p. 69.
8. BRASIL. *Relatório SAEB 2001 – Matemática*. Brasília, 2002.
9. CERQUEIRA, J.B. *O Legado de Louis Braille*. In. Revista Benjamin Constant. Ed. Especial. Outubro, 2009.
10. CERQUEIRA, J.B. & FERREIRA, E.M.B. *Recursos Didáticos na Educação Especial*. In: Revista IBC. Ed. 15. Abril de 2000. Disponível em: <<http://www.ibc.gov.br/?itemid=102#more>>. Acesso em: 04 mai. 2009.
11. EISENBERG, T. Functions and Associated Learning Difficulties. *Advanced Mathematical Thinking* (Ed. Tall, D.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, Londres, 1991. Pág. 140-152.

12. GRIFING, H. C.; GERBER P.J. *Desenvolvimento tátil e suas implicações na educação de crianças cegas*. Rio de Janeiro: Revista Benjamin Constant, 5. ed, dezembro de 1996.
13. KISTERMANN, M. A. *Matemática Moderna: Dissecando o Fracasso Curricular da Matemática*. IX ENEM, 2007.
14. Küchemann, D. (1981). Algebra. In K.M. Hart (Ed.) *Children's understanding of mathematics*: 11– 16. (pp. 102-119). London: Murray. **apud** MATOS, A.; PONTE, J. P. O estudo de relações funcionais e o desenvolvimento do conceito de variável em alunos do 8.º ano. *Relime*, México, v. 11, n. 2, jun. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362008000200003&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 18 nov. 2009
15. LEIVAS, J. C. P. *Geoplano*. (-s.d.) Disponível em: <<http://matematikos.psico.ufrgs.br/textos/geoplan.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2009.
16. MATOS, A.; PONTE, J. P. O estudo de relações funcionais e o desenvolvimento do conceito de variável em alunos do 8.º ano. *Relime*, México, v. 11, n. 2, jun. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362008000200003&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 18 nov. 2009.
17. MONTEIRO, M.G.F.C. *Recursos Tecnológicos: Ferramentas ou Solução?* -s.d. Disponível em: <<http://www.entreamigos.com.br/textos/educa/edu8.htm>>. Acesso em: 04 mai. 2009.
18. MORGADO, M. J. L. *Formação de Professores de Matemática para o Uso Pedagógico de Planilhas Eletrônicas de Cálculo de Análise de um Curso a Distância via Internet*. 2003. 284 f. Tese (Doutorado em Educação) – UFSC, Florianópolis, 2003. **apud** BRAGA, E.R. & VIALI, L. *A Compreensão do Conceito de Função Linear Mediante a Utilização da Planilha*. XII EBRAPEM (Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-graduação em Educação Matemática) Educação Matemática: possibilidades de interlocução, UNESP – Rio Claro/SP, 2008. Disponível em: <http://www2.rc.unesp.br/eventos/matematica/ebrapem2008/upload/151-1-A-gt6_braga_ta.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2009.
19. PELHO, E.B.B. *Introdução ao Conceito de Função: A Importância da Compreensão das Variáveis*. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
20. PINTO, G.M.F.; SEGADAS, C. Compreensão Gráfica da Derivada de uma Função Real de Variável Real. In: VI SEMINÁRIO EM PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2008, Rio de Janeiro.

Anais do VI Seminário de Pesquisa em Educação Matemática do Estado do Rio de Janeiro, 2008, v. I.

