

## **Capítulo 2**

# **REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica que norteou o desenvolvimento deste estudo. Partindo do pressuposto de que esta pesquisa tem como objetivo investigar a utilização de uma ferramenta computacional no estudo de determinado tópico de matemática, buscou-se por contemplar alguns itens citados nos PCN's que servirão como base da pesquisa.

### **2.2 OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCN's)**

As recomendações surgidas nos últimos anos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) remetem a uma proposta mais aberta e flexível em relação ao desenvolvimento curricular, proporcionando, dessa forma, um espaço maior para a criatividade do professor. Essa liberdade, embora seja positiva, exige disposição para mudanças, na medida em que o modelo pedagógico deixa de ser o tradicional, que tem como característica estar centrado na figura do professor, que atua como transmissor de conhecimentos prontos a serem assimilados passivamente pelos alunos.

Essa abertura permite que o docente possa atuar com as diversidades existentes entre os alunos, valorizando seus conhecimentos prévios como meio para a aprendizagem de conteúdos específicos. O que se tem em vista é que o aluno possa ser sujeito de sua própria formação, fazendo parte de um processo onde interagem alunos, professores e conhecimento.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais constituem um referencial que buscam orientar e garantir a coerência das políticas de melhoria da qualidade de ensino, não configurando, portanto, um modelo curricular homogêneo e impositivo que se sobrepõe à autonomia de professores e equipes pedagógicas. Enfatiza-se a necessidade de entender o termo “currículo” basicamente em três dimensões: conceitos, procedimentos e atitudes. Transpondo para o contexto do ensino de Matemática, pode-se dizer que é valorizada muito mais a compreensão das idéias matemáticas e o modo como estas serão buscadas do que a sua sistematização, muitas vezes vazia de significados, sendo considerada um meio para desenvolver atitudes positivas diante do saber em geral e do saber matemático em particular.

O conjunto de objetivos de Matemática indicados para o Ensino Fundamental, de acordo com os PCN's, aqui descritos de forma resumida, visa a levar o aluno a compreender e transformar o mundo à sua volta, estabelecer relações qualitativas e quantitativas, resolver situações-problema, comunicar-se matematicamente, estabelecer as intraconexões matemáticas e as interconexões com as demais áreas do conhecimento, desenvolver sua autoconfiança no seu fazer matemático e interagir adequadamente com seus pares. A Matemática pode colaborar para o desenvolvimento de novas competências, novos conhecimentos, para o desenvolvimento de diferentes tecnologias e linguagens que o mundo globalizado exige das pessoas. Dessa forma, buscou-se destacar alguns itens que fundamentam esta pesquisa que, em linhas gerais, propõem capacitar os alunos a:

- Utilizar as diferentes linguagens – verbal, musical, matemática, gráfica, plástica e corporal – como meio para produzir, expressar e comunicar suas idéias;
- Saber utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimento (PCN, 1998, p.57).

Esses dois tópicos serão discutidos nas seções seguintes objetivando um maior detalhamento de como a escola pode se beneficiar com a incorporação das inovações tecnológicas no ambiente educacional, em especial o computador no ensino de Matemática.

### 2.2.1 – Um Pouco da História do Ensino de Matemática

É muito difícil motivar com fatos e situações do mundo atual uma ciência que foi criada e desenvolvida em outros tempos em virtude dos problemas de então, de uma realidade, de percepções, necessidades e urgências que nos são estranhas. Do ponto de vista de motivação contextualizada, a Matemática que se ensina hoje nas escolas é morta. Poderia ser tratada como um fato histórico.

(D'AMBRÓSIO, 1996, p.31)

Assim como o homem está inserido num contexto histórico, visto que suas idéias e seus valores são produzidos historicamente, também a educação reflete um determinado momento histórico produzindo práticas pedagógicas com objetivos específicos. Dessa forma, para melhor compreender o quadro do atual ensino de Matemática no Brasil, será apresentado um breve histórico do avanço do ensino dessa ciência na tentativa de externar alguns dos problemas encontrados – formalização precoce de conceitos, excessiva preocupação com treino de habilidades, mecanização de processos sem a compreensão, dentre outros (PCN, 1998, p.19).

A Matemática desenvolveu-se seguindo caminhos diferentes nas diversas culturas. O modelo de matemática hoje aceito, originou-se com a civilização grega, no período que vai de 700 a.C. a 300 a.C., aproximadamente, fortemente embasados em sistemas formais, logicamente estruturados a partir de um conjunto de premissas e empregando regras de raciocínio preestabelecidos. Por volta do século XX é que tais sistemas formais atingiram a maturidade, com o surgimento da Teoria dos Conjuntos.

O ensino foi então influenciado por um movimento de renovação que ficou conhecido como Matemática Moderna que enfatizava aspectos, tais como, a teoria dos conjuntos, as estruturas algébricas e a topologia, provocando amplas reformas no currículo de Matemática. Esse movimento reforçava o formalismo matemático alicerçado nas estruturas algébricas e na linguagem formal, distanciando-se das questões práticas e propondo algo que estava fora do alcance dos alunos, principalmente daqueles das séries iniciais do Ensino Fundamental.

Na década de 80 um novo movimento surgiu, iniciado pelo *National Council of Teachers of Mathematics*<sup>4</sup> (NCTM), destacando a resolução de problemas como foco do ensino. Aspectos

---

<sup>4</sup> NTCM – organização fundada em 1920, nos Estados Unidos, com a finalidade de dar suporte a professores de Matemática.

sociais, antropológicos, lingüísticos e cognitivos foram considerados relevantes na aprendizagem da Matemática, dando novos rumos às discussões curriculares (PCN, 1998, p.20).

Atualmente, o Brasil ainda enfrenta alguns obstáculos em relação ao ensino de Matemática, como a falta de formação profissional qualificada, ausência de políticas educacionais efetivas e a organização dos conteúdos, que de um modo geral são apresentados de forma excessivamente hierarquizada e, por vezes, essa concepção linear não é necessariamente o caminho mais adequado. Muitos esforços vêm sendo delineados na tentativa de amenizar esses problemas, e os PCN's são um deles, destacando que “a Matemática está presente na vida de todas as pessoas, em situações em que é preciso, por exemplo, quantificar, calcular, localizar um objeto no espaço, ler gráficos e mapas, fazer previsões” (PCN, 1998, p.59).

Para que a Matemática se torne mais interessante, mais próxima da realidade, é proposto pelos PCN's que se trabalhe com Temas Transversais – Ética, Saúde, Meio Ambiente, Trabalho e Consumo, Pluralidade Cultural e Orientação Sexual, permitindo que o aluno perceba a realidade em que está inserido e desenvolva suas capacidades cognitivas, superando a aprendizagem centrada em procedimentos mecânicos.

Conforme já mencionado na seção anterior, o currículo de Matemática foi dividido em três dimensões: conceitos, procedimentos e atitudes, sendo que conceitos e procedimentos foram agrupados e divididos em quatro blocos:

- Números e Operações;
- Espaço e Forma;
- Grandezas e Medidas;
- Tratamento da Informação,

sendo que o último bloco fornece instrumentos necessários para obter e organizar informações, interpretá-las e desse modo produzir argumentos para fundamentar conclusões sobre elas, tornando dessa forma mais viável a operacionalização de Temas Transversais. É sugerido que seja aprofundado no quarto ciclo (7ª e 8ª séries), pois “os alunos têm melhores condições de desenvolver pesquisas sobre sua própria realidade e interpretá-la, utilizando-se de gráficos e algumas medidas estatísticas” (PCN, 1998, p.85).

