

I M



UFRJ



Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Instituto de Matemática – IM

Núcleo de Computação Eletrônica – NCE

Programa de Pós-Graduação em Informática

RENATA PINHEIRO CARDOSO

**UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE A UTILIZAÇÃO
DO AMBIENTE DE MODELAGEM COMPUTACIONAL
WLINKIT NA INTRODUÇÃO DE GRÁFICOS LINEARES
COM ALUNOS DA 7ª SÉRIE DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Rio de Janeiro - RJ

Dezembro de 2004

Renata Pinheiro Cardoso

**UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE A UTILIZAÇÃO
DO AMBIENTE DE MODELAGEM COMPUTACIONAL
WLINKIT NA INTRODUÇÃO DE GRÁFICOS LINEARES
COM ALUNOS DA 7ª SÉRIE DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Informática,
Núcleo de Computação Eletrônica - NCE,
Instituto de Matemática - IM, Universidade
Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte
dos requisitos necessários à obtenção do título
de Mestre em Informática.

Orientador:

Prof. Fábio Ferrentini Sampaio, Ph. D.

Rio de Janeiro - RJ
2004

Cardoso, Renata Pinheiro.

Um estudo exploratório sobre a utilização do ambiente de modelagem computacional WLinkIt na introdução de gráficos lineares com alunos da 7ª série do ensino fundamental / Renata Pinheiro Cardoso. Rio de Janeiro, 2004.

xix, 258f.; il.

Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, 2004.

Orientador: Fábio Ferrentini Sampaio

1. Modelagem Computacional – Teses. 2. Aprendizagem Exploratória – Teses. 3. Gráficos Lineares – Teses. I. Sampaio, Fábio Ferrentini (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Matemática. Núcleo de Computação Eletrônica. III. Título

CDD

Renata Pinheiro Cardoso

**UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO AMBIENTE DE
MODELAGEM COMPUTACIONAL WLINKIT NA INTRODUÇÃO DE
GRÁFICOS LINEARES COM ALUNOS DA 7ª SÉRIE DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Informática, Núcleo de Computação Eletrônica - NCE, Instituto de Matemática - IM, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Informática.

Aprovada por:

Prof. Fábio Ferrentini Sampaio – Orientador (UFRJ)
Ph.D., University of London, UL, London, Inglaterra, 1996

Prof. Laércio Ferracioli (UFES)
Ph.D., University of London, UL, London, Inglaterra, 1994

Profª. Claudia Coelho de Segadas Vianna (UFRJ)
Ph.D., University of London, UL, Inglaterra, 1998

Profª Drª Adriana Benevides Soares (UGF/ UERJ/UFRJ)
D.Sc., Université de Paris Sud, U. PARIS XI, França, 1995

Rio de Janeiro, 10 de Dezembro de 2004.

Dedicatória

*Aos meus Pais,
Fernando Gil e Maria Amélia,
irmãos, Carla e Fernando Carlos,
e marido, Marcio,
que não mediram esforços para promover
meu crescimento pessoal e profissional.*

Agradecimentos

Um trabalho desta natureza não teria sido possível sem o apoio de várias pessoas, a quem quero aqui deixar os meus sinceros agradecimentos.

Quero agradecer, em primeiro lugar, ao Professor Dr. Fábio Ferrentini Sampaio, pela confiança que em mim depositou, aceitando orientar esta dissertação. Pelo estímulo continuado, pelas numerosas críticas, correções e sugestões que me foi fazendo ao longo da redação, indicando a direção a ser tomada nos momentos de maior dificuldade. Estou-lhe grata, também, pelo afeto e amizade, sem os quais seria impossível concluir esta pesquisa.

Aos professores Marcos Elia e Claudia Motta pela dedicação e contribuições durante esta jornada.

Aos amigos de turma, pela convivência e apoio durante estes anos de estudos. Pela atenção e carinho das amigas Gianna e Maria Teresa, como também pela escuta e convivência fraterna em todos os momentos. Vocês são únicos e, tenham certeza, de que a contribuição de cada um de vocês estará refletida, para sempre, em minha maneira de ser.

Aos familiares pelo incentivo, apoio moral e afetivo para o desenvolvimento deste trabalho. Sei que sempre estiveram ao meu lado. Obrigada por tudo.

Por fim, ao Marcio, meu namorado no início dos estudos e marido no final. Obrigada pela paciência de me "agüentar" nos momentos de mau humor e quando estava em apuros em diferentes momentos da dissertação, estando sempre pronto a me socorrer e não foram poucas as ocasiões.

Resumo

Esta pesquisa trata de um estudo exploratório sobre a utilização do ambiente de Modelagem Computacional WLinkIt no ensino de construção e interpretação de gráficos lineares, tópicos integrantes do currículo de Matemática dos Ensinos Fundamental e Médio. O experimento foi realizado em 2003 com alunos da 7ª série do Ensino Fundamental que até o momento da pesquisa não tiveram explicações formais sobre o assunto em questão e não conheciam Modelagem Dinâmica. A base teórica e a motivação para o desenvolvimento desse trabalho encontram-se nas propostas sugeridas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ministério da Educação e Cultura, no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e Modelagem Computacional em ambientes de ensino. Foi elaborado um material instrucional específico articulando problemas da vida diária, envolvendo atividades que exploraram o conteúdo curricular mencionado e habilidades para o manuseio da ferramenta, organizado para ser desenvolvido em 4 encontros com duração aproximada de 1 hora e 30 minutos no laboratório do colégio. Os estudantes foram agrupados em duplas e apenas o primeiro encontro foi ministrado com todas as duplas juntas. Os dados são de natureza qualitativa, obtidos por meio de gravação em áudio das atividades e da gravação dos modelos computacionais construídos pelos alunos, incluindo-se o material escrito produzido pelas duplas. Esses dados foram analisados primeiro por dupla e posteriormente por atividade. Utilizou-se a técnica de Rede Sistêmica para a sistematização dos dados coletados e para a construção de quadros, resumindo o comportamento de cada dupla nas atividades desenvolvidas, nos quais consideraram-se aspectos relacionados à construção e interpretação de gráficos lineares. Os resultados sugerem que os estudantes foram capazes de usar a ferramenta proposta com destreza, utilizando-a como um instrumento para construção e extração de dados dos gráficos apresentados, reconhecendo, localizando e classificando as variações ocorridas, assim como intervalos de maior e/ou menor decrescimento.

Abstract

This research is an exploratory study about the use of a Computational Modeling tool called WLinkIt in teaching of linear graphics construction and interpretation, which are part of the Mathematics syllabus of Brazilian high schools. The experiment was held in 2003 with seventh grade students, who had no formal explanations about the matter and knew nothing about Dynamic Modeling, at the beginning of the research. The theoretical basis and the motivation to develop this study come from the *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ministério da Educação e Cultura* and *Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)*, guidelines for high school teaching, and Computational Modeling in education. An specific instructional material was produced, considering daily life problems, involving activities that explored the syllabus content, and abilities for the use of the tool. It was organized to be developed in 4 sessions of approximately one hour and 30 minutes, at the school's laboratory. The students worked in pairs, and only the first session had all pairs together. The data is qualitative, and it was collected through audio recording of the sessions and from the computational models built by the students. It includes the written material produced by the pairs. Firstly, this data was analyzed *per* pair; then *per* activity. The Systemic Net technique was used for working on the data and for tables building, which summarized the behavior of each pair of students during the activities. The aspects related to the construction and interpretation of linear graphics were considered. The results suggest that the students were capable of handling the tool with talent, making use of it as an instrument for the construction and extraction of data from the presented graphics, by recognizing, locating and classifying the variations occurred, as well as intervals of larger and/or minor decrease.

Lista de Figuras

Figura 2.1	Gráfico de número de doces encomendados x preço da encomenda	37
Figura 2.2	Gráficos sobre o nível de água numa jarra	38
Figura 2.3	Gráficos construídos pelos alunos para o trajeto de Priscila até a festa	39
Figura 2.4	Tela inicial do software WLinkIt	47
Figura 2.5	Modelo sobre o nível de poluição de um determinado lugar	49
Figura 3.1	A leitura horizontal representa a primeira etapa da análise e a leitura vertical a segunda etapa da análise	54
Figura 3.2	Rede Sistêmica para Análise dos Dados	55
Figura 3.3	Esquema da organização das atividades	57
Figura 3.4	Quadro utilizado para a construção do gráfico da Atividade dos Feijões	59
Figura 3.5	Exemplo do gráfico construído na 1ª etapa da Atividade dos Feijões, dividido em 3 partes	60
Figura 3.6	Gráfico esperado ao final da Atividade da Dinâmica Populacional das Abelhas	61
Figura 3.7	Gráfico apresentado para a realização da 2ª parte da Atividade da Dinâmica Populacional	62
Figura 3.8	Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Revisita a Atividade dos Feijões	63
Figura 3.9	Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Revisita a Dinâmica Populacional das Abelhas	64
Figura 3.10	Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Nível de Água de uma Banheira	65
Figura 3.11	Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Salário de um Vendedor	66
Figura 3.12	Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Seca no Nordeste	66
Figura 3.13	Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Saneamento Básico	67
Figura 3.14	Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	68