21. PROJETO DOSVOX. Ferramentas do Sistema DOSVOX. Disponível em: <<http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/ferramentas.htm>>. Acesso em: 08 mai.2009.
22. ROSSINI, R. *Os Professores e o Conceito de Função: Uma Investigação a Luz da teoria Antropológica do Didático*. 30ª reunião, Caxambu/MG,2007. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/emanped/paginas/home.php?id=30>> Acesso em: 13 jun. 2009.
23. SIERPINSKA, A. *On understanding the notion of function*, In: E. Dubinsky & G. Harel (Eds.): *The concept of function: Elements of Pedagogy and Epistemology*. Notes and Reports Series of the Mathematical Association of America, Vol. 25, 25-58. 1992.
24. SOUZA, E. R.; DINIZ, M.I. *Álgebra: das Variáveis às Equações e Funções*. São Paulo: CAEM/IME-USP, 1994.
25. TINOCO, L. A. *Construindo o Conceito de Função no 1º Grau*. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, 2002.
26. USISKIN, Z. *Conceptions of School Algebra and Uses os Variable*. In: A. F. Coxford & A.P. Schulte (Eds.), *The Idea of Algebra, K-12* (pp. 8-19). Reston, VA: NCTM apud MATOS, A.; PONTE, J. P. O estudo de relações funcionais e o desenvolvimento do conceito de variável em alunos do 8.º ano. *Relime*, México, v. 11, n. 2, jun. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362008000200003&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 18 nov. 2009.
27. VIALI, L. & MATTE, M. S. *A Linguagem Matemática como Dificuldade para Alunos do Ensino Médio*. IX ENEM, 2007.
28. YOUSCHKEVITCH, A.P. The Concept of Function. In: *Archive for History of Exact Sciences*. Editions Springer, 1976. v.16, n.1, p.37-85 apud PELHO, E.B.B. *Introdução ao Conceito de Função: A Importância da Compreensão das Variáveis*. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

ANEXO I

Entrevista com Camila

1. Com que idade você perdeu a visão ou começou a notar a perda parcial da visão?
R: É desde nascença. Nasci com má formação e descolamento de retina.
2. Com que idade começou a freqüentar a escola?
R: Desde 6 meses na Estimulação Precoce. Sou aluna desde 3 anos.
3. Você chegou a estudar em outros colégios não especializados?
R: Frequentei o colégio da minha tia.
4. Como eram os estudos lá?
R: Não me lembro direito. Só ficava com os colegas do jardim para me relacionar com as outras crianças.
5. Há quantos anos estuda no IBC?
R: 15 anos
6. Você domina completamente o Braille?
R: Sim, até a escrita matemática.
7. Você domina completamente o Soroban?
R: Sim, apesar de ter tempo que não uso.
8. Como é estudar matemática no IBC?
R: É tranquilo. Não tem dificuldades.
9. O que há de diferente nos professores de outras escolas em relação aos professores que encontrou aqui no IBC?
R: O professor de fora encontra dificuldades para poder escrever a simbologia matemática. Aqui, os professores já estão adaptados.
10. Como você faz para estudar matemática?
R: Aproveito os exercícios em aula e lembro o que foi feito em sala. Não consigo estudar sozinha. Preciso de um professor me explicando até eu entender.
11. Como são seus estudos em casa?
R: Só estudo na véspera da prova e, quando tenho dificuldades, procuro alguém para me ajudar antes da prova.
12. Que tipo de adaptação você aprendeu a fazer para facilitar seus estudos?
R: Nenhuma.

13. Como o IBC te ajudou nestas adaptações e no que diz respeito ao seu aprendizado em si?
R: Não tenho idéia.

14. Há quanto tempo que você utiliza o DOSVOX no IBC?
R: Aproximadamente 7 anos.

15. Você tem computador em casa? Você utiliza o DOSVOX em casa?
R: Sim.

16. O que você acha do programa (pontos positivos e negativos)?
R: Como ponto positivo, oferece uma ajuda grande para trabalhar informática por ser um programa todo em áudio. Algumas coisas ficam mais fáceis. Como ponto negativo, ele é um programa muito primitivo. Tem muito site que não acessa. Não tem gravador de CD. Não acessa o Orkut. Muita coisa não está pronta.

17. Você domina completamente o DOSVOX?
R: A planilha não tinha usado antes da pesquisa. Nunca tive essa curiosidade.

18. Sua família te auxilia nos seus estudos?
R: Mais a minha mãe. Antes era a minha avó que dava aula para o primário. Minha mãe trabalha na secretaria de uma escola e ela sempre consegue livros com a mesma matéria e se precisar, consegue um professor pra me ajudar. Meu pai também é contador e ele entende de matemática. Aí, ele me ajuda. Mas eu não tenho hábito de estudo. Começo a estudar quando vejo que tem uma prova chegando. Aí, eu começo a tirar as minhas dúvidas. Na véspera dou uma relembração.

19. Qual carreira profissional você gostaria de seguir?
R: A área que eu gosto muito é a música.

20. Quais são os seus sonhos profissionais?
R: Tenho o sonho de terminar meus estudos e viajar para o exterior e fazer minha carreira lá na área de música. O que exatamente, eu não sei.