O desenvolvimento do presente trabalho se insere nesse tópico de Tratamento da Informação, dando ênfase à leitura, interpretação de dados expressos em gráficos, organização de dados e

construção de recursos visuais adequados, como gráficos para apresentar globalmente os dados, destacar aspectos relevantes, sintetizar informações e permitir a elaboração de inferências. Em relação à dimensão atitude, no contexto da pesquisa, é esperado que o aluno seja capaz de comparar diferentes métodos de resolução de um problema, procurando semelhanças e diferenças entre eles e justificando-os. Para tal, é sugerido que se faça uso de recursos tecnológicos, possibilitando, assim, a criação de ambientes de aprendizagem em que os alunos possam se sentir estimulados a testar suas hipóteses e interpretar os resultados.

### 2.2.2 – O Uso do computador na sala de aula

A incorporação de recursos tecnológicos no ambiente educacional não é sinônimo de melhoria na qualidade do ensino, pois a aparente modernidade pode estar simplesmente mascarando um método tradicional de ensino, baseado na recepção e na memorização de informações. De acordo com os PCN's (1998, p. 140) “a tecnologia deve servir para enriquecer o ambiente educacional, propiciando a construção de conhecimentos por meio de uma atuação ativa, crítica e criativa por parte de alunos e professores”. Logo, o computador deve funcionar como um instrumento para o enriquecimento do ambiente de aprendizagem, proporcionando ao aluno a possibilidade de construir seu próprio conhecimento, enfatizando a aprendizagem e não o ensino; a construção do conhecimento e não a instrução (VALENTE, 1993).

De acordo com Cuban *apud* Cysneiros (1996), as inovações tecnológicas tiveram uma trajetória cíclica sumarizada em fases, que tem estado presentes na informática educativa. Dentre elas destacam-se: elevadas expectativas, disseminando que o computador fará maravilhas na escola; necessidade de inovação, afirmando que a escola está obsoleta; e políticas de introdução, que é o estabelecimento de políticas públicas federais, estaduais e municipais para a implantação de informática educativa nas escolas.

Em relação às expectativas geradas pelo uso do computador no contexto educacional, Papert *apud* Cysneiros (1996) usou o termo “*tecnocentrismo*” para referir-se à supervalorização do computador e dos seus efeitos, particularmente por pessoas que não aprenderam a lidar com tais máquinas”. Essa supervalorização corre o risco de se transformar numa grande frustração, uma vez que a escola deve instaurar uma estratégia para o desenvolvimento e disseminação dessa nova proposta de trabalho para não se deparar com alguns fatores que podem dificultar a

utilização dessa ferramenta educacional, como: pouco conhecimento e domínio, por parte dos professores, para utilizar recursos tecnológicos na criação de ambientes de aprendizagem significativa e insuficiência de recursos financeiros para manutenção, atualização de equipamentos e para a capacitação de professores (PCN, 1998, p. 142).

Vários argumentos têm sido utilizados para justificar a integração da tecnologia da informática na educação e, um deles vem ao encontro da proposta da Educação Matemática, que é desenvolver o raciocínio ou possibilitar situações de resolução de problemas (VALENTE, 1993). O desenvolvimento dessas habilidades pode ser facilitado com a utilização do computador, pois o uso desse recurso permite a concepção de novas formas de trabalho por meio da criação de ambientes de aprendizagem em que os alunos possam pesquisar, fazer simulações, confirmar idéias prévias, experimentar, criar soluções e construir novas formas de representação mental; oferece recursos rápidos e eficientes para realizar cálculos complexos, o que permite dedicar mais tempo a atividades de interpretação e elaboração de conclusões.

Sendo assim, esta pesquisa tem como proposta apresentar a utilização do computador no aprendizado de leitura e interpretação de dados expressos em gráficos (vide seção 2.2.1), visando ao desenvolvimento do pensamento crítico e de habilidades cognitivas, ao invés da simples memorização de conteúdos.

### **2.3 O EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM)**

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi criado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), em 1998, com o objetivo de avaliar o desempenho dos alunos que estão concluindo ou que já concluíram o Ensino Médio, no qual a participação é voluntária. **Tem como base** as competências e habilidades desenvolvidas ao longo da Educação Básica, permitindo, assim, que os participantes realizem uma auto-avaliação com vistas às suas escolhas futuras, mercado de trabalho e à continuidade de seus estudos. É

constituído por questões que envolvem o conceito de situação-problema<sup>5</sup>, interdisciplinaridade e contextualização, encontrando-se em consonância com os PCN's.

De acordo com a Revista do ENEM (2002), **competências** são “modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer” e **habilidades** são “especificações das competências estruturais em contextos específicos, decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do *saber fazer*”. Para Perrenoud, a competência é definida como “a capacidade de articular um conjunto de esquemas, situando-se, portanto, além dos conhecimentos, permitindo mobilizar os conhecimentos na situação, no momento certo e com discernimento”. (PERRENOUD *apud* BURNIER, 2001, p.13). De acordo com o Parecer nº 16, de 1999, elaborados pelo Conselho Nacional de Educação (CNE/CEB Parecer nº16/99, PCNb, 1999, p.32):

A competência não se limita ao conhecer, mas vai além porque envolve o agir numa situação determinada. O agir competente inclui decidir e agir em situações imprevistas, mobilizar conhecimentos, informações e hábitos, para aplicá-los, com capacidade de julgamento, em situações reais e concretas, individualmente e com sua equipe de trabalho.

Partindo desse conceito, uma matriz de competências foi elaborada para estruturação do exame. Essa matriz - composta por cinco competências expressas em vinte e uma habilidades - foi desenvolvida com o propósito de fazer uma associação entre conteúdos, competências e habilidades, onde as características e pressupostos do ENEM ficaram claramente definidos. As cinco competências (quadro 2.1) funcionam de forma integrada, com o objetivo de aferir as estruturas mentais desenvolvidas e aperfeiçoadas pelo estudante para o exercício pleno de cidadania. Para tal, foram consideradas como referências norteadoras o texto da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, os Parâmetros Curriculares Nacionais, os textos da Reforma do Ensino Médio e as Matrizes Curriculares de Referência para o Saeb, conforme já descritos no capítulo anterior.