Figura 3.15	Modelo apresentado para o início da Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	69
Figura 3.16	Modelo apresentado para o início da Atividade Campanha para o Desarmamento	70
Figura 3.17	Modelo apresentado para a 2ª parte da Atividade Campanha para o Desarmamento	71
Figura 3.18	Gráfico esperado representativo das pessoas que são <u>a favor</u> do desarmamento	72
Figura 3.19	Gráfico esperado representativo das pessoas que são <u>contra</u> o desarmamento	72
Figura 3.20	Gráfico esperado representativo das duas vertentes de pensamento, considerando-se com e sem desarmamento	72
Figura 3.21	Modelo apresentado para o início da Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	73
Figura 3.22	Tipos de gráficos explorados na Atividade Gráficos	74
Figura 4.1	Gráficos construídos no quadro na Atividade Prática com Feijões	77
Figura 4.2	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	78
Figura 4.3	Gráfico construído no papel pelas duplas 2 (A) e 4 (B) na Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	79
Figura 4.4	Gráficos construídos no papel por algumas duplas na Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	81
Figura 4.5	Gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	82
Figura 4.6	Modelo construído pela dupla 2 para representar a Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	82
Figura 4.7	1ª parte do Modelo construído pelas duplas na Atividade Nível de Água de uma Banheira	83
Figura 4.8	2ª parte do Modelo construído pelas duplas na Atividade Nível de Água de uma Banheira	84
Figura 4.9	Gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Nível de Água de uma Banheira	85
Figura 4.10	Modelo construído pelas duplas para a Atividade Nível de Carros num Estacionamento	86

Figura 4.11	Gráfico construído no papel na Atividade Nível de Carros num Estacionamento	87
Figura 4.12	Gráfico construído pela dupla 3 no computador relativo a Atividade Nível de Carros num Estacionamento	89
Figura 4.13	Modelos construídos pelo pesquisador para esclarecer a dúvida do aluno A5	89
Figura 4.14	Gráfico construído no computador durante a simulação para esclarecer a dúvida do aluno A5	90
Figura 4.15	Modelos construídos pelas duplas para a Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	92
Figura 4.16	1ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 1 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	93
Figura 4.17	2ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 1 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	93
Figura 4.18	Gráfico construído no computador pela dupla 1 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	93
Figura 4.19	Gráfico construído no papel pela dupla 2 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	94
Figura 4.20	Gráfico construído pela dupla 2 no computador na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	94
Figura 4.21	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	95
Figura 4.22	1ª versão do modelo construído pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica (antes da simulação)	95
Figura 4.23	Gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	96
Figura 4.24	Gráfico esperado na Atividade Campanha para o Desarmamento	98
Figura 4.25	Gráfico construído no papel pela dupla 1 na Atividade Campanha para o Desarmamento	99
Figura 4.26	Gráfico construído no papel pela dupla 2 na Atividade Campanha para o Desarmamento	99
Figura 4.27	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Campanha para o Desarmamento	100
Figura 4.28	Gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Campanha para o Desarmamento	101
Figura 4.29	Modelos construídos pelas duplas na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	102

Figura 4.30	Gráfico construído no papel pela dupla 1 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	103
Figura 4.31	2ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 1 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	103
Figura 4.32	Gráfico construído no papel pela dupla 2 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	104
Figura 4.33	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	104
Figura 4.34	Gráfico construído no computador pela dupla 3 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	105
Figura 4.35	2ª versão do modelo construído pela dupla 4 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	106
Figura 4.36	Gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	106
Figura 4.37	Início do gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	111
Figura 4.38	2ª etapa do gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	112
Figura 4.39	1º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	113
Figura 4.40	Modelos construídos pelas duplas para a realização da Atividade Gráficos	113
Figura 4.41	Valores iniciais das variáveis utilizadas pela dupla 1	113
Figura 4.42	Gráfico construído no computador pela dupla 1	114
Figura 4.43	2ª versão do modelo construído pela dupla 1 na Atividade Gráficos, juntamente com o gráfico resultante	115
Figura 4.44	Modelo construído pela dupla 2 na Atividade Gráficos	116
Figura 4.45	1ª versão do gráfico obtido pela dupla 2 na Atividade Gráficos	116
Figura 4.46	Modelo utilizado pela dupla 3	117
Figura 4.47	1ª versão do gráfico obtido pela dupla 3	118
Figura 4.48	2ª versão do gráfico obtido pela dupla 3	119
Figura 4.49	2º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	119
Figura 4.50	1ª etapa da construção do gráfico da Atividade Gráficos (2º gráfico), realizada pela dupla 3	120
Figura 4.51	2ª etapa da construção do gráfico da Atividade Gráficos (2º gráfico), realizada pela dupla 3	120
Figura 4.52	3º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	121

Figura 4.53	1ª etapa da construção do gráfico realizada pela dupla 1, na Atividade Gráficos (3º gráfico)	121
Figura 4.54	1ª etapa da construção do gráfico realizada pela dupla 2, na Atividade Gráficos (3º gráfico)	122
Figura 4.55	2ª etapa da construção do gráfico realizada pela dupla 2, na Atividade Gráficos (3º gráfico)	122
Figura 4.56	Situação das variáveis utilizadas pela dupla 3 para a construção do 3º gráfico da Atividade Gráficos	123
Figura 4.57	4º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	124
Figura 4.58	5º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	124
Figura 4.59	Gráfico construído no computador pela dupla 2 na Atividade Gráficos	120
Figura 5.1	Modelo utilizado pela dupla 3 para obter uma reta crescente	135
Figura 5.2	Modelo utilizado pela dupla 3 para obter uma reta decrescente	136
Figura B.1	1ª etapa do 1º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas	160
Figura B.2	2ª etapa do 1º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas	161
Figura B.3	3ª etapa do 1º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas	161
Figura B.4	4ª etapa do 1º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas	162
Figura B.5	5ª etapa do 1º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas	162
Figura B.6	1ª etapa do 2º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas	163
Figura B.7	Comparação dos dois gráficos elaborados na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas	164
Figura B.8	Modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas	175
Figura B.9	1ª versão do gráfico elaborado no computador pela dupla 3 na Atividade Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas	176
Figura B.10	2ª versão do gráfico elaborado no computador pela dupla 3 na Atividade Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas	177
Figura B.11	Gráfico elaborado no papel pela dupla 3 na Atividade Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas	177

Figura B.12	1ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Nível de Água de uma Banheira	178
Figura B.13	2ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Nível de Água de uma Banheira	179
Figura B.14	3ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Nível de Água de uma Banheira	179
Figura B.15	1ª versão do Gráfico elaborado no papel pela dupla 3 na Atividade Nível de Água de uma Banheira	180
Figura B.16	2ª versão do Gráfico elaborado no papel pela dupla 3 na Atividade Nível de Água de uma Banheira	181
Figura B.17	2ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Salário de um Vendedor	182
Figura B.18	3ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Salário de um Vendedor	183
Figura B.19	1ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Seca do Nordeste	184
Figura B.20	2ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Seca do Nordeste	185
Figura B.21	Gráfico elaborado no papel pela dupla 3 na Atividade Seca do Nordeste	185
Figura B.22	1ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Saneamento Básico	186
Figura B.23	2ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Saneamento Básico	187
Figura B.24	3ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Saneamento Básico	188
Figura B.25	4ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Saneamento Básico	189
Figura B.26	Modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	190
Figura B.27	Eixos construídos pela dupla 3 para a elaboração do gráfico da Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	191
Figura B.28	1ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	192
Figura B.29	2ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	192
Figura B.30	3ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	192

Figura B.31	Modelo construído pela pesquisadora para esclarecimento da dúvida apresentada por um dos componentes da dupla 3	193
Figura B.32	Situação Final do modelo construído pela pesquisadora para esclarecimento da dúvida apresentada por um dos componentes da dupla 3	194
Figura B.33	Gráfico construído no computador resultante da simulação do modelo elaborado pela pesquisadora para esclarecimento da dúvida apresentada por um dos componentes da dupla 3	194
Figura B.34	Modelo apresentado para dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	195
Figura B.35	1ª versão do modelo construído pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	196
Figura B.36	2ª versão do modelo construído pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	197
Figura B.37	1ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	198
Figura B.38	2ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	198
Figura B.39	1ª parte do modelo apresentado para a dupla 3 na Atividade Campanha para o Desarmamento	199
Figura B.40	2ª parte do modelo apresentado para a dupla 3 na Atividade Campanha para o Desarmamento	201
Figura B.41	Construção dos eixos no papel feitos pela dupla 3 para a elaboração dos gráficos na Atividade Campanha para o Desarmamento	204
Figura B.42	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Campanha para o Desarmamento	204
Figura B.43	Gráfico construído no computador pela dupla 3 na Atividade Campanha para o Desarmamento	204
Figura B.44	Modelo apresentado para dupla 3 na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo	205
Figura B.45	Modelo construído para dupla 3 na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo	206
Figura B.46	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo	206
Figura B.47	1ª versão do modelo construído pela dupla 3 para resultar na 1ª parte do gráfico na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo	207
Figura B.48	2ª versão do modelo construído pela dupla 3 para resultar na 2ª parte do gráfico na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo	208