21. Em que a matemática pode lhe ser útil na vida?
R: Mais no dia-a-dia. A gente usa a matemática nos lugares onde a gente menos imagina. Pra ver troco... Na minha carreira, eu sei que a matemática não é muito influente, mas é importante pro dia-a-dia.

ANEXO II

Entrevista com Daniel

1. Com que idade você perdeu a visão ou começou a notar a perda parcial da visão?
R: Nascimento. Minha mãe teve rubéola durante a gravidez.
2. Com que idade começou a freqüentar a escola?
R: Desde o nascimento para consultas e na escola desde 9 anos.
3. Você chegou a estudar em outros colégios não especializados?
R: Sim. Dos 5 aos 9 anos até a quarta série. Depois, entrei no IBC na primeira série.
4. Como eram os estudos lá?
R: Normal, sem dificuldades. Sentava no meio da sala. Era nerd.
5. Há quantos anos estuda no IBC?
R: 7 anos.
6. Você domina completamente o Braille?
R: Não me interessa.
7. Você domina completamente o Soroban?
R: Não, porque nunca me interessei.
8. Como é estudar matemática no IBC?
R: Eu tenho facilidade de aprender.
9. O que há de diferente nos professores de outras escolas em relação aos professores que encontrou aqui no IBC?
R: Os professores do IBC têm mais paciência que os de fora.
10. Como você faz para estudar matemática?
R: Estudo vinte minutos antes da prova e gabarito ela.
11. Como são seus estudos em casa?
R: Não estudo.
12. Que tipo de adaptação você aprendeu a fazer para facilitar seus estudos?
R: Não faço adaptações.
13. Como o IBC te ajudou nestas adaptações e no que diz respeito ao seu aprendizado em si?
R: Há muitos instrumentos que eles passam para o aluno que facilitam a adaptação, como a lupa.

14. Há quanto tempo que você utiliza o DOSVOX no IBC?
R: Nunca. Só para jogar FORCAVOX.
15. Você tem computador em casa? Você utiliza o DOSVOX em casa?
R: Tenho um computador velho, mas sem o DOSVOX.
16. O que você acha do programa (pontos positivos e negativos)?
R: Não sei dizer. Eu não uso muito.
17. Você domina completamente o DOSVOX?
R: Não.
18. Sua família te auxilia nos seus estudos?

R: Não levo estudo pra casa.
19. Qual carreira profissional você gostaria de seguir?
R: Administração
20. Quais são os seus sonhos profissionais?
R: Conseguir administrar uma empresa bem conhecida internacionalmente.
21. Em que a matemática pode lhe ser útil na vida?
R: Pode ser útil na carreira que eu vou seguir no sentido de que eu preciso ter uma base de matemática para me desenvolver na carreira.

ANEXO III

Entrevista com a Professora Paula Marcia Barbosa

1. Há quantos anos é professora do Instituto Benjamin Constant?

R: Em 1º março de 2010 vai fazer 28 anos que trabalho no IBC.

2. Após quantos anos de carreira, resolveu fazer parte do corpo docente do IBC?

R: Formei-me em Matemática no ano de 1974, na UFF e dei aula em Niterói. Parei quando me formei, trabalhei em empresa privada e em 1981 surgiu o convite para contratação de professor no IBC.

3. O que a levou a ter uma preocupação com a educação dos deficientes visuais?

R: Não tinha preocupação e não sabia como ensinar deficientes visuais.

4. Como foi a sua preparação para assumir o cargo de professora do Instituto?

R: Como não tinha experiência e nem curso normal, o meu primeiro ano trabalhei na parte da manhã na biblioteca do IBC, recebendo alunos e catalogando livros; na parte da tarde, de março a dezembro de 1982 fiz o Curso de Especialização para Professores na Área da Visão (Sistema Braille, soroban, atividades da vida diária, confecção de material especializado, psicologia, etc). Depois, em 1984 fiz concurso e me tornei efetiva.

5. Para você, qual a principal diferença entre um aluno vidente e um deficiente visual?

R: Após esses anos todos lidando com deficientes visuais não sei dizer a principal diferença. Uma das coisas que é diferente é a quantidade de alunos em sala de aula, o que para mim facilita muito o aprendizado.

6. Para você, qual a principal diferença de um professor de alunos videntes para um professor de alunos cegos ou de baixa visão?