---

<sup>5</sup> Situações-problema não contêm “dicas” ou “pegadinhas” e não requerem memorização de fórmulas ou simples acúmulo de informações (Revista do ENEM, 2002, p. 31)

| <b>COMPETÊNCIAS</b> |  |
|---------------------|--|
| <b>I</b>            | Dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica.  |
| <b>II</b>           | Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas. |
| <b>III</b>          | Selecionar, organizar, relacionar interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.  |
| <b>IV</b>           | Relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.   |
| <b>V</b>            | Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sócio-cultural.   |

Quadro 2.1 – Descrição das competências (ENEM, 2002, p.29)

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram consideradas todas as competências citadas, uma vez que, como descrito anteriormente, funcionam de forma integrada, não sendo adequado a exclusão de uma ou outra. Dentre as 21 habilidades correspondentes a essas competências, as apresentadas no quadro a seguir foram consideradas como referencial.

| <b>HABILIDADES</b> |   |
|--------------------|---|
| <b>1</b>           | Dada a descrição discursiva ou por ilustração de um experimento ou fenômeno, identificar variáveis relevantes e selecionar os instrumentos necessários para a realização ou interpretação do mesmo. |
| <b>2</b>           | Em um gráfico cartesiano, identificar e analisar valores das variáveis, intervalos de crescimento ou decrescimento e taxas de variação.   |
| <b>3</b>           | Dada uma situação-problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com a sua formulação em outras linguagens ou vice-versa.                                 |

Quadro 2.2 – Descrição das habilidades consideradas como referencial



## 2.4 MATEMÁTICA E O ENSINO DE GRÁFICOS

A construção e a utilização de conceitos matemáticos são processos que fazem parte da vida das pessoas, uma vez que foram desenvolvidos com o objetivo de dar respostas às suas necessidades e interesses. De acordo com os PCN's (1998, p.27) “a Matemática pode dar sua contribuição à formação do cidadão ao elaborar metodologias que enfatizem a construção de estratégias, a comprovação e justificativa de resultados, a criatividade, a iniciativa pessoal, o trabalho coletivo e a autonomia advinda da confiança na própria capacidade para enfrentar desafios”. Dessa forma, é fundamental para o processo de ensino e aprendizagem que a escola aproxime este saber matemático do saber escolar, desenvolvendo uma educação que não dissocie escola e sociedade.

É possível observar que muitas vezes os conteúdos matemáticos são tratados isoladamente e são apresentados e exauridos num único momento. Com isso, conexões com outros conceitos deixam de ser feitas, criando um obstáculo para que o aluno possa consolidar e ampliar seu conhecimento. A Matemática deve ser pensada como uma ciência viva, podendo ser aplicada às mais variadas atividades humanas, desde as mais simples da vida cotidiana, às mais complexas produções científicas. Deve ainda manter uma interação permanente entre o contexto natural, social e cultural.

Os conteúdos matemáticos estabelecidos no bloco de Tratamento da Informação vêm ao encontro dessa proposta de ensino, uma vez que fornecem situações que possibilitam a exploração de conceitos e procedimentos matemáticos, juntamente com os instrumentos necessários para obter, organizar e interpretar as informações, produzindo assim conclusões sobre elas. Trabalhar com gráficos, em específico, pode contribuir de forma significativa para ampliar a capacidade humana de sistematização de dados e o estabelecimento de relações entre os mesmos (VYGOTSKY, 1994).

Atualmente, os meios de comunicação de massa utilizam freqüentemente os gráficos para noticiarem os mais variados assuntos. Dessa forma, é preciso compreender que o gráfico está diretamente vinculado a determinadas intenções de quem estrutura a matéria, podendo enfatizar, mascarar ou omitir determinados aspectos da notícia. Ao se constituir como um instrumento cultural, o gráfico também é um conteúdo escolar, uma vez que esta instituição é responsável pela construção de uma educação básica voltada para a cidadania.

Monteiro e Ainley (2002) afirmam que o aprendizado de habilidades gráficas não é uma ação espontânea e que atualmente nas escolas convencionais, ensinar gráficos é, simplesmente, uma sucessão de tarefas como definir escalas, desenhar eixos e marcar pontos. Nemirovisky (1998) *apud* Gomes Ferreira *et al* (2001) considera que os alunos apresentam maior facilidade para interpretar e utilizar gráficos quando estes são criados numa situação familiar para eles. Dessa forma é possível perceber que dois fatores contribuem para o aprendizado de gráficos: de um lado a compreensão da representação em si, e de outro a inferência de suas experiências pessoais (GUIMARÃES *et al*, 2001).

Segundo Leinhardt *et al* (1990) *apud* Gomes Ferreira *et al* (2001) as ações relacionadas a gráficos podem ser classificadas em interpretação e construção, nas quais interpretar gráficos refere-se à habilidade de ler e à busca de um significado para os dados; a construção refere-se à geração de algo novo que exige a seleção dos dados. Esses autores argumentam ainda que, essas duas categorias são complementares. Este trabalho foi desenvolvido seguindo essa mesma definição.

Convencionalmente os gráficos podem ser classificados de acordo com o método empregado para estabelecer a relação entre os valores: de setores; de colunas ou barras; de segmentos de linha. Friel, Curcio e Bright (2001) sugerem que o desenvolvimento de atividades com gráficos sigam a seguinte seqüência:

- 7 anos : gráfico de barras, utilizando grades e rótulos nas barras para facilitar a leitura;
- 8 aos 10 anos: gráfico de barras e de setores;
- 11 aos 13 anos: gráfico de setores e gráfico de linhas.

Na seção a seguir, serão detalhados alguns trabalhos sobre gráficos com seus respectivos resultados, assim como a influência da utilização de recursos tecnológicos, em especial o computador, em algumas dessas atividades.

#### **2.4.1 Atividades Realizadas no Estudo de Gráficos**

A incorporação de recursos tecnológicos nas atividades com gráficos aparecem como uma alternativa possível para a realização desta tarefa, pois podem auxiliar na realização de alguns trabalhos, sem anular o esforço da atividade compreensiva (PCN, 1998, p. 91). A seguir, serão

comentados alguns trabalhos que foram desenvolvidos nesta mesma perspectiva. É importante ressaltar que, a apresentação desses trabalhos não caracteriza uma busca exaustiva das pesquisas realizadas no estudo de gráficos, mas algumas que aparentemente se destacaram mais, seja pelos resultados ou pelas dificuldades encontradas.

Gomes Ferreira *et al* (2001) desenvolveram um trabalho com estudantes, de aproximadamente 9 anos de idade, para investigar a construção de uma representação de dados através de gráfico de barras. Inicialmente, todos os alunos foram solicitados a resolver cinco atividades relacionadas à leitura/interpretação de gráficos. Os resultados revelaram que os alunos apresentaram facilidade em localizar pontos extremos, mas quando a leitura exigiu compreensão variacional, o mesmo não ocorreu, pois nenhum dos alunos conseguiu acertar tanto para uma situação de aumento quanto para uma situação de decréscimo, apenas em uma situação de ausência de variação é que alguns alunos (menos da metade) demonstraram compreensão. Posteriormente foi solicitado aos alunos que construíssem gráficos de barras. Somente um pequeno número foi capaz de fazê-los, indicando que ler/interpretar parece ser mais fácil do que construir. Para interpretar os gráficos os alunos utilizaram os nomes de cada barra, entretanto ao construírem seus gráficos, apenas a metade nomeou de forma a discriminar cada barra. Os autores acreditam que isso não quer dizer que eles não saibam nomear, mas que não consideraram relevante naquele momento.

Ainley (1994) investigou o raciocínio dos estudantes sobre gráficos lineares no contexto de Matemática e Ciências. As atividades ocorreram com alunos de 8-10 anos de idade, utilizando computadores portáteis e os softwares *LogoWriter* e *ClarisWorks*, sendo que este último contém processador de texto, banco de dados, planilhas e construtor gráfico. Em sua pesquisa, a autora questionava os alunos sobre pontos específicos (interpolação) num gráfico linear sobre crescimento de crianças e quando estas foram solicitadas a construir um gráfico de linha, mais da metade conseguiu representar os dados. A autora acredita que isso se deve ao fato de o gráfico ter sido apresentado como uma figura completa (com eixo, pontos e variações) dentro de uma situação familiar e não como uma construção de gráficos isolados, descontextualizados. Afirmar ainda que, dessa forma, ao contrário da maneira tradicional de se introduzir gráficos, a atividade não foi decomposta em tarefas como construir eixos, escalas e marcar pontos, que dificultam a compreensão da finalidade da construção do gráfico. Da maneira como a atividade foi proposta os alunos puderam ter idéias intuitivas sobre interpolação e manipulação de escalas e com o uso

do computador puderam ter um maior controle para selecionar dados e gerar gráficos mais rapidamente e com maior facilidade.