Figura B.49	3ª versão do modelo construído pela dupla 3 para resultar na 3ª parte do gráfico na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo	208
Figura B.50	4ª versão do modelo construído pela dupla 3 para resultar na 4ª parte do gráfico na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo	209
Figura B.51	Variáveis escolhidas pela dupla 3 para a Atividade Gráficos	251
Figura B.52	Modelo construído pela dupla 3 para na Atividade Gráficos	210
Figura B.53	1º gráfico solicitado na Atividade Gráficos	210
Figura B.54	1º versão do gráfico elaborado no computador pela dupla 3 na Atividade Gráficos	211
Figura B.55	2º versão do gráfico elaborado no computador pela dupla 3 na Atividade Gráficos	211
Figura B.56	2º gráfico solicitado na Atividade Gráficos	212
Figura B.57	3º gráfico solicitado na Atividade Gráficos	212
Figura B.58	4º gráfico solicitado na Atividade Gráficos	213
Figura B.59	5º gráfico solicitado na Atividade Gráficos	213
Figura C.1	Gráficos construídos na Atividade Prática com Feijões	225
Figura C.2	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade do Calvin	226
Figura C.3	Rede Sistêmica da dupla 3 correspondente a Atividade do Calvin	227
Figura C.4	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	228
Figura C.5	Modelo construído pela dupla 3 na Atividade Revisita a Dinâmica Populacional das Abelhas	229
Figura C.6	Rede Sistêmica da dupla 3 para a Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	230
Figura C.7	Modelo construído pela dupla 3 para representar a Atividade Nível de Água de uma Banheira	230
Figura C.8	Gráfico construído no papel pela dupla 3 para representar a Atividade Nível de Água de uma Banheira	231
Figura C.9	Rede Sistêmica da dupla 3 para a Atividade Nível de Água de uma Banheira	232
Figura C.10	Modelo construído pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	232

Figura C.11	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	233
Figura C.12	Rede Sistêmica da dupla 3 para a Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	234
Figura C.13	Modelo construído pela dupla 3 para a Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	235
Figura C.14	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	236
Figura C.15	Rede Sistêmica da dupla 3 para a Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	236
Figura C.16	Gráfico feito pela dupla 3 no papel na Atividade Campanha para o Desarmamento	238
Figura C.17	Gráfico feito pela dupla 3 no computador na Atividade Campanha para o Desarmamento	238
Figura C.18	Rede Sistêmica da dupla 3 para a Atividade Campanha para o Desarmamento	238
Figura C.19	Modelo construído pela dupla 3 para a Atividade Modelo Pronto, mas sem Conteúdo	239
Figura C.20	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Modelo Pronto, mas sem Conteúdo	240
Figura C.21	Gráfico construído no computador pela dupla 3 na Atividade Modelo Pronto, mas sem Conteúdo	241
Figura C.22	Rede Sistêmica da dupla 3 na Atividade Modelo Pronto, mas sem Conteúdo	241
Figura C.23	Gráficos construídos pela dupla 3 no papel (A) e no computador (B) na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	244
Figura C.24	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	245
Figura C.25	Gráficos construídos pela dupla 3 no papel (A) e no computador (B) na Atividade Campanha para o Desarmamento	245
Figura C.26	Gráficos construídos pela dupla 3 no papel (A) e no computador (B) na Atividade Modelo Pronto, mas sem Conteúdo	246
Figura C.27	Modelo construído pela dupla 3 na Atividade Gráficos	247
Figura C.28	1º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	247
Figura C.29	1º tentativa de obter o 1º gráfico solicitado feito no computador pela dupla 3 na Atividade Gráficos	248

Figura C.30	2º tentativa de obter o 1º gráfico solicitado feito no computador pela dupla 3 na Atividade Gráficos	248
Figura C.31	2º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	249
Figura C.32	3º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	249
Figura C.33	4º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	249
Figura C.34	5º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	250

Lista de Quadros

Quadro 2.1	Descrição das competências	32
Quadro 2.2	Descrição das habilidades consideradas como referencial	32
Quadro 3.1	Composição das duplas	53
Quadro 3.2	Etapas em que a Atividade dos Feijões foi realizada	59
Quadro D.1	Resumo da análise sobre os aspectos de Análise de Gráficos na atividade História em Quadrinhos do Calvin	252
Quadro D.2	Resumo da análise sobre os aspectos de Análise de Gráficos na atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	253
Quadro D.3	Resumo da análise sobre os aspectos de Análise de Gráficos na atividade Nível de Água de uma Banheira	254
Quadro D.4	Resumo da análise sobre os aspectos de Análise de Gráficos na atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	255
Quadro D.5	Resumo da análise sobre os aspectos de Análise de Gráficos na atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	256
Quadro D.6	Resumo da análise sobre os aspectos de Análise de Gráficos na atividade Campanha para o Desarmamento	257
Quadro D.7	Resumo da análise sobre os aspectos de Análise de Gráficos na atividade Modelo Pronto, mas sem Conteúdo	258

Lista de Tabelas

Tabela B.1	Componentes da pesquisa com suas respectivas idades	159
Tabela B.2	Resultado obtido pela dupla 3 na Atividade Pares de Causa e Efeito	195

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO

1.1.- Apresentação do Estudo	20
1.2 - Organização da Dissertação	23

2- REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 – Introdução	25
2.2 - Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's)	25
2.2.1 - Um Pouco da História do Ensino de Matemática	27
2.2.2 - Uso do computador na sala de aula	29
2.3 - O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)	30
2.4 - Matemática e o Ensino de Gráficos	33
2.4.1 – Atividades Realizadas no Estudo de Gráficos	34
2.4.2 – Gráficos Lineares	36
2.5 - Modelagem Computacional no Ensino	40
2.5.1 - Modelos, Modelagem e Simulação	40
2.5.2 - A Utilização de Modelagem Computacional no Ensino	43
2.5.3 - O Ambiente de Modelagem Computacional Semiquantitativo	
WLinkIt	45
2.5.3.1- Componentes do Ambiente	46
2.6 - Modelagem Dinâmica no Ensino de Gráficos Lineares	49

3- CONCEPÇÃO DO ESTUDO

3.1- Introdução	51
3.2- Metodologia	51
3.3- A Amostra	52
3.4- A Análise dos Dados	53
3.4.1- Redes Sistêmicas	54
3.5- Organização das atividades	56

3.5.1- Atividade Prática com feijões	58
3.5.2- História em Quadrinhos do Calvin.....	60
3.5.3- Dinâmica Populacional das Abelhas	61
3.5.4- Revisita à Atividade dos Feijões no WLinkIt	62
3.5.5- Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas no WLinkIt	63
3.5.6- Pequenos Textos para Modelagem	64
Nível de Água de uma Banheira	64
Salário de um Vendedor.....	65
Seca no Nordeste.....	66
Saneamento Básico.....	67
Fluxo de Carros num Estacionamento	67
3.5.7- Pares de Causa e Efeito.....	68
3.5.8- Desmatamento da Floresta Amazônica	69
3.5.9- Campanha para o Desarmamento	70
3.5.10- Modelo Pronto, mas sem conteúdo	73
3.5.11- Gráficos	74

4- ANÁLISE DE DADOS

4.1- Introdução	75
4.2- Análise dos Dados	76
4.2.1- Localização e Classificação de Variações	76
Atividade Prática com feijões	76
História em Quadrinhos do Calvin.....	78
Dinâmica Populacional das Abelhas.....	79
Nível de Água de uma Banheira.....	83
Fluxo de Carros num Estacionamento.....	86
Desmatamento da Floresta Amazônica.....	91
Campanha para o Desarmamento	97
Modelo Pronto, mas sem conteúdo	101
4.2.2- Construção de Gráficos no Papel	107
4.2.3- Interpretação e Comparação de Gráficos.....	112

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 – Introdução	126
5.2 – Síntese da Pesquisa	126
5.3 – A Modelagem Dinâmica na Análise de Gráficos	128
5.3.1 - Nas atividades propostas os alunos são capazes de interpretar informações contidas em gráficos?	128
5.3.1.1 - Como são localizadas e classificadas as variações ocorridas em gráficos lineares?.....	129
5.3.1.2. - Para as atividades apresentadas, os estudantes desenvolvem alguma estratégia para construir gráficos lineares no papel?	130
5.3.2 - Nas atividades propostas os alunos trabalharam as habilidades sugeridas pelo ENEM? De que forma?	131
5.3.3 - A ferramenta serviu como suporte para o aluno construir e interpretar gráficos? De que maneira?	133
5.3.3.1 - Críticas ao software WLinkIt	134
5.4 - O Material Instrucional	137
5.5 – Trabalhos Futuros	138

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apêndice A – Material Impresso	145
Apêndice B- Transcrição dos dados e Atividades Desenvolvidas pela dupla 3	158
Apêndice C- Análise dos Dados da dupla 3	224
Apêndice D- Quadros Resumo da Análise dos Dados	251

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO

Até pouco tempo atrás, a educação podia ser vista, principalmente, como um meio responsável pela transmissão de determinados conteúdos escolares através das gerações, objetivando a reprodução e perpetuação da cultura. Nesse sistema educativo, idéias e valores deveriam ser assimilados passivamente pelos aprendizes, sem maiores reflexões sobre a possibilidade de criação de ambientes que estimulassem a construção do conhecimento.

Diante desta análise, segundo o Consed¹, educadores e intelectuais brasileiros iniciaram o Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, alertando para a necessidade da elaboração de um plano amplo e unitário para promover a reconstrução da educação no País. Várias tentativas foram feitas nesse sentido, dentre elas a inclusão de um artigo na constituição determinando como sendo de competência da União a elaboração do Plano Nacional de Educação, com o propósito de estabelecer objetivos e metas para o ensino em todos os graus e ramos. Posteriormente, a sociedade manifestou o desejo de um planejamento mais amplo para a educação: que levasse à erradicação do analfabetismo, à universalização do atendimento escolar,

¹ Conselho Nacional de Secretários de Educação, criado com a finalidade de integrar as Secretarias de Educação dos Estados e do Distrito Federal.

à melhoria da qualidade do ensino, à formação para o trabalho e à promoção humanística, científica e tecnológica do País, o que causou a alteração do texto constitucional.