R: O professor de alunos videntes não foi preparado para atender alunos deficientes visuais. Ele ensina a todos de uma mesma maneira e o professor de alunos deficientes visuais se preocupa com a maneira de ensinar a cada aluno.

7. Como era o Instituto no momento da sua chegada? (Física e condições de trabalho).

R: Havia muito mais alunos do que hoje em dia. O diretor passava de manhã em todas as salas para dar bom dia e se preocupava com os alunos. As salas continuam iguais, o internato tinha bem mais alunos. O respeito dos alunos com os professores era bem maior do que hoje. As condições de trabalho para mim sempre foram boas. Sempre fiz tudo que pudesse tornar minhas aulas e meus papos com os alunos uma troca de experiência e aprendizado. Mudanças tiveram com a chegada do computador e do Braille Fácil. Não precisava mais rodar matrizes em mimeógrafo. Ficou mais rápido.

8. Como era o ensino da matemática no IBC quando chegou?

R: A grade curricular era igual a do município. Como a primeira turma que dei aula era de baixa visão, fazia matriz ampliada no mimeógrafo e seguia o livro adotado.

9. Como é hoje o ensino da matemática no IBC?

R: No começo dos anos 90 comecei a participar do Projeto Fundação da UFRJ, através de duas estagiárias que tive. Através das reuniões vi que poderia modificar a maneira de ensinar. Levei ao conhecimento da direção e, na época, o diretor pediu que eu desse curso no IBC para que os professores pudessem adotar também a metodologia. Desde então procuro fazer com que os alunos gostem de matemática através de atividades e jogos.

10. Qual o nível de aluno que o instituto recebe?

R: O IBC está aberto para receber todo aluno com deficiência visual, com múltiplas deficiências e reabilitandos.

11. Qual o nível de aluno que o Instituto forma?

R: No IBC só tem até o ensino fundamental. Já tivemos duas turmas de 9º ano (cada uma com 11 alunos) e todos se formaram. Muitos foram para o CP II, Colégio Amaro Cavalcanti e Infante Dom Henrique. Hoje em dia chegam de 5 a 7 alunos no 9º ano.

12. Como é feito o currículo de matemática da escola?

R: Como coordenadora da área de matemática me reunia com os professores dos segmentos da escola (Educação Infantil, 1ª fase e 2ª fase) para traçar o conteúdo programático. Acabava vendo o professor não seguir tal conteúdo. A minha preocupação sempre foi o ensino de geometria na 1ª fase e nem sempre é dado.

13. Qual a autonomia que o professor de matemática possui no sentido da estruturação de suas aulas?

R: Hoje em dia ele tem total autonomia. Não vejo cobrança aos professores dos coordenadores de segmentos.

14. Como são as aulas de matemática? O que há de diferente em relação a uma aula de matemática numa escola comum?

R: O professor de matemática segue o conteúdo do ano que está lecionando. Algumas aulas são bem participativas e outras iguais a da escola comum: o professor explica e os alunos fazem os exercícios.

15. Quais as principais dificuldades dos alunos em matemática?

R: Desde 1989 só dou aula na 2ª fase (6º ao 9º anos) e uma das dificuldades era o ensino de frações e números decimais. A partir de 1994 só dou aula de geometria e não vejo dificuldade com o estudo, isto é, quando não tem cálculo algébrico. Equações, alguns sentem dificuldades.

16. A utilização de material especializado produzido pelo próprio Instituto traz que tipo de diferencial para o processo ensino-aprendizagem?

R: Em primeiro lugar para trabalhar com deficiente visual o professor tem que produzir material adaptado. O processo ensino-aprendizagem acontece normalmente.

17. A partir de que idade os alunos começam a ter acesso à ferramenta DOSVOX?

R: Com o laboratório de informática os alunos da 1ª fase têm acesso ao DOSVOX. Não sei dizer a idade, mas a partir do 2º ano.

18. Como você acha que o DOSVOX pode ser usado como um elo para a interdisciplinaridade e o aprendizado da matemática?

R: Os alunos já fazem uso do DOSVOX desde cedo, logo cabe ao professor buscar atividades relacionadas à matemática e fazer uso. Em 2008 tive um teste piloto com os estagiários da UFRJ que foi surpreendente, utilizando o PLANIVOX.