Com o objetivo de desenvolver o conceito de Funções com alunos de 5ª a 8ª séries, uma pesquisa foi realizada pela equipe do Projeto Fundação<sup>6</sup>. Foi perguntado aos professores quais conteúdos deveriam ser desenvolvidos no Ensino Fundamental visando ao estudo desse tópico. Nas respostas, os dois primeiros itens citados foram Construção de Gráficos (93%) e Interpretação de Gráficos (85%). De acordo com Tinoco (1998) estas duas habilidades podem facilitar o desenvolvimento de noções de variável e dependência, básicas para a construção do conceito de função. Dessa forma, uma atividade foi desenvolvida com alunos da 8ª série, com idades entre 13 e 15 anos, onde a partir de dados iniciais fornecidos foi solicitado que os alunos escrevessem uma expressão algébrica e um gráfico para representar esses dados. Várias situações foram propostas e os resultados indicaram que os alunos mostraram familiarização com as noções de variável e dependência, utilizando as expressões algébricas com compreensão, porém, o mesmo não ocorreu com a construção do gráfico, sobre a qual os autores descreveram que os alunos ainda apresentaram alguma dificuldade, preferindo obter as informações por meio das expressões.

#### **2.4.2 Gráficos Lineares**

De acordo com o que foi exposto na seção 2.2.1, nos últimos anos o ensino de Matemática tem sido alvo de inúmeras discussões na tentativa de amenizar alguns dos obstáculos encontrados, dentre eles a excessiva preocupação com treino de habilidades e a mecanização de processos sem a compreensão.

Um exemplo de um tópico abordado nos moldes do ensino tradicional é o de construção e interpretação de gráficos lineares. Em muitos livros didáticos (LANNES & LANNES, 2001, GIOVANNI, CASTRUCCI & GIOVANNI JR., 1998, GIOVANNI & GIOVANNI JR., 2000, DANTE, 2002) o referido assunto é introduzido de forma parecida como a descrita por Monteiro e Ainley (2002): uma sucessão de tarefas como definir escalas, desenhar eixos e marcar pontos. A

---

<sup>6</sup> Equipe de professores do setor de Matemática da UFRJ empenhado em elaborar sugestões para facilitar o ensino de Matemática nas escolas.

construção do gráfico é iniciada com o conceito de plano cartesiano, no qual ora é solicitada a marcação de determinado ponto e ora são solicitadas as coordenadas de um certo ponto. O gráfico linear aparece logo a seguir, junto com o conceito de função do 1º grau. Nesse gráfico, a partir de dados tabelados, os alunos devem fazer uma marcação sucessiva dos pontos e, posteriormente, uni-los. Dessa forma, a construção de gráficos torna-se uma atividade totalmente mecanizada. Em relação à interpretação, o assunto é abordado questionando-se somente o que acontece em determinados pontos, enfatizando uma interpretação local, ao invés de uma interpretação global. Segundo Yerushalmy (1988) *apud* Gomes Ferreira (2001) tal enfoque induz os alunos a terem uma “concepção de gráficos como uma coleção de pontos isolados”, tendo como referência uma figura estática (GOLDENBERG, 1988). Por exemplo, no gráfico da figura 2.1 (IMENES e LELLIS, 2003, 7ª série, p. 159), é informado no enunciado que: “quanto maior a encomenda, mais barato sai cada doce”, mas esta informação não é relacionada às inclinações das retas. Após a análise do gráfico, é solicitado que os alunos apenas encontrem alguns valores.

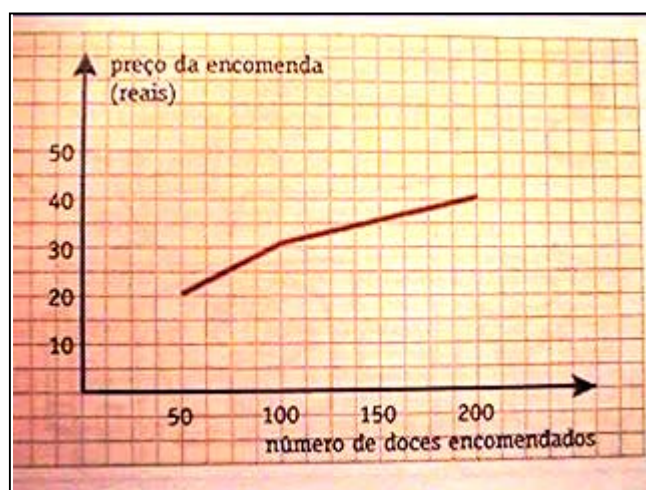


Figura 2.1 – Gráfico de número de doces encomendados x preço da encomenda

Alguns exercícios exploram a comparação entre duas retas, com perguntas do tipo *Quem chegou primeiro* ou *Em que período houve um maior crescimento*, mas em momento algum no período em que este assunto é apresentado ao aluno, esse tipo de interpretação foi comentado. Em outros livros, nos quais as atividades aparecem totalmente descontextualizadas, os conceitos de crescente, constante e decrescente estão associados ao coeficiente  $a$  da função afim:

$$y = ax + b,$$

sendo que, se  $a > 0$  a função é crescente, se  $a = 0$  a função é constante e se  $a < 0$  a função é decrescente. Dessa forma, o aluno é induzido a “decorar” mais uma regra, sem compreender seu significado.

Com isso, interpretações errôneas podem ocorrer, como a apresentada por Clement (1985) *apud* Hadjidemetriou e Williams (2000). Na figura 2.2, o gráfico A representa uma jarra sendo cheia com água. Quando os alunos foram solicitados a desenharem um outro gráfico para representar uma outra jarra mais estreita sendo cheia de água também, em vez de desenharem o gráfico C, desenharam o gráfico B. O autor descreve que dessa forma foi possível perceber que os alunos se detiveram somente na altura da água, não pensaram em termos da velocidade em que o nível da água estava subindo (taxa de variação), indicando que os estudantes não distinguem duas características básicas de um gráfico linear: o valor mais elevado e a inclinação da reta.

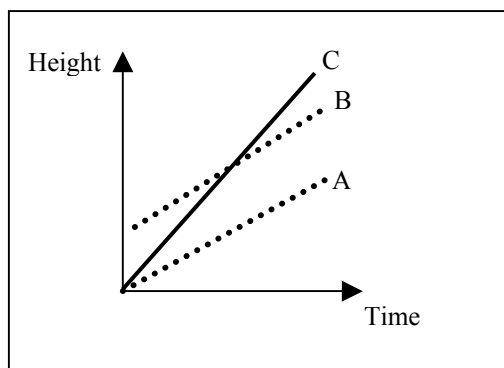


Figura 2.2 – Gráficos sobre o nível de água numa jarra

Esse tipo de confusão entre altura e inclinação é apontado na literatura por alguns autores (CLEMENT, 1985 *apud* HADJIDEMETRIOU e WILLIAMS, 2000), onde relatam que freqüentemente os alunos utilizam um ponto do gráfico quando deveriam utilizar a inclinação da reta.