Durante as negociações e busca de consensos para a elaboração deste texto, observou-se que a educação passou a fazer parte da pauta de discussões não só no Brasil, mas também em vários países. Na Conferência Mundial de Educação para Todos, realizada em Jomtien, na Tailândia, em 1990, foi definido que a educação deveria ser fundamentada em Quatro Pilares:

A educação deve organizar-se em torno de quatro aprendizagens fundamentais que, ao longo de toda vida serão os pilares do conhecimento: aprender a conhecer, isto é adquirir os instrumentos da compreensão; aprender a fazer, para poder agir sobre o meio envolvente; aprender a viver juntos, a fim de participar e cooperar com os outros em todas as atividades humanas; finalmente aprender a ser, que integra os precedentes.

(DELORS², 1999).

No Brasil, nessa mesma vertente, podem ser citados:

- os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), que apresentam uma proposta de criar nas escolas condições que permitam aos estudantes ter acesso ao conjunto de conhecimento socialmente elaborado e reconhecido como necessário ao exercício da cidadania;
- o texto da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996, que estabelece que a educação tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e qualificação para o trabalho;
- as Matrizes Curriculares de Referência para o Saeb³, que é um sistema desenvolvido pelo governo com o objetivo de coletar dados sobre alunos, professores e escolas e, a partir dessas informações, estratégias podem ser definidas visando a correção de debilidades identificadas no Sistema Educacional Brasileiro.

Nessas referências norteadoras é possível perceber a necessidade de centrar o ensino e aprendizagem numa associação entre conteúdos, competências e habilidades, e não somente no ensino propedêutico. Desse modo, faz-se necessário a inclusão dos instrumentos de aprendizagem

² Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI, coordenada por Jacques Delors

³ Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica

essenciais (leitura, escrita, expressão oral, cálculo e resolução de problemas) e dos conteúdos educativos que devem ir além da informação, abarcando toda a formação humana e social do indivíduo. Essas metas envolvem conhecimento, comportamento, conceitos, procedimentos, valores, atitudes. Isso significa que é aconselhável que se desenvolva nas escolas atividades que induzam o aluno a utilizar o pensamento lógico, a criatividade, a intuição e a capacidade de análise crítica sobre determinada realidade.

Nesse contexto, existe uma grande expectativa em relação à contribuição da Matemática para desenvolver nos alunos suas capacidades cognitivas e sua confiança para enfrentar desafios, contribuindo, assim, para a formação e desenvolvimento intelectual dos futuros cidadãos de um País.

No entanto, pesquisas sobre o ensino e aprendizagem de Matemática indicam que os resultados têm sido, em geral, insatisfatórios, revelando elevadas taxas de retenção nesta área de estudo (SAEB; PCN, 1998, p. 23). Dessa forma, diferentes métodos e estratégias educacionais têm sido propostas na busca da melhoria desses resultados. Nessa perspectiva, é possível perceber que um dos grandes aliados para promover a melhoria desse quadro pode ser o suporte fornecido por uma nova área de estudos, denominada Informática na Educação.

Embora a utilização dos computadores ainda não esteja amplamente disponível para muitas escolas, o advento da tecnologia da informática e o barateamento de sua tecnologia têm possibilitado sua utilização em maior escala a cada dia que passa. O uso desse recurso pode trazer significativas contribuições para se repensar sobre o processo de ensino e aprendizagem de Matemática à medida que “auxilia na realização de alguns trabalhos, sem anular o esforço da atividade compreensiva” (PCN, 1998, p. 75). Com isso, o cálculo mecânico pode ser amenizado, uma vez que por meio desse instrumento esses cálculos podem ser realizados de modo mais rápido e eficiente, favorecendo a observação, verificação, comparação e reflexão sobre o efeito produzido pela operação efetuada.

No entanto, a incorporação desse recurso tecnológico no ambiente educacional não é condição suficiente para garantir a aprendizagem dos conteúdos escolares. É necessário oferecer um ambiente de aprendizagem desafiador, permitindo que os alunos possam ter iniciativas, problemas a resolver, possibilidades para corrigir seus erros e criar suas próprias soluções (PCN, 1998, p. 153).

Na perspectiva de integração da utilização do computador como **ferramenta** no desenvolvimento de determinado tópico é que surge a proposta do uso de ambientes de Modelagem Computacional no contexto escolar. Tais ambientes levam o aluno a construir um modelo sobre o problema em estudo que, em seguida, é simulado, gerando a possibilidade de ampliação de análise da situação proposta.

De acordo com Sampaio (1998), a utilização da Modelagem no ensino pode ser justificada a partir de pelo menos 3 perspectivas:

- I) **Construção do conhecimento em Ciências** - através da manipulação de um conjunto de habilidades cognitivas (formulação e teste de hipóteses, abstração, etc) o aluno pode entender e explicar melhor os fenômenos que acontecem no mundo real;
- II) **Explicitação e refinamento das representações mentais** – possibilita a externalização de conceitos e significados que fazem parte das representações mentais de um indivíduo sobre determinado fenômeno, permitindo a investigação das relações entre diferentes objetos, formulando e testando hipóteses;
- III) **Percebendo o mundo a partir de uma visão de dinâmica de sistemas** – a aplicação de alguns conceitos relacionados à dinâmica de sistemas abre aos estudantes a possibilidade de entender sistemas dinâmicos complexos, focando também o como e o porque tais sistemas mudam com o passar do tempo (ROBERT, 1983; MANDINACH, 1994; CC-STADUS, 1998 *apud* SAMPAIO, 1998).

Assim sendo, o presente trabalho é desenvolvido no intuito de investigar a utilização de um ambiente de Modelagem Computacional no estudo de Matemática, especificamente no ensino de Gráficos Lineares.

1.2 - ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A apresentação deste trabalho está dividida em 6 Capítulos e 4 Apêndices. A seguir, será feito o detalhamento de cada Capítulo e dos Apêndices:

O Capítulo 1 terá como objetivo fazer uma sucinta apresentação do estudo, situando o leitor no contexto da pesquisa. Posteriormente, descreverá brevemente os capítulos que serão desenvolvidos ao longo do texto;

O Capítulo 2 expressará a Fundamentação Teórica que norteou a pesquisa, juntamente com as questões levantadas a serem investigadas e discutidas do decorrer do trabalho;

O Capítulo 3 descreverá a Concepção do Estudo, na qual será apresentada a metodologia utilizada no desenvolvimento do experimento desta pesquisa;

O Capítulo 4 fará um relato da Análise dos Dados, apresentando o comportamento de cada dupla nas atividades propostas e em seguida, alguns quadros que resumem esses dados, tendo como base uma rede sistêmica;

O Capítulo 5 manifestará as Considerações Finais e discussões deste estudo, e algumas Propostas para Estudos Futuros, com sugestões para investigações posteriores;

O Capítulo 6 descreverá as Referências Bibliográficas que serviram como base para o desenvolvimento deste trabalho.

Por último serão apresentados quatro Apêndices, identificados por A, B, C e D. No Apêndice A constará o material impresso disponibilizado para cada dupla utilizado para a realização da pesquisa. No Apêndice B será apresentado um exemplar da transcrição dos diálogos e das atividades desenvolvidas pela dupla 3. No Apêndice C será mostrado um exemplar da análise dos dados da dupla 3. Finalizando, no Apêndice D serão disponibilizados quadros resumindo o comportamento das duplas nas atividades propostas.

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*⁴ (NCTM), destacando a resolução de problemas como foco do ensino. Aspectos

⁴ 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-problema⁵, 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.

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

COMPETÊNCIAS	
I	Dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica.
II	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.
III	Selecionar, organizar, relacionar interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
IV	Relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
V	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.

HABILIDADES	
1	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.
2	Em um gráfico cartesiano, identificar e analisar valores das variáveis, intervalos de crescimento ou decrescimento e taxas de variação.
3	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. Afirmo 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 Fundação⁶. 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

⁶ 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.

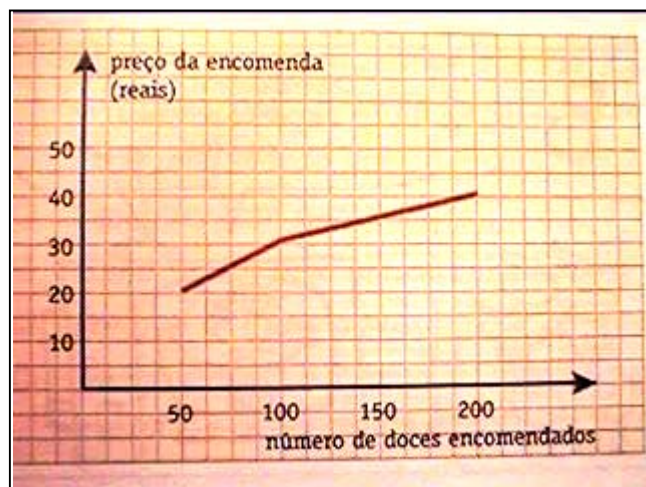


Figura 2.1 – Gráfico de número de doces encomendados x preço da encomenda

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.

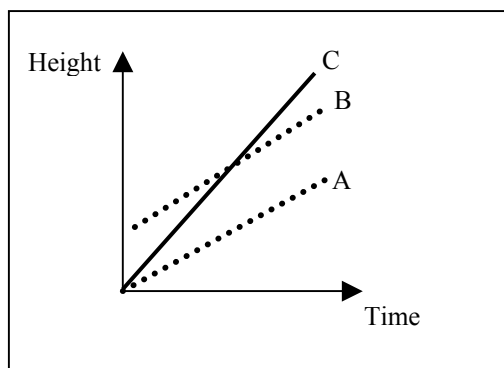


Figura 2.2 – Gráficos sobre o nível de água numa jarra

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.