19. Esse trabalho é feito no IBC? De que forma?

R: Em relação à 1ª fase não sei responder, mas em relação às turmas que dou aula foi desenvolvido o estudo de funções (generalização, regularidades).

20. Ao professor do IBC são oferecidos cursos de formação continuada na área de matemática e de educação especial?

R: Ultimamente não. Esse ano de 2010 o IBC vai promover curso para professores de matemática, estudantes, visando à inclusão. Serão atividades aplicadas em sala de aula que o grupo do Projeto Fundão elaborou.

21. Como você acha que o aluno deficiente visual formado pelo IBC é visto em outras escolas?

R: Ainda existe discriminação, preconceito em relação ao deficiente visual, sendo ele do IBC ou não. O que acho é que os alunos do IBC são preparados para lidar com essas situações.

22. Como é feita a educação de jovens com deficiências múltiplas? Eles são inseridos nas salas de aulas comuns do IBC?

R: No IBC tem sala com uma equipe de professores que atende só a alunos com múltiplas deficiências. São aulas de atividade da vida diária, educação física e um conteúdo adaptado para esses alunos.

23. Se houvesse a possibilidade de voltar no tempo, qual a probabilidade de escolher a carreira de professora de matemática para deficientes visuais do IBC novamente?

R: Com certeza escolheria novamente. É gratificante ensinar a esses alunos: com dificuldades e brilhantes. A preparação das minhas aulas, a confecção de apostilas que fiz para eles, os materiais concretos e adaptados para facilitar a compreensão, faria tudo de novo. Mesmo observando uma defasagem no ensino, procuraria ajudá-los da melhor maneira possível.

ANEXO IV

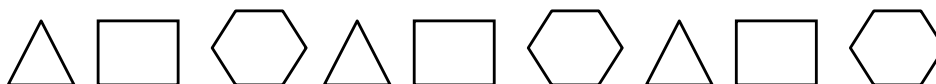
AULA 1 – Regularidades e Generalizações

Na introdução do conceito de função, a percepção das regularidades é um ponto fundamental para futuras concepções tais como variáveis, gráficos e equações.

Atividade 1 – REGRA SEQÜENCIAL

Fonte: SOUZA & DINIZ (1994), *Álgebra: das Variáveis às Equações e Funções*. São Paulo: CAEM/IME-USP, p. 18.

a) Escreva a regra da sequência abaixo.

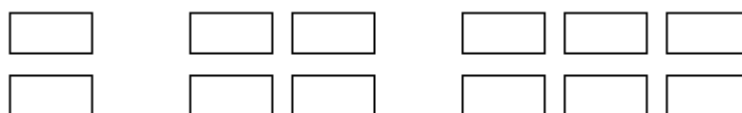


- b) Qual o 8º elemento da sequência?
- c) Qual o 14º elemento da sequência?
- d) Sem desenhar, qual o elemento que ocupa a 20ª posição?
- e) Considerando cada figura como um elemento da sequência, qual seria o décimo segundo elemento?
- f) Qual figura estaria na 15ª posição?
- g) E na 18ª posição?
- h) E na 21ª posição?
- i) Qual a figura que ocupará a 71ª posição?

Atividade 2 – Sequência com quadrados

Fonte: SOUZA & DINIZ (1994), *Álgebra: das Variáveis às Equações e Funções*. São Paulo: CAEM/IME-USP, p. 24.

Note a sequência de retângulos abaixo:



- a) Informe quantos retângulos terá a próxima figura da sequência.
- b) Quantos retângulos terão na quinta figura desta sequência?
- c) Quantos retângulos terão na sexta figura desta sequência?

- d) Quantos retângulos terão a décima figura desta sequência? Explique como fez para descobrir.
- e) Quantos retângulos terão a trigésima figura desta sequência? Explique como fez para descobrir.
- f) Quantos retângulos terão a figura de uma posição P qualquer?

Atividade 3 – TRIÂNGULO COM PALITOS

Fonte: TINOCO (2002), *Construindo o Conceito de Função*. 4. Ed. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, p. 33.

- a) Com palitos de fósforo, construa um triângulo.
Quantos palitos você usou?
- b) Forme dois triângulos com 5 palitos de modo que tenham um lado em comum.
- c) Para formar três triângulos, quantos palitos você usaria? Registre seus resultados.
E para formar cinco?
E para formar dez?
E para formar 65?
- d) Se alguém quiser saber quanto palitos serão usados para formar um número **n** qualquer de triângulos, você saberia escrever uma expressão para ajudá-lo?
- e) Verifique se esta expressão dá o número de palitos que você usou para fazer 5 triângulos.