Tinoco (1998) ressalta ainda que “uma atenção especial deve ser dada aos gráficos que representam a variação de uma distância com o tempo”, pois os alunos freqüentemente interpretam a linha do gráfico como sendo a trajetória percorrida. Dessa forma, tendem a deduzir que a distância total percorrida pode ser verificada através da linha do gráfico, ao invés do eixo vertical, ou seja, tendem a confundir gráfico e percurso. Por exemplo, foi solicitado que os alunos

representassem graficamente a seguinte situação: Priscila andou 15 minutos em direção a uma festa, quando descobriu que havia esquecido o presente, tendo que voltar em casa para pegá-lo e depois ir para a festa novamente. Os alunos apresentaram dificuldades para representar a volta de Priscila para casa, que seria a parte decrescente do gráfico (figura 2.3), construindo um segmento no qual o tempo diminui. Um outro problema identificado foi em relação à origem do gráfico, onde os alunos identificaram como sendo a casa de Priscila, o que justifica representarem a volta para casa, ligando o gráfico à origem.

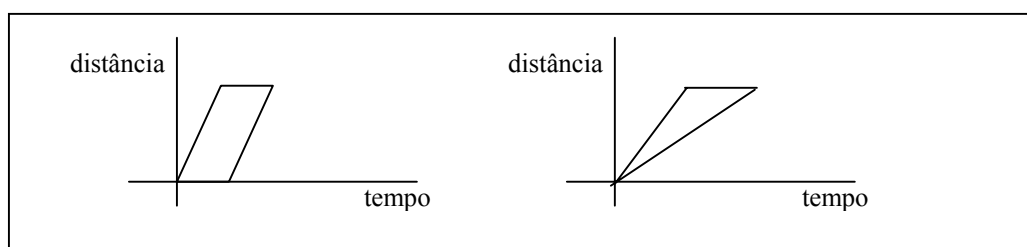


Figura 2.3 – Gráficos construídos pelos alunos para o trajeto de Priscila até a festa

No Brasil, alguns indicadores mostram que existe um baixo desempenho dos alunos quando o item em questão envolve gráfico linear. Os relatórios do SAEB<sup>7</sup> de 2001 apontam que em relação ao tema Tratamento da Informação, dos alunos da 4ª série do Ensino Fundamental apenas 0,78% demonstraram possuir habilidade de interpretação de gráficos e, dos alunos da 8ª série apenas 2,66% demonstraram reconhecer e interpretar este tipo de gráfico.

Nesse contexto, fica evidente a necessidade de se buscar uma nova proposta para o aprendizado de gráficos lineares. Esse é o âmbito da pesquisa aqui relatada, que apresenta o estudo desses gráficos por meio do uso da Modelagem Computacional. Nas seções seguintes, serão apresentadas as noções básicas desse ferramental para sua utilização em sala de aula.

<sup>7</sup> SAEB – Sistema Nacional de Avaliação Escolar da Educação Básica

## 2.5 MODELAGEM COMPUTACIONAL NO ENSINO

As recomendações surgidas nos últimos anos nos Parâmetros e Referenciais Curriculares Nacionais apontam no sentido de que o desenvolvimento de capacidades de raciocínio e resolução de problemas deve tornar-se um objetivo prioritário para todos os alunos. Isto significa que é necessário proporcionar nas escolas, atividades de exploração e investigação, e não apenas a aquisição de conhecimento.

Dentre as várias disciplinas existentes, a Matemática é, em particular, bastante exigida neste aspecto. Há uma grande expectativa para que contribua para desenvolver nos alunos, aptidão para formular e resolver problemas ou para elaborar e testar conjecturas. As ferramentas de modelagem podem, sem dúvida, dar uma contribuição bastante significativa a este processo.

A utilização do computador como ferramenta de modelagem é uma forma alternativa de se trabalhar o currículo escolar, pois proporciona aos estudantes oportunidades de “modelar fenômenos, planejando e realizando experiências químicas e físicas, por meio da simulação de situações, que se modificam em função de diferentes variáveis” (PCN, 1998, p. 147). Dessa forma é possível oferecer meios para que os alunos sejam capazes de construir e representar suas próprias idéias, explorando-as a partir do confronto com representações de outros alunos, com o objetivo de refletir sobre suas ações e tomar decisões, depurando o processo de construção de conhecimento.

### 2.5.1 Modelos, Modelagem e Simulação

Para entender a natureza, o homem, desde os tempos imemoriais, tem procurado por regularidades, desenvolvendo modelos, que podem ser entendidos como a codificação dessas regularidades (KURTZ DOS SANTOS, 1995). Assim, um modelo pode ser visto como uma estrutura que um indivíduo constrói para representar fatos do mundo real ou imaginário. Neelamkavil (1987) *apud* Kurtz dos Santos (1995) acrescenta que para cada modelador existe ao menos um modelo mental básico, que é a visão ou imagem que o modelador tem do sistema real,



o qual pode ser “traduzido” num modelo específico simplificado representado em outras mídias como lápis e papel ou computador. Assim, pode-se perceber que uma mesma realidade pode ser modelada a partir de diferentes perspectivas e geralmente os modelos criados são mais simples que a realidade que eles representam.

Modelagem, por sua vez, pode ser descrita como o processo de construção de um modelo: selecionar elementos importantes da realidade e decidir que relações entre esses elementos devem ser relevantes, para que se possa melhor compreender, prever e efetuar deduções. *Softwares* computacionais ou ferramentas computacionais que trabalham desta forma são chamados de sistemas (ou ambientes) de modelagem computacional.

A utilização de ambientes computacionais de modelagem em sala de aula, além de propiciarem o desenvolvimento do pensamento crítico e de habilidades cognitivas, podem facilitar o “desenvolvimento de trabalho que se adapta a distintos ritmos de aprendizagem e permite que o aluno aprenda com seus erros” (PCN, 1998, p. 44). Os ambientes de modelagem criam a possibilidade de “dar uma forma concreta a idéias abstratas”, permitindo aos estudantes um maior aprofundamento na investigação, formulação e testagem de hipóteses, elementos essenciais no processo de fazer/entender ciências (MELLAR *et al.*, 1994 *apud* SAMPAIO, 1998).

O processo de fazer previsões e inferências sobre um modelo está associado à idéia de “rodar” o modelo na imaginação, numa forma de simulação mental. Uma vez esse modelo construído no computador, simulação está associada à idéia de um componente de software que objetiva criar um comportamento. De acordo com Steed (1992) *apud* Sampaio (1998) a diferença entre modelos e simulações é que “(modelos são) uma representação de estruturas, enquanto que a simulação infere um processo de iteração entre as estruturas que compõem o modelo com o objetivo de criar um comportamento”. Em outras palavras pode-se dizer que as simulações, com suas saídas gráficas e em tabelas, focam os resultados (saídas) gerados pela execução do modelo (a qual o usuário não tem acesso) que elas contêm. Segundo Ferracioli (1997) *apud* Camiletti (2001), a versão de um modelo construída com lápis e papel revela sua natureza estática, apresentando uma visão instantânea da realidade, embora ainda possa ser simulado na mente do sujeito. A versão computacional é dinâmica, possibilitando através de simulações a percepção da evolução do modelo com o passar do tempo.