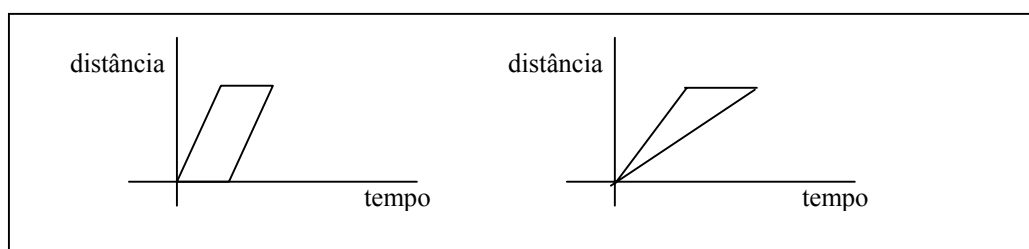


Figura 2.3 – Gráficos construídos pelos alunos para o trajeto de Priscila até a festa

No Brasil, alguns indicadores mostram que existe um baixo desempenho dos alunos quando o item em questão envolve gráfico linear. Os relatórios do SAEB⁷ 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.

⁷ 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.

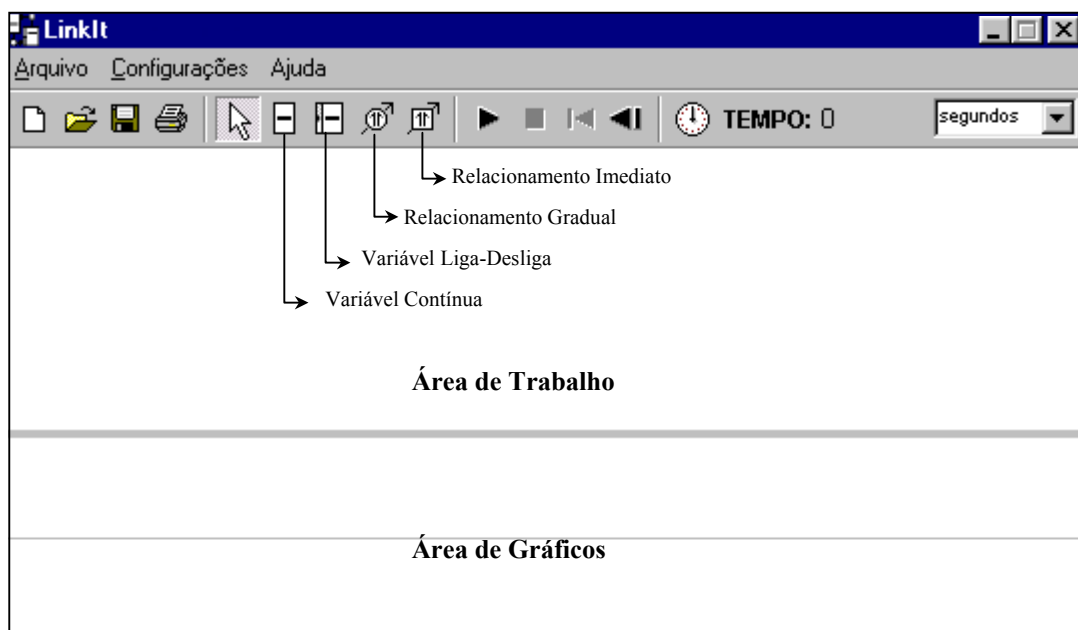


Figura 2.4 – Tela inicial do software WLinkIt

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.

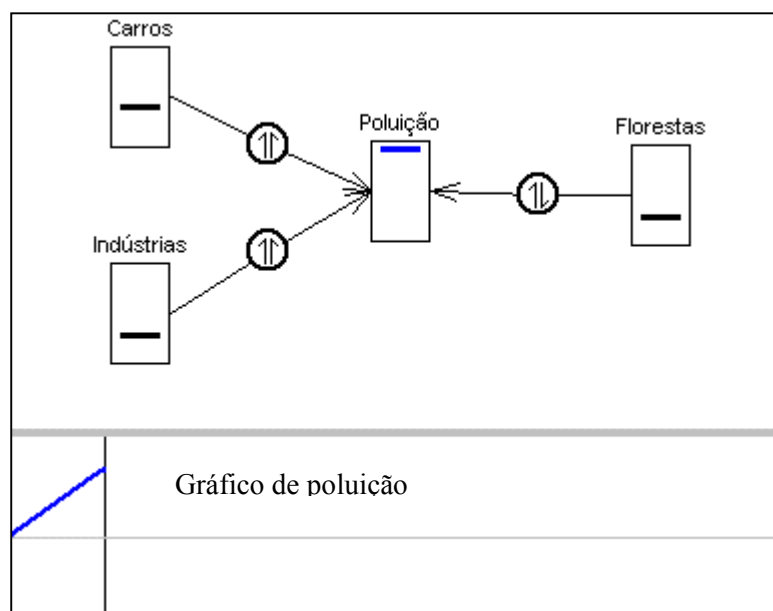


Figura 2.5 – Modelo sobre o nível de poluição de um determinado lugar

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?

Capítulo 3

CONCEPÇÃO DO ESTUDO

3.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, será apresentada a descrição dos aspectos metodológicos da pesquisa, assim como o contexto mais amplo de onde foram coletados os dados dos participantes, dos procedimentos e instrumentos de coleta dos dados. Primeiramente são descritas as questões que norteiam este trabalho e, em seguida, será apresentada a natureza da pesquisa a fim de justificar a escolha do instrumental metodológico utilizado.

Os trabalhos citados no capítulo anterior relatam que a utilização da modelagem computacional no contexto educacional tem se revelado promissor. Dessa forma, como descrito no item 2.5, o propósito deste estudo está na investigação do uso do ambiente WLinkIt no estudo de gráficos lineares a partir da elaboração de atividades exploratórias e expressivas.

3.2 METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido por meio da realização de tarefas elaboradas especificamente para esta pesquisa. As atividades foram feitas com estudantes de um colégio particular, situado na zona sul da cidade do Rio de Janeiro, durante o segundo semestre de 2003.

Neste estudo exploratório, o método de pesquisa utilizado foi o qualitativo com abordagem descritiva/comparativa. A pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados coletados mediante o contato direto do pesquisador com a situação estudada (MAZZOTTI & GEWANDSZNAJDER, 1998). Segundo Rudio (2002, p.71), na pesquisa qualitativa os dados obtidos devem ser analisados e interpretados, utilizando-se palavras para descrever o fenômeno e a abordagem descritiva “está interessada em descobrir e observar fenômenos, procurando descrevê-los, classificá-los e interpretá-los”. Por sua vez, a abordagem comparativa, conforme Lakatos e Marconi (1994), permite analisar dados concretos, deduzindo dos mesmos os elementos constantes, abstratos e gerais. Essa abordagem, segundo Gil (1994), é muito utilizada em pesquisas no campo das ciências sociais, possibilitando comparar e ressaltar diferenças e similaridades. Partindo-se da concepção de que os fenômenos da pesquisa educacional são fenômenos sociais, é possível justificar a escolha deste tipo de pesquisa.

3.3 A AMOSTRA

A amostra foi composta por alunos de 13 e 14 anos, de ambos os sexos, da 7ª série do Ensino Fundamental. Os alunos da turma, até o momento da realização do estudo, não tiveram explicações formais sobre construção e interpretação de gráficos lineares e não conheciam Modelagem Dinâmica.

Para a seleção dos estudantes, foram considerados dois critérios: ter alguma noção no manuseio do computador e ter disponibilidade de estar no colégio fora do horário regular das aulas. Devido ao fato de muitos alunos mostrarem interesse em participar da pesquisa, o procedimento utilizado para a seleção da amostra foi, de acordo com Selltiz *apud* Rudio (2002), a não probabilística por quotas. Logo, a probabilidade de qualquer aluno ser escolhido não foi conhecida e procurou-se formar uma amostra que fosse uma réplica da turma, tendo como parâmetro o rendimento escolar. No total, dez alunos foram selecionados, os quais foram agrupados em duplas, de acordo com a disponibilidade de horário fornecida por eles. A dupla 5 participou somente do primeiro encontro, não tendo sido, portanto, considerada no decorrer do estudo. As demais duplas concluíram todas as atividades propostas no período de aproximadamente 1 mês. O quadro 3.1 apresenta a composição de cada dupla.

		Sexo	Idade
Dupla 1	A1	Feminino	13 anos
	A2	Feminino	14 anos
Dupla 2	A3	Feminino	13 anos
	A4	Feminino	14 anos
Dupla 3	A5	Masculino	13 anos
	A6	Feminino	14 anos
Dupla 4	A7	Masculino	14 anos
	A8	Feminino	13 anos
Dupla 5	A9	Masculino	13 anos
	A10	Masculino	13 anos

Quadro 3.1 – Composição das duplas

O primeiro dia de atividades aconteceu com todos os alunos ao mesmo tempo. Os demais encontros foram feitos com cada dupla separadamente, 1 ou 2 vezes por semana, de acordo com a disponibilidade de horários dos alunos.