ANEXO V

AULA 2

Atividade 1 – CAMISAS PENDURADAS

Fonte: TINOCO (2002), *Construindo o Conceito de Função*. 4. Ed. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, p. 32.

D. Lurdes lavou as camisetas do time de futebol de seu neto Lulu e vai colocá-las para secar da seguinte maneira:

- cada camiseta é presa por 2 pregadores;
 - cada camiseta é ligada à seguinte por um pregador.
- a) Quantos pregadores D. Lurdes usará para pendurar 3 camisetas?
E 4 camisetas? E 8 camisetas? E 10 camisetas? E 11 camisetas?
- b) D. Lurdes comprou duas cartelas de 12 pregadores cada. Esse número de pregadores é suficiente para prender as camisetas de 22 jogadores?
- c) Escreva uma expressão que represente o número de pregadores necessários para pendurar um número qualquer de camisetas. Se precisar, construa uma tabela.

Atividade 2 – Classificando Palavras

Classifique cada uma das palavras a seguir de acordo com a quantidade de letras que possui. Construa uma tabela.

<i>Fada</i>	<i>Casco</i>	<i>Uma</i>	<i>Seu</i>	<i>Fidalgo</i>	<i>Dó</i>
<i>Camelo</i>	<i>Asa</i>	<i>Café</i>	<i>Lá</i>	<i>Cebola</i>	<i>Triste</i>
<i>Rua</i>	<i>Prédio</i>	<i>Asfalto</i>	<i>Torre</i>	<i>Dia</i>	<i>Claro</i>
<i>Me</i>	<i>Pois</i>	<i>Talo</i>	<i>Dar</i>	<i>Selo</i>	<i>Tampa</i>

Atividade 3 – A Moto de segunda mão

Uma moto está sendo vendida por R\$ 8.000,00. A cada ano que passa, a moto perde a metade do seu valor. Responda:

- a) Se uma pessoa comprar essa moto e a revender depois de um ano, qual deverá ser o preço da revenda?
- b) Se uma pessoa comprar essa moto e a revender depois de dois anos, qual deverá ser o preço da revenda?
- c) Se uma pessoa comprar essa moto e a revender depois de três anos, qual deverá ser o preço da revenda?
- d) Para que o valor da moto seja de R\$ 250,00, quantos anos deverão passar após a compra?

ANEXO VI

AULA 3 – Trabalhando com o PLANIVOX (DOSVOX)

Atividade 1 - OS PÃES

Fonte: TINOCO (2002), *Construindo o Conceito de Função*. 4. Ed. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, p. 35.

Ana vai à padaria com R\$5,00 para comprar pães que custam R\$0,38 cada. Quanto receberá de troco ao comprar:

- a) 3 pães?
- b) 5 pães?
- c) 10 pães?

Escreva uma expressão que dá o troco que Ana receberá se comprar um número n qualquer de pães.

Utilizando o PLANIVOX, registre as informações em uma tabela. Siga as instruções:

- Na célula A1, escreva o nome da coluna referente à quantidade de pães;
- Na célula B1, escreva o nome da coluna referente ao preço pago pelos pães;
- Na célula C1, escreva o nome da coluna referente ao troco recebido em cada caso;
- Na coluna A, a partir da célula A2, insira números de 1 a 15 representando a quantidade de pães que Ana pode comprar.
- Na coluna B, insira a expressão que dá o preço dos n pães comprados por Ana. (comece a expressão com o sinal de igual) Você deverá repetir essa expressão até a célula B12.
- Na coluna C, insira a expressão encontrada que dá o troco que Ana receberá em cada compra. (comece a expressão com o sinal de igual).

Que valores este número n pode ter?

Atividade 2 – TRIÂNGULO COM PALITOS (Utilizando o PLANIVOX)

Fonte: TINOCO (2002), *Construindo o Conceito de Função*. 4. Ed. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, Pp. 32.

Na primeira aula, realizamos esta tarefa dos triângulos feitos com palitos de fósforo. Neste momento, iremos registrar nossas conclusões no PLANIVOX.