Bliss e Ogborn (1989) sugerem que os ambientes de modelagem podem ser classificados em:

- Quantitativos: São baseados numa descrição matemática, onde o indivíduo deve estabelecer uma relação algébrica entre as variáveis. Por exemplo, se o aluno quiser saber a trajetória de uma bola de basquete em direção a cesta, deve fornecer a equação equivalente para tal. Sendo assim, só é possível se fazer uma completa análise de um modelo se a pessoa tiver um bom conhecimento matemático. Alguns exemplos de ferramentas deste tipo: planilhas do tipo Excel, os softwares STELLA e Modellus;
- Qualitativos: São baseados numa especificação descritiva dos objetos e suas relações no mundo a ser modelado. Alguns exemplos são os jogos e programas para elaborar histórias infantis;
- Semiquantitativos: São baseados em descrições de objetos e eventos de uma forma mais ordinal do que numérica; da forma “X aumenta Y” ou “X diminui Y”. São bastante utilizados no dia-a-dia, como por exemplo, “Se o número de carros numa estrada aumenta então a fila de engarrafamento aumenta também . Se aumentarmos o número de estradas a fila de engarrafamento diminui”. Apesar de não fornecerem um resultado matematicamente preciso, sevem para externalizar importantes informações de como as coisas mudam e ocorrem. Com esta classificação temos o software WLinkit.

Nessa perspectiva, o desenvolvimento deste estudo investigará a utilização de um Ambiente de Modelagem Computacional Semiquantitativo, o WLinkIt (seção 2.4.3), no estudo de tópicos de Matemática. Tal ambiente foi escolhido devido as suas características relacionadas ao raciocínio do cotidiano, permitindo assim que o aluno, diante de um computador, seja capaz de manipular situações que imitam ou se aproximam de um sistema real ou imaginário (PCN, 1998, p. 149) e fazer previsões por meio de questões que envolvam aspectos qualitativos, como por exemplo: “o número encontrado deveria ser maior ou menor?” (PCN, 1998, p. 67).

Segundo Riley (1990) *apud* Sampaio (1998) a utilização de ambientes de modelagem em sala de aula pode ser justificada pelo fato de que “através da expressão e construção de modelos, os estudantes podem desenvolver o seu próprio entendimento a cerca do funcionamento de sistemas dinâmicos” . Na verdade o que se estará proporcionando em tais ambientes é a elaboração e o refinamento dos modelos mentais (JOHNSON-LAIRD, 1983) dos alunos sobre um determinado conhecimento.

### 2.5.2 A Utilização de Modelagem Computacional no Ensino

Durante os últimos anos, a integração de ambientes de Modelagem Computacional no contexto educacional tem sido alvo de pesquisas em diversas escolas e universidades, tanto no Brasil como no exterior.

Bliss *et al* (1994) fundaram um grupo denominado *Mental Models Group* que pesquisou por 4 anos o raciocínio de estudantes ingleses, com idades entre 11 e 14 anos, utilizando diferentes ambientes de modelagem computacional e propondo atividades que foram classificadas como expressivas e exploratórias. Nas atividades exploratórias um modelo pronto elaborado pelo professor/pesquisador é apresentado ao aluno, que é estimulado a explorá-lo sob diferentes pontos de vista; nas atividades expressivas o estudante desenvolve seu próprio modelo, externalizando suas idéias sobre o tópico em estudo. Uma das ferramentas de modelagem semiquantitativa utilizada foi o IQON – *Interactive Quantities Omitting Numbers* – e os resultados obtidos sugeriram que os estudantes demonstraram habilidades para manipular e desenvolver atividades neste ambiente.

Sampaio (1996) desenvolveu o ambiente de modelagem computacional semiquantitativo WLinkIt. Realizou um estudo com estudantes brasileiros, com idades entre 13 e 17 anos, investigando a utilização deste ambiente como meio para os alunos expressarem e explorarem suas idéias sobre tópicos de ciências. O autor descreve que os resultados sugeriram que a ferramenta mostrou-se promissora para o uso no contexto educacional, uma vez que os alunos utilizaram suas experiências pessoais para justificar as ações e comportamentos dos modelos construídos e/ou explorados, puderam fazer predições e testar hipóteses, alcançando, dessa forma, um nível mais complexo de articulação de suas idéias.

Glass (1992) desenvolveu um curso de Cálculo para estudantes universitários utilizando o ambiente de modelagem computacional quantitativo STELLA (*Structural Thinking Experimental Learning Laboratory with Animation* – CAMILETTI & FERRACIOLI, 2003; RICHMOND & PETERSON, 1994). Este ambiente é baseado no Princípio de Sistemas (FORRESTER *et. al*, 2001; KURTZ DOS SANTOS, 1995) e projetado para o estudo e construção de modelos através de uma representação gráfica baseada em ícones. O curso foi elaborado com a finalidade de melhorar a compreensão dos alunos no estudo de Integral para resolução de problemas, através

do conceito de tanques e taxas. As tarefas foram feitas em grupos e posteriormente apresentadas e discutidas com o professor. Os resultados indicaram que, ao final do curso, os alunos estavam bem mais familiarizados com o conceito de taxa relacionada.

O Model@b - Laboratório de Tecnologias Interativas Aplicadas à Modelagem Cognitiva – é um espaço institucional destinado ao estudo, desenvolvimento e implantação de novas tecnologias no contexto educacional. Integrado ao Departamento de Física da Universidade Federal do Espírito Santo, possui duas linhas básicas de ação: estudar a modelagem e suas implicações para os processos de ensino e aprendizagem e promover a modelagem computacional como ferramenta de trabalho nos processos de ensino e aprendizagem em Ciências. Vários projetos já foram desenvolvidos e outros ainda estão em fase de desenvolvimento, como o que visa promover o estudo do conceito de modelagem e o desenvolvimento de modelos em Física através de ambientes de modelagem computacional quantitativo, semiquantitativo e qualitativo. Os resultados obtidos corroboram os relatos da literatura e abrem perspectiva para sua continuidade.

Kurtz dos Santos *et al.* (1999) desenvolveram um trabalho com estudantes brasileiros do Ensino Fundamental com o objetivo de se debater questões relacionadas a problemas ambientais e o desenvolvimento do pensamento sistêmico (FORRESTER, 1968; MANDINACH & CLINE, 1994), através da modelagem computacional. O ambiente utilizado foi VISQ, que é uma ferramenta de modelagem computacional semiquantitativa que apresenta vantagens como cor, gráficos coloridos simultâneos de até 6 variáveis, hipertexto e diagrama de fases. Os resultados sugeriram que inicialmente os estudantes apresentaram uma visão fragmentada da situação proposta. Após o trabalho com o programa, os autores relataram que foi possível perceber que, através de transferência conceitual, os alunos foram capazes de realizar uma visão sistêmica sobre os principais fatores envolvidos, tendo em vista que desenvolveram uma maior integração entre os subsistemas, coerência do comportamento do modelo, aumento do número de variáveis e da complexidade das estruturas.