As atividades foram ministradas no laboratório de informática do colégio. Em cada encontro, foi disponibilizado, para cada dupla, o material impresso (vide apêndice A) e um computador. Ao término de cada dia, o material utilizado foi recolhido de modo que fosse possível ter acesso ao desenvolvimento das atividades da dupla no papel. Os arquivos das atividades feitas no computador foram devidamente gravados. Cada encontro foi registrado em fitas cassetes e transcritos posteriormente. O Apêndice B apresenta, como exemplo, a transcrição dos diálogos e das atividades desenvolvidas pela dupla 3.

3.4 A ANÁLISE DOS DADOS

Para o desenvolvimento da análise de dados utilizou-se as transcrições dos diálogos e o material elaborado pelos alunos durante as atividades, sendo que este material é composto por duas partes: 1ª) registro das atividades realizadas com lápis e papel e 2ª) registro das atividades realizadas no

computador, sendo que nesta segunda parte foram considerados os arquivos contendo os modelos construídos pelos alunos e o arquivo de *Log* gerado automaticamente pela versão do WLinkIt utilizada no experimento, como descrito no capítulo anterior na seção 2.4.3.

A análise dos dados foi feita em duas etapas. Inicialmente analisou-se os dados de cada dupla separadamente (o apêndice C apresenta a análise da dupla 3), procurando por indícios do comportamento dos alunos no processo de construção, interpretação e comparação de gráficos no papel e no computador. A segunda etapa da análise foi feita a partir dos dados da etapa anterior, sendo que, desta vez, os dados foram analisados por atividade, buscando-se obter o comportamento de todas as duplas **nas atividades que abordaram construção e interpretação de gráficos, assim como a localização e classificação das variações (atividades 1, 2, 3, 4, 5, 6a, 6e, 8, 9 e 10, de acordo com a figura 3.3)**. Essa segunda análise está descrita no corpo da pesquisa (capítulo 4). A figura 3.1 mostra de maneira gráfica as duas etapas da análise:

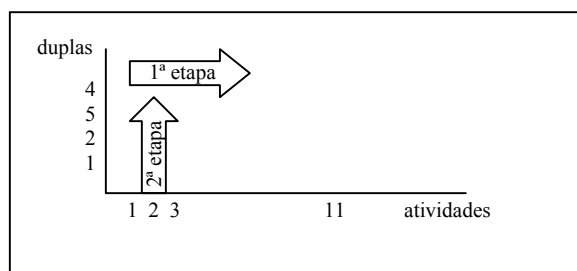


Figura 3.1 – A leitura horizontal representa a primeira etapa da análise e a leitura vertical a segunda etapa da análise

Para sistematizar e categorizar os dados coletados na primeira etapa, foram construídas redes sistêmicas, de acordo com Bliss, Monk e Ogborn (1983) e Camiletti (2001). Posteriormente, foram elaborados quadros agrupando as informações dessas redes sistêmicas, sendo que cada quadro mostra o comportamento de todas as duplas **nas atividades 2, 3, 6a, 6e, 8, 9 e 10, de acordo com a figura 3.3** (Apêndice D). Tais quadros foram utilizados como “ponto de partida” para a segunda etapa da análise.

3.4.1 Redes Sistêmicas

Segundo Ferracioli (2002) “as redes sistêmicas são instrumentos de análise de dados qualitativos através da categorização de seus principais aspectos”. De acordo com Novak *apud* Elia *et al.*

(2003) as redes sistêmicas são o equilíbrio entre as árvores hierárquicas, consideradas muito simples, e os mapas conceituais, considerados muito complexos.

Camiletti (2001) aponta o *colchete* e a *chave* como sendo elementos básicos de uma rede sistêmica, onde o colchete é usado “para representar qualquer conjunto de escolhas exclusivas” e a chave é usada “para representar um conjunto de escolhas que ocorrem simultaneamente”. Na construção da rede sistêmica foi utilizado um recurso técnico denominado *recursão*, representado pela notação $\hookrightarrow$, possibilitando a passagem pelo mesmo colchete o número de vezes necessários para se obter a descrição desejada da situação (BLISS *et al.*, 1983). A partir desses elementos foi construída a rede sistêmica apresentada na figura 3.2.

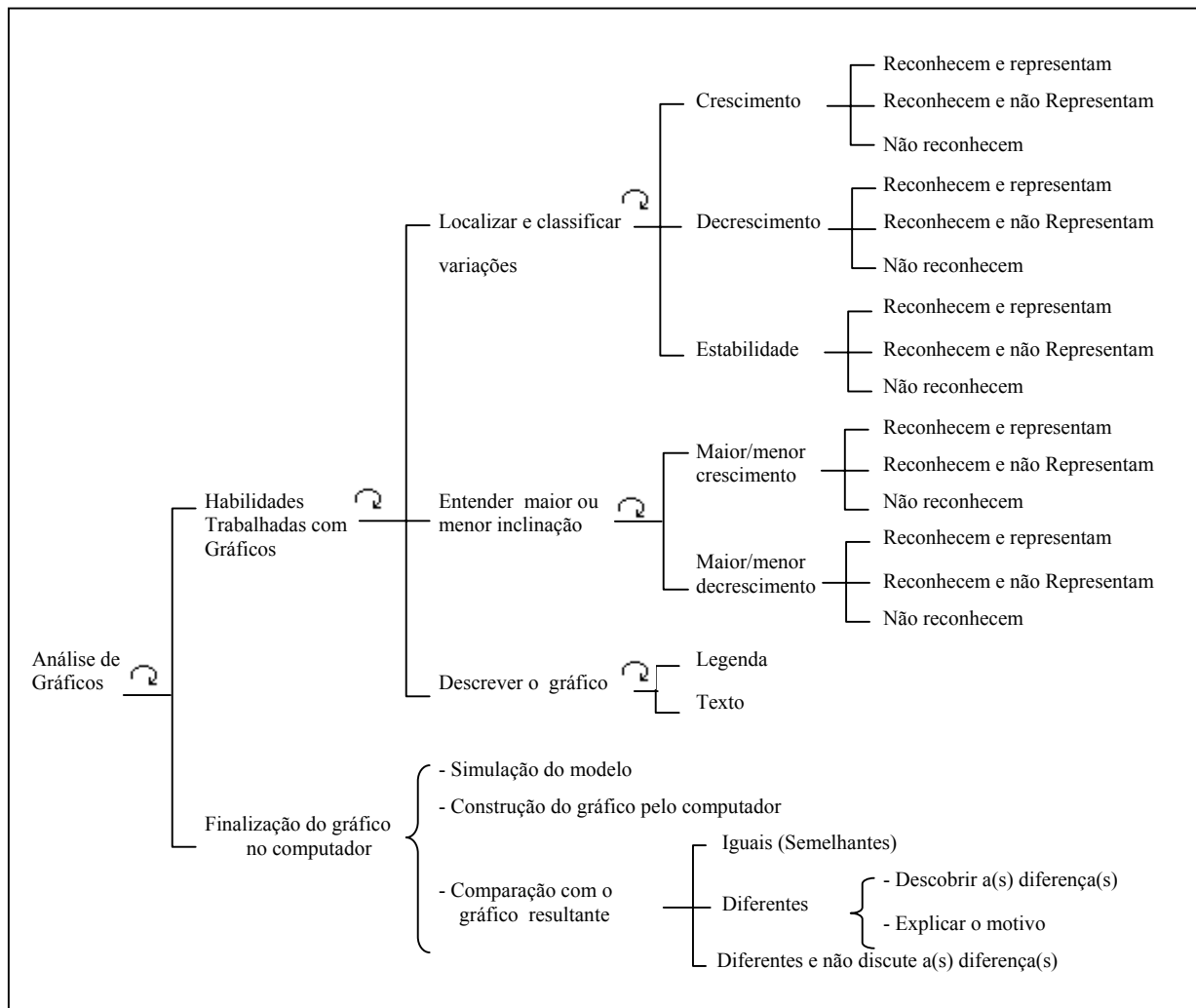


Figura 3.2 – Rede Sistêmica para Análise dos Dados

Em relação às Habilidades Trabalhadas com Gráficos são abordados 3 aspectos: localizar e classificar variações; entender maior/menor inclinação; e explicar o comportamento do gráfico.

O primeiro aspecto, localizar e classificar variações, revela se os alunos foram capazes de identificar intervalos de crescimento, decrescimento e/ou de estabilidade. Em cada uma dessas variações existe a possibilidade de reconhecer e saber representar; reconhecer e não saber representar ou não reconhecer.

O segundo aspecto, entender maior/menor variação, indica se os alunos foram capazes de identificar intervalos de maior/menor crescimento e/ou maior/menor decrescimento. Em cada uma dessas variações será possível: reconhecer e saber representar; reconhecer e não saber representar ou não reconhecer.

O terceiro aspecto, descrever o gráfico, mostra a maneira como os alunos descrevem (explicam) os dados fornecidos pelo gráfico dentro de um determinado contexto, podendo ser por meio de texto (narrativa) e/ou legenda (gráfico dividido em intervalos, no qual os alunos explicam o que acontece em cada um deles).

Em relação à Finalização do Gráfico no Computador, são abordados 3 aspectos simultâneos que descrevem o procedimento do estudante ao concluir o gráfico. Inicialmente, ele simula e analisa o modelo que construiu e, posteriormente, habilita a saída gráfica para que o gráfico seja construído pelo computador. Para finalizar, o aluno compara o gráfico feito pelo computador com o construído por ele no papel. Existem 3 possíveis resultados para essa comparação: o aluno considera os gráficos iguais e encerra a atividade; o aluno considera os gráficos diferentes e aponta essa(s) diferença(s); o aluno não discute a(s) diferença(s) existentes entre os gráficos.