Construa uma tabela com duas colunas: “Número de triângulos” e “Número de palitos”. Registre a quantidade de palitos utilizados para construir até 10 triângulos. Insira a expressão encontrada no item D e verifique se a quantidade de palitos usados para construir 65 triângulos confere com a encontrada na primeira aula.

- f) Com palitos de fósforo, construa um triângulo.
Quantos palitos você usou?
- g) Forme dois triângulos com 5 palitos de modo que tenham um lado em comum.
- h) Para formar três triângulos, quantos palitos você usaria? Registre seus resultados.
E para formar cinco?
E para formar dez?
E para formar 65?
- i) Se alguém quiser saber quanto palitos serão usados para formar um número n qualquer de triângulos, você saberia escrever uma expressão para ajudá-lo?

Atividade 3 – CAMISAS PENDURADAS (Utilizando o PLANIVOX)

Fonte: TINOCO (2002), *Construindo o Conceito de Função*. 4. Ed. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, Pp. 32.

D. Lurdes lavou as camisas do time de futebol de seu neto Lulu e vai colocá-las para secar da seguinte maneira:

- cada camisa é presa por 2 pregadores;
 - cada camisa é ligada à seguinte por um pregador.
- b) Quantos pregadores D. Lurdes usará para pendurar 3 camisas?
E 4 camisas? E 8 camisas? E 10 camisas? E 11 camisas?
 - c) D. Lurdes comprou duas cartelas de 12 pregadores cada. Esse número de pregadores é suficiente para prender as camisas de 22 jogadores?
 - d) Escreva uma expressão que represente o número de pregadores necessários para pendurar um número qualquer de camisas. Se precisar, construa uma tabela.

ANEXO VII

AULA 4 – Trabalhando com o PLANIVOX (DOSVOX)

Atividade 1 - JOGO DAS REGRAS NUMÉRICAS

Fonte: SOUZA & DINIZ (1994), *Álgebra: das Variáveis às Equações e Funções*. São Paulo: CAEM/IME-USP, Pp. 56 – 57.

No jogo a seguir, alguns números foram ditos e, em seguida, respondidos de acordo com uma regra. Descubra a regra usada em cada caso. Escreva uma frase com suas palavras e uma expressão matemática que represente esta regra.

1)

Número Dito	Número Respondido
4	8
6	12
10	20
-15	-30
3	
	14

Frase: _____

Expressão: _____

2)

Número Dito	Número Respondido
2	21
3	31
0,7	8
-10	-99
12	
	41

Frase: _____

Expressão: _____

3)

Número Dito	Número Respondido
1	5
2	7
-1	1
-2	-1
4	
	9

Frase: _____

Expressão: _____

Monte uma planilha no PLANIVOX que consiga responder de acordo com essa regra a qualquer número dito.

ANEXO VIII

AULA 5 – Estudo dos Gráficos

Atividade 1 – ANÁLISE DE GRÁFICOS: Jogo das Regras Numéricas

Fonte: SOUZA & DINIZ (1994), *Álgebra: das Variáveis às Equações e Funções*. São Paulo: CAEM/IME-USP, Pp. 56 – 57.

De acordo com a planilha 3 da última atividade, represente os pares ordenados no plano cartesiano de tal forma que os valores da coluna dos NÚMEROS DITOS sejam localizados no eixo horizontal (conhecido como eixo das abscissas) e os valores da coluna dos NÚMEROS RESPONDIDOS sejam localizados no eixo vertical (conhecido como eixo das ordenadas).

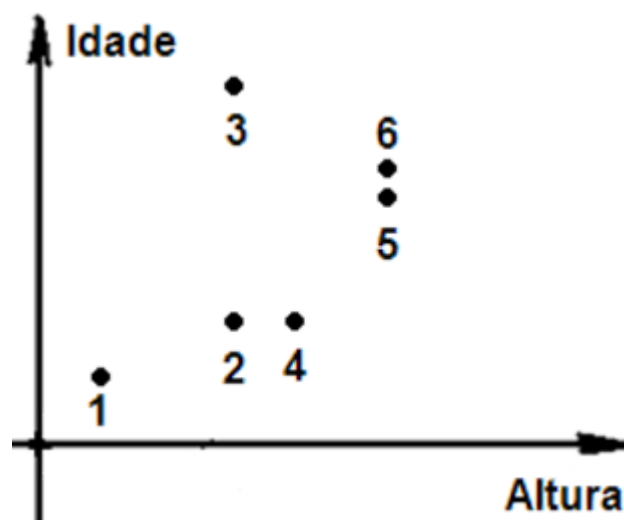
NÚMEROS DITOS	NÚMEROS RESPONDIDOS
1	5
2	7
-1	1
-2	-1
3	9

Atividade 2 – ANÁLISE DE GRÁFICOS: Família de Seis Integrantes

Fonte: TINOCO (2002), *Construindo o Conceito de Função*. 4. Ed. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, p. 15.