Moreira (2001) realizou uma pesquisa com alunos brasileiros de 15 a 17 anos de idade, cursando o Ensino Médio de uma escola técnica, com o objetivo de explorar a possibilidade de se trabalhar temas ligados à economia em contextos de sala de aula de forma a levar os estudantes a manifestarem e trabalharem determinadas habilidades cognitivas essenciais ao entendimento da dinâmica de sistemas e em particular ao ensino de ciências, bem como pensarem criticamente

sobre os assuntos abordados. As atividades foram precedidas por textos sobre inflação e desemprego e desenvolvidas em duas partes. Na primeira parte, os alunos aprenderam sobre a ferramenta e como utilizá-la. Na segunda, foi onde eles puderam externar as suas idéias sobre os temas abordados, utilizando a modelagem dinâmica. O autor relata que do ponto de vista da economia, no início das atividades, os tópicos tratados no experimento pareciam complexos, no entanto, ao longo do processo de discussão do tema proposto e da modelagem e simulação no WLinkIt, o diálogo foi tornando-se mais coerente e os estudantes clarificando suas idéias; do ponto de vista da dinâmica de sistemas, foi possível perceber uma evolução nos modelos criados, condizentes com o discurso empregado pelos participantes.

Vários trabalhos têm sido desenvolvidos pelo CLE – *Creative Learning Exchange* – grupo destinado à pesquisa da Modelagem Dinâmica e do Pensamento Sistêmico no currículo escolar. O CLE facilita a comunicação entre grupos de professores de diferentes escolas interessados em utilizar esta forma de aprendizado em suas aulas. Uma das justificativas apresentadas pelo grupo para a utilização destas ferramentas em sala de aula é que a Dinâmica de Sistemas (*System Dynamics*) ajuda os estudantes a desenvolverem pensamento crítico e habilidades para resolução de problemas, preparando-os para enfrentar obstáculos que encontrarão pela vida (<http://www.clexchange.org/>).

De acordo com os trabalhos aqui citados é possível perceber que a utilização da Modelagem Computacional no contexto educacional tem se revelado promissor. Dessa forma, conforme descrito no item 2.4.1, o objetivo desta pesquisa é investigar a utilização do Ambiente de Modelagem Computacional no Ensino de Gráficos Lineares. A seguir será feito um detalhamento do Ambiente utilizado no experimento – WLinkIt.

### 2.5.3 O Ambiente de Modelagem Computacional Semiquantitativo WLinkIt

O programa WLinkIt é um ambiente computacional para a construção e simulação de modelos dinâmicos que utiliza a matemática semiquantitativa para representar as relações entre seus elementos (SAMPAIO, 1995; SAMPAIO, 1996). Por meio de uma interface de manipulação direta - semelhante a do ambiente Windows - os usuários do WLinkIt podem construir modelos que representam relações causais entre fenômenos, eventos e objetos do mundo a ser modelado.

Para criar um modelo, o usuário deve selecionar as variáveis relevantes do objeto a ser modelado, e definir de forma qualitativa como esses elementos se relacionam. **A construção de um relacionamento entre duas variáveis determina um par de causa e efeito, onde a variável independente (variável causal) produz algum efeito na variável dependente, sendo que esta pode ser também uma variável causal num outro relacionamento.** O sistema, por sua vez, analisa o modelo construído e monta um sistema de equações diferenciais que será então utilizado para simular tal modelo. Essas equações não são visíveis para o usuário e são escolhidas de acordo com as características definidas anteriormente. Dessa forma não existe a necessidade do aluno possuir profundo conhecimento matemático. A etapa seguinte é fazer o modelo evoluir com o passar do tempo pelo cálculo e iteração destas equações. O resultado da simulação é apresentado ao usuário de forma interativa (passo - a - passo) através da animação dos objetos presentes na tela do computador e da saída gráfica, que pode ser solicitada pelo usuário. A velocidade de animação da simulação pode ser controlada, caso seja necessário uma avaliação mais detalhada.

O programa oferece ainda uma versão que gera automaticamente um arquivo denominado “arquivo de *Log*”, onde todas as ações do usuário ficam registradas. Este arquivo armazena informações sobre todas as etapas ocorridas durante a construção e simulação do modelo, na mesma ordem em que ocorreram.

A seguir serão detalhados alguns componentes da ferramenta necessários para o desenvolvimento das atividades de modelagem propostas. Um estudo mais aprofundado da ferramenta pode ser feito através da leitura do manual técnico (<http://www.nce.ufrj.br/ginape/wlinkit/index>) .

### 2.5.3.1 Componentes do Ambiente

O ambiente é constituído basicamente por dois elementos, que são as **variáveis** e as ligações ou **relacionamentos**. As variáveis podem ser de dois tipos: variável Contínua ou Liga-Desliga, sendo utilizadas para representar objetos, eventos e variáveis do sistema a ser modelado. Os relacionamentos ou ligações, que podem ser do tipo Gradual ou Imediato, permitem definir as relações entre as variáveis, determinando pares de causa e efeito. Cada elemento contém um

conjunto de propriedades que podem ser alteradas pelo usuário. A figura 2.4 mostra a tela que é apresentada ao usuário no momento em que o programa é iniciado.

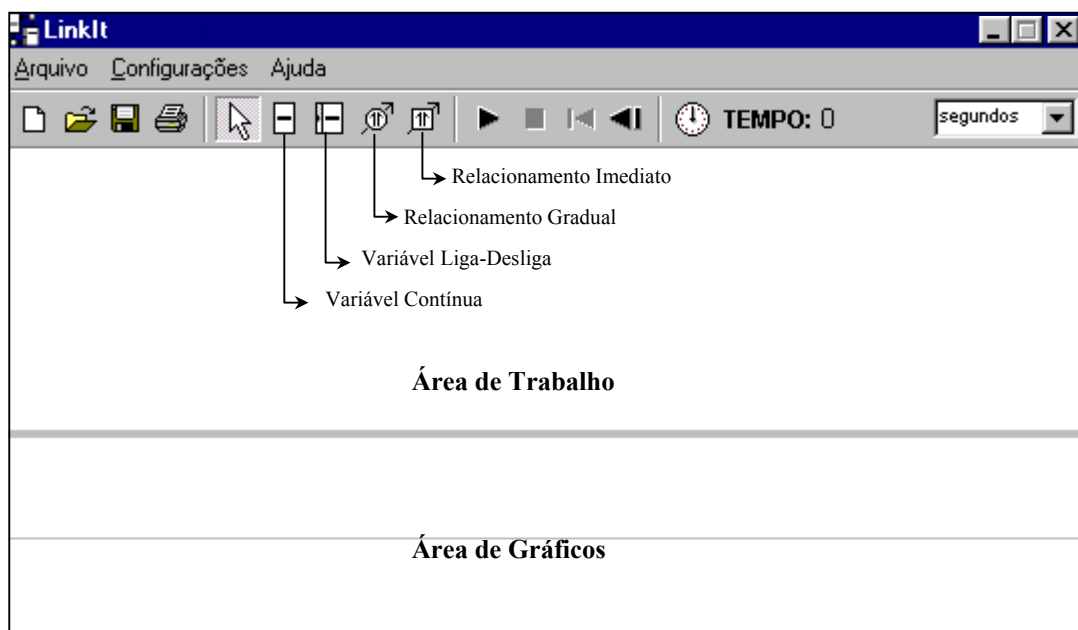


Figura 2.4 – Tela inicial do software WLinkIt

As variáveis, que são representadas por uma caixa, possuem uma barra horizontal que indica o nível (valor) da variável. Podem ser de dois tipos:

- ☐ Variável Contínua: Permanece ativa durante todo o tempo da simulação, podendo ser influenciada pelas variáveis causadoras conectadas a ela ou influenciar suas variáveis dependentes;
- ☐ Variável Liga-Desliga: Diferencia da variável Contínua por se tornar ativa somente quando a barra de nível ultrapassa um determinado valor estipulado pelo usuário (gatilho), quando, então, começa a influenciar suas variáveis dependentes. É influenciada pelas variáveis causadoras conectadas a ela durante toda a simulação.