3.5 ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

As atividades foram estruturadas para serem desenvolvidas em 4 dias. Cada encontro teve uma duração média de uma hora e meia, totalizando uma carga horária de 6 horas por dupla. As atividades foram organizadas de acordo com o esquema representado na figura 3.3.

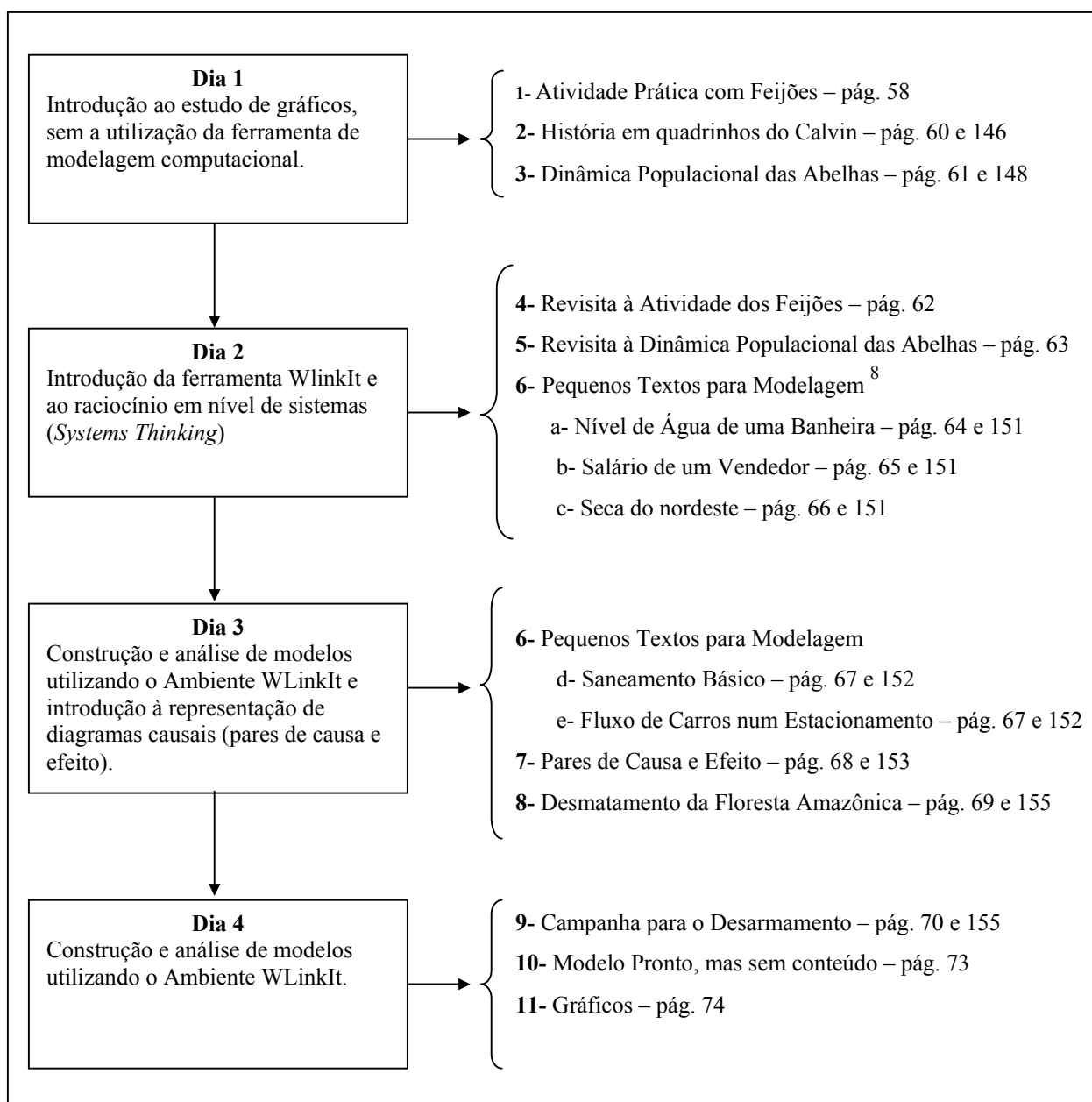


Figura 3.3 – Esquema da organização das atividades

As atividades foram elaboradas levando-se em consideração alguns aspectos. De acordo com Nemirovsky *apud* Gomes Ferreira *et al.* (2001), os alunos apresentam maior facilidade em aprender a interpretar e construir gráficos quando esses são criados numa situação familiar para eles, ou seja, a familiaridade com o contexto é um fator importante. Dessa forma, procurou-se atividades que pudessem fazer parte do cotidiano dos alunos e que necessitavam de uma certa

⁸ Esta atividade foi realizada em 2 dias devido ao fato de sua extensão requerer tal distribuição para não se tornar enfadonha.

reflexão. Um outro aspecto considerado foi o fato de elaborar atividades que pudessem ser desenvolvidas utilizando não só o computador, mas também lápis e papel, possibilitando, assim, o alcance de duas formas de registros diferentes.

Com exceção da atividade 3.5.1, que foi realizada através de um processo diferente das demais (ver detalhamento a seguir), todas as outras seguiram as mesmas etapas, onde ,primeiramente, os alunos eram estimulados a construir um modelo correspondente à atividade proposta, seguido de simulações e, posteriormente, deveriam construir um gráfico no papel de acordo com o comportamento do modelo observado durante as simulações. Por fim, as simulações eram refeitas, mas com a saída gráfica habilitada para que os alunos pudessem comparar o gráfico feito no papel com o gráfico feito no computador. Será apresentado a seguir o detalhamento das tarefas propostas, explicitando os objetivos, como foram desenvolvidas e as habilidades trabalhadas.

3.5.1 Atividade Prática com Feijões

Esta atividade foi desenvolvida tendo como base as atividades relatadas em “*A System Dynamics Primer, Introducing System Dynamics to Elementary Students*” (JAN MONS, 2001), num projeto desenvolvido pela *Waters’ Foundation Project*⁹.

- Objetivo: Introduzir os alunos a alguns conceitos envolvendo gráficos, verificando se são capazes de reconhecer e classificar as variações em crescimento, decrescimento e estabilidade (constante).
- Descrição: O trabalho teve início em sala de aula, com a utilização dos seguintes materiais: uma garrafa transparente com a borda superior aberta, grãos de feijão, uma caneca ou pote, tiras de papel e um quadro para a construção do gráfico, conforme figura 3.4.

⁹ Projeto desenvolvido por um grupo de professores dos E.U.A. envolvidos na introdução de Modelagem Dinâmica no currículo escolar.

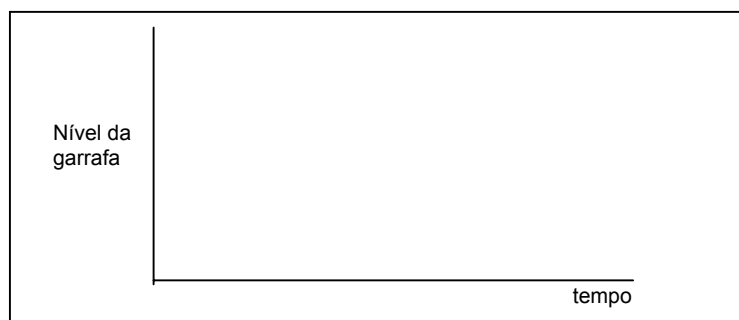


Figura 3.4 – Quadro utilizado para a construção do gráfico da Atividade dos Feijões

A atividade consistiu em colocar e retirar os grãos de feijão na garrafa. Após cada ação (colocar e retirar), a quantidade acumulada dentro da garrafa foi medida com uma tira de papel. Os atos de colocar e retirar grãos de feijão foram feitos por dois alunos ao mesmo tempo, para que eles percebessem que as duas ações podiam ocorrer simultaneamente. Quando todas as tiras estavam coladas no quadro, um ponto foi marcado no topo de cada uma delas. A seguir, as tiras foram retiradas e os pontos unidos. O gráfico resultante mostrou o comportamento da quantidade de grãos dentro da garrafa com o passar do tempo. Cada trecho do gráfico (crescente, constante e decrescente) foi feito com uma cor, facilitando assim a percepção dos momentos em que foram alteradas as quantidades colocadas e retiradas. Esta atividade foi realizada duas vezes. Em cada vez foi dividida em três etapas (quadro 3.2).

	Ação de Colocar e Retirar Feijões	Gráfico Esperado
1^a. vez	Etapa 1: Colocar 3 potes e retirar 1 pote	
	Etapa 2: Colocar 2 potes e retirar 2 potes	
	Etapa 3: Colocar 1 pote e retirar 3 potes	
2^a. vez	Etapa 1: Colocar 3 potes e retirar 1 pote	
	Etapa 2: Colocar 2 potes e retirar 2 potes	
	Etapa 3: Colocar 1 pote e retirar 2 potes	

Quadro 3.2 – Etapas em que a Atividade dos Feijões foi realizada

Cada gráfico construído foi dividido em três partes (figura 3.5) indagando-se os alunos sobre o que aconteceu com o conteúdo da garrafa em cada parte.