Numa casa, mora uma família com 6 integrantes:

- S. Manoel, o avô.
- Lúcio e Jane, o pai e a mãe.
- Juliana, a filha mais alta.
- Bruno, irmão de Juliana.
- Dedé, o gatinho.



a) Identifique qual pessoa está

representada por cada um dos pontos do gráfico.

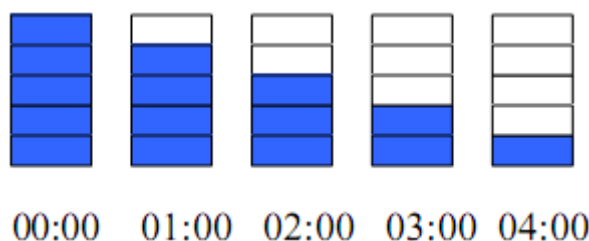
- b) Quem é mais velho: Juliana ou Bruno?
- c) Quem é mais alto: Juliana ou S. Manoel?
- d) Quem é mais alto: Lúcio ou Jane?
- e) Quem é mais alto: Bruno ou S. Manoel?
- f) Reproduza no geoplano o gráfico anterior, colocando no eixo horizontal as idades e no eixo vertical as alturas.

ANEXO IX

Atividade 1 – ESBOÇO DE GRÁFICOS: O Reservatório de Água

Fonte: ROSSINI, Renata. *Saberes Docentes Sobre o Tema Função: Uma Investigação das Praxeologias*. São Paulo, 2006. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, p. 288.

Um reservatório de água com capacidade de 1000 litros está cheio. O registro é aberto para esvaziá-lo e um cronômetro é acionado no instante em que se inicia o escoamento.



(a) Observando as ilustrações acima, preencha a tabela:

Tempo (horas)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5
Volume (litros)	1000		800						

(b) Para valores acima de 5 horas, quais seriam seus pares correspondentes em litros?

(c) Os pontos estão alinhados?

(d) É possível unir os pontos do gráfico? Justifique.

(e) É necessário uni-los?

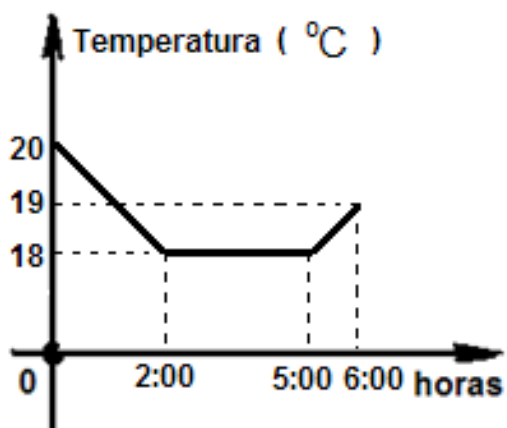
(f) Se o cronômetro continuar funcionando, qual a quantidade de água no reservatório no instante $t = 7$?

(g) Verifique se seu gráfico está representando a situação de o cronômetro continuar funcionando após o esvaziamento do reservatório.

(h) O volume de água observado no reservatório depende do tempo transcorrido? Explique.

(i) Represente no gráfico a quantidade de água que escoou à medida que o tempo passa.

Atividade 2 – ANÁLISE DE GRÁFICOS: A Temperatura



Este gráfico representa a temperatura da cidade do Rio de Janeiro durante a madrugada.

- O que poderemos verificar neste gráfico? Qual a temperatura às 2 horas da manhã?
- Qual a temperatura da cidade às 5 horas da manhã?
- Qual a temperatura à meia-noite?
- Durante quanto tempo a temperatura esteve constante?
- Ao amanhecer, que temperatura marcava?
- Em que momento a temperatura começou a subir?
- Quando a temperatura ficou mais baixa: 1 hora ou 3 horas?