Existe um conjunto de propriedades associado às variáveis que pode ser manipulado pelo usuário. Dentre elas destacam-se Nome e Gráfico. A propriedade *Nome* indica o nome a ser dado a determinada variável, que inicialmente recebe o nome “nome”. A propriedade *Gráfico* define se

determinada variável terá um gráfico associado a ela desenhado na área gráfica durante a simulação do modelo.

Os relacionamentos podem ser do tipo:

⑩ Gradual: Neste tipo de relacionamento, o valor da variável causal é uma taxa de variação da variável efeito (dependente), ou seja, a relação matemática existente entre um par de variáveis pode ser definida como uma taxa de variação. Uma vez definido o valor da variável causal, o valor da variável dependente vai crescer ou diminuir gradualmente com o passar do tempo;

⑪ Imediato: Neste tipo de relacionamento, o valor da variável dependente é imediatamente calculado a partir do valor da variável causal. Pode-se dizer que existe uma relação linear entre as variáveis relacionadas. Uma vez definido o valor da variável causal, o valor da variável dependente fica automaticamente determinado, não se alterando com o passar do tempo.

Durante a construção dos relacionamentos é necessário definir em que direção eles ocorrem, isto é, de que forma a variável causal influencia a variável dependente. Caso o usuário escolha *Mesma Direção*, se o valor da variável causal aumentar, então o valor da variável dependente também aumentará e se o valor da variável causal diminuir, então o valor da variável dependente também diminuirá. Caso o usuário escolha *Direção Oposta*, se o valor da variável causal aumentar, então o valor da variável dependente diminuirá e se o valor da variável causal diminuir, então o valor da variável dependente aumentará.

A região denominada Área de Trabalho é um espaço em branco destinado ao usuário para a construção do modelo. A Área Gráfica é a região abaixo da Área de Trabalho reservada para a visualização da saída gráfica durante a simulação, podendo estar habilitada ou não. A figura 2.5 apresenta um exemplo de um modelo construído para representar o nível de poluição de um determinado lugar. Todas as variáveis são do tipo contínua e os relacionamentos do tipo gradual. As variáveis *carros* e *indústrias* influenciam *poluição* de forma crescente e *floresta* influencia de forma decrescente.



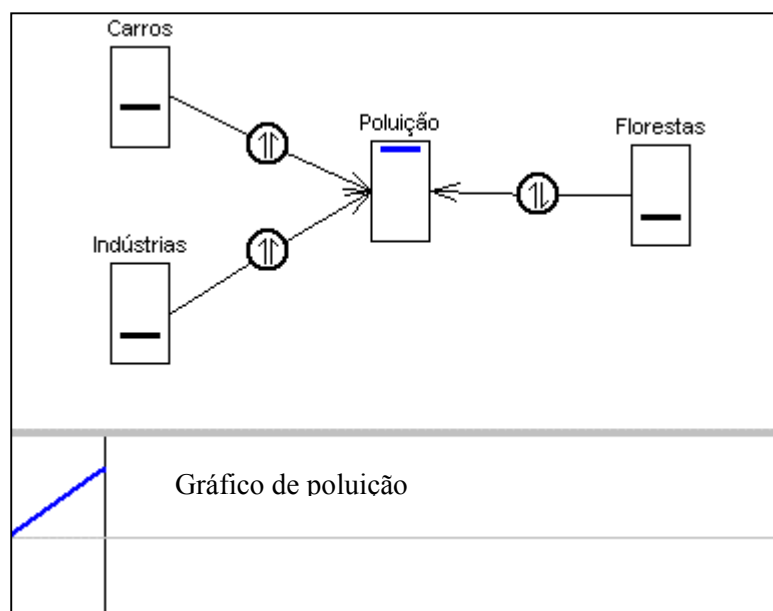


Figura 2.5 – Modelo sobre o nível de poluição de um determinado lugar

## 2.6 MODELAGEM DINÂMICA NO ENSINO DE GRÁFICOS LINEARES

A partir dos itens descritos nas seções deste capítulo, é possível pensar na proposta desta pesquisa fundamentada em três pilares: as linhas norteadoras dos PCN's, o computador como ferramenta de aprendizagem e Modelagem Computacional.

Os objetivos e conteúdos apresentados nos PCN's apontam no sentido de que o ensino de Matemática “não é olhar para as coisas prontas e definitivas, mas a construção e a apropriação de um conhecimento pelo aluno, que servirá dele para compreender e transformar sua realidade” (PCN, 1998, p. 56). Deve também garantir ao aluno o desenvolvimento de capacidades como: observação, estabelecimento de relações, comunicação em diferentes linguagens, indução e dedução, entre outras. É desejável também que sejam explorados problemas que levem o aluno a fazer previsões por meio de questões que envolvam aspectos qualitativos e quantitativos, do tipo “O número encontrado deveria ser maior ou menor? Essa resposta faz sentido?” (PCN, 1998, p.67).

Nessa perspectiva de aprendizagem o tópico de Interpretação e Construção de Gráficos Lineares foi abordado, pois além de constituir um campo de integração com os conteúdos de outras áreas

do currículo através das questões tratadas pelos Temas Transversais, permite também o desenvolvimento de habilidades como localizar e classificar variações em crescimento, decrescimento e estabilidade, localizar a maior ou menor variação (crescimento e decrescimento), dada uma situação-problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com a sua formulação em outras linguagens ou vice-versa, dentre outras habilidades já citadas na seção 2.3.

O computador e a Modelagem Computacional surgem como uma proposta para criar um ambiente favorável a exploração destas habilidades, na medida que possibilitam a simulação de situações, que se modificam em função de diferentes variáveis, permitindo que o aluno possa fazer inúmeras tentativas variando as condições, observar regularidades e pensar a partir de hipóteses, ao mesmo tempo em que é possível a construção de um gráfico para cada simulação realizada. Alguns autores como Goldenberg (1988), Clement (1985) e Gomes Ferreira (1997) *apud* Gomes Ferreira (2001) afirmam que um dos fatores que dificultam a interpretação de gráficos é o fato do sistema de representação gráfica não ser tão trivial. Assim, a Modelagem Computacional propicia um ambiente para a construção e interpretação de gráficos sem a exigência do formalismo matemático. Permite ainda que o estudante visualize, durante a construção do gráfico, o significado do ângulo de inclinação da reta (taxa de variação), uma vez que as simulações são as evoluções de um modelo com o passar do tempo.

Nesse contexto, o presente estudo foi estruturado a partir das seguintes questões básicas de pesquisa:

- 1- Nas atividades propostas, os alunos são capazes de interpretar informações contidas em gráficos?
  - 1.1- Como são localizadas e classificadas as variações ocorridas em gráficos lineares?
  - 1.2- Para as atividades apresentadas, os estudantes desenvolvem alguma estratégia para construir gráficos lineares no papel?
- 2- Nas atividades propostas os alunos trabalharam as habilidades sugeridas pelo ENEM? De que forma?
- 3- A ferramenta serviu como suporte para o aluno construir e interpretar gráficos? De que maneira?