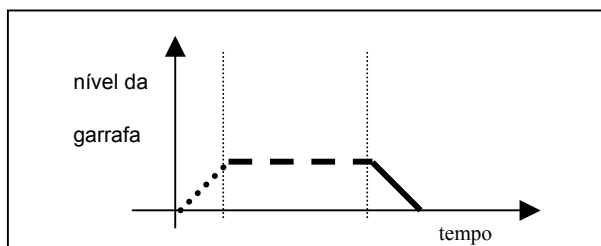


Figura 3.5 – Exemplo do gráfico construído na 1ª etapa da Atividade dos Feijões, dividido em 3 partes

As variações ocorridas no gráfico foram associadas à variação da quantidade de feijões na garrafa. Os alunos foram provocados a perceberem as diferenças existentes entre os dois gráficos.

- Habilidades Trabalhadas: Localizar e classificar variações em crescente, decrescente e constante.

3.5.2 História em Quadrinhos do Calvin

- Objetivo: A partir de uma situação dada em forma de texto, representá-la em forma gráfica.
- Descrição: Os alunos receberam uma história em quadrinhos do Calvin (pág. 146). Após a leitura, foi pedido para que eles verificassem quais eram os sentimentos do Calvin que estavam presentes na história. Em seguida, deveriam associá-los às variações ocorridas no decorrer dos quadrinhos. Para finalizar, um gráfico foi construído, representando as variações identificadas.
- Habilidades Trabalhadas: Identificar variáveis relevantes num contexto e interpretação do mesmo; classificar as variações em crescente, decrescente e constante.

3.5.3 Dinâmica Populacional das Abelhas

Esta atividade foi desenvolvida tendo como base o texto ‘Dinâmica Populacional’ (pág. 148), apresentado em Modelagem Matemática no Ensino (BIEMBENGUT & HEIN, 2000).

- **Objetivos:** A partir de um texto, modelar e representar graficamente o comportamento da população de uma colméia.
- **Descrição:** Um texto sobre o comportamento da população de uma colméia foi fornecido aos alunos. A atividade consistiu em analisar o que aconteceu à população nos períodos indicados, verificando se a população aumentou, diminuiu ou se manteve constante. De acordo com os dados fornecidos, existiam quatro fases: de 0 a 20 dias, onde a população diminuiu, de 21 a 40 dias, que a população aumentou, de 41 a 60 dias, que a população aumentou mais rápido e a última fase que é a partir de 60 dias, onde a população se manteve estabilizada. Após esta análise, os alunos construíram um gráfico representativo do comportamento da população de abelhas com o passar do tempo, de acordo com as fases identificadas anteriormente. A figura 3.6 apresenta o gráfico esperado.

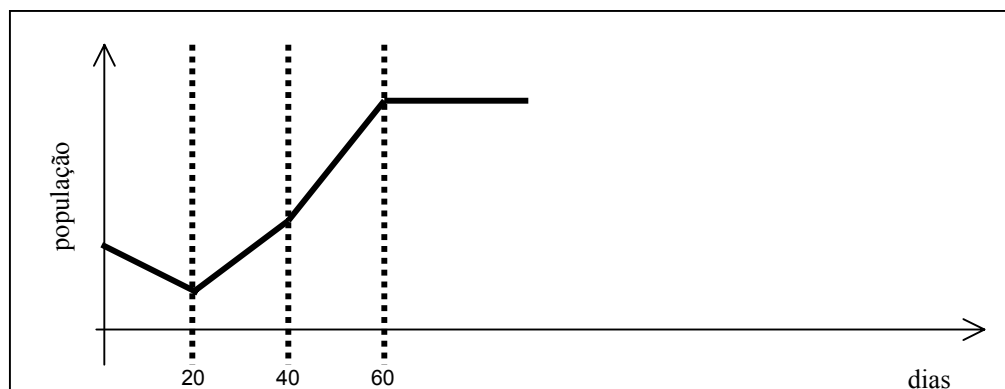


Figura 3.6 – Gráfico esperado ao final da Atividade da Dinâmica Populacional das Abelhas

A segunda parte desta atividade consistiu em trabalhar a situação inversa: a tarefa teve início com o gráfico pronto (figura 3.7). A primeira parte do gráfico correspondia a análise feita anteriormente (negrito), e a segunda parte, foi desenhada aleatoriamente, e foi pedido para que os alunos elaborassem uma história para a colméia compatível com a gráfico apresentado.

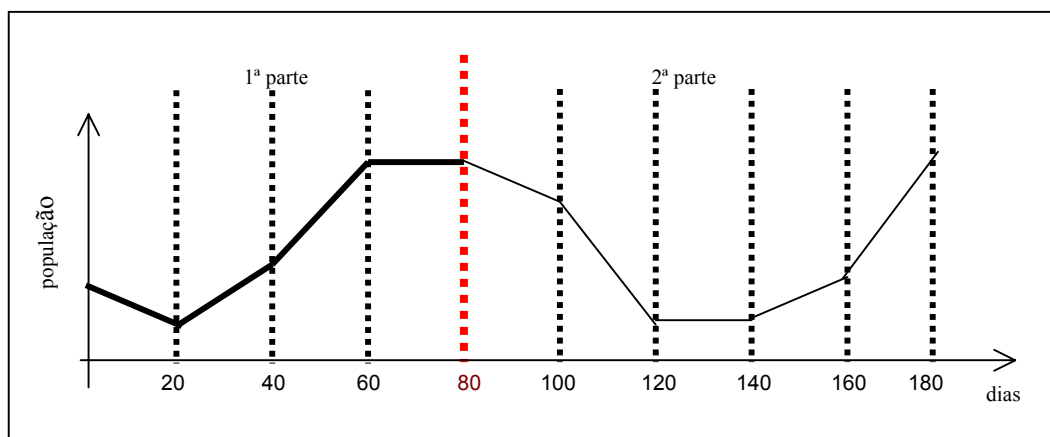


Figura 3.7 – Gráfico apresentado para a realização da 2ª parte da Atividade da Dinâmica Populacional das Abelhas

- Habilidades Trabalhadas: Dada uma situação problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens e vice-versa; modelar fenômenos; classificar as variações em crescimento, decrescimento e estabilidade (constante); localizar a maior ou a menor variação.

3.5.4 Revisita à Atividade dos Feijões no WLinkIt

- Objetivo: Apresentação da ferramenta de Modelagem Computacional WLinkIt, com auxílio da pesquisadora.
- Descrição: A atividade dos feijões realizada no encontro anterior foi refeita, só que desta vez utilizando o computador. A pesquisadora iniciou a atividade apresentando os recursos disponíveis na ferramenta e mostrou que o ambiente computacional é capaz de fazer os mesmos movimentos feitos no encontro anterior. Assim sendo, o modelo apresentado na figura 3.8 foi construído **pela pesquisadora**, e as simulações de colocar e retirar feijões foram feitas, observando o resultado gráfico.
- Habilidades Trabalhadas: Identificar variáveis relevantes de um experimento ou fenômeno e interpretação do mesmo; modelar fenômenos, por meio da simulação de situações, que se modificam em função de diferentes variáveis.

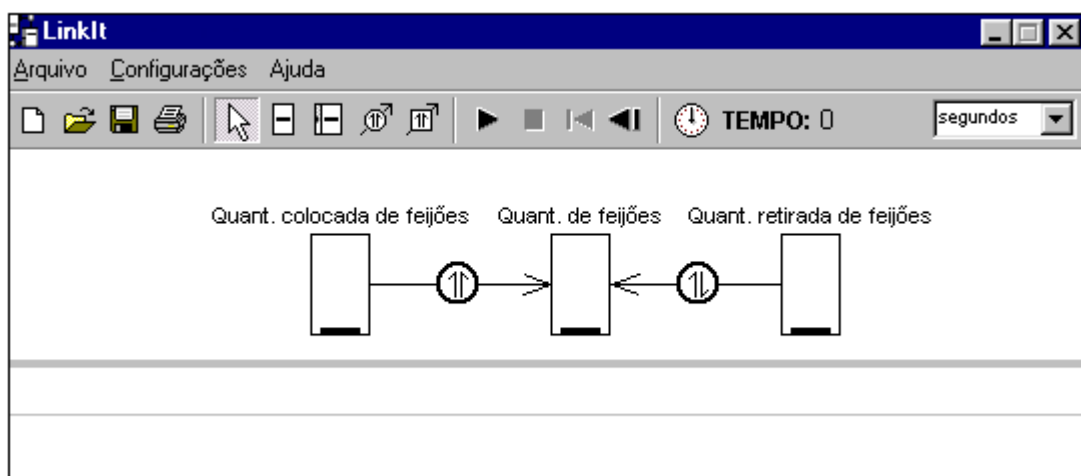


Figura 3.8 – Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Revisita a Atividade dos Feijões

3.5.5 Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas no WLinkIt

- **Objetivo:** Apresentação da ferramenta de Modelagem Computacional WLinkIt, com auxílio da pesquisadora.
- **Descrição:** A atividade da Dinâmica Populacional das Abelhas realizada no encontro anterior foi refeita, só que desta vez utilizando o computador. A pesquisadora iniciou a atividade apresentando os recursos disponíveis na ferramenta e mostrou que o ambiente computacional é capaz de fazer os mesmos movimentos feitos no encontro anterior. Assim sendo, o modelo apresentado na figura 3.9 foi construído **pela pesquisadora**, e as simulações das fases identificadas foram feitas, observando o resultado gráfico.
- **Habilidades Trabalhadas:** Identificar variáveis relevantes de um experimento ou fenômeno e interpretação do mesmo; modelar fenômenos, por meio da simulação de situações, que se modificam em função de diferentes variáveis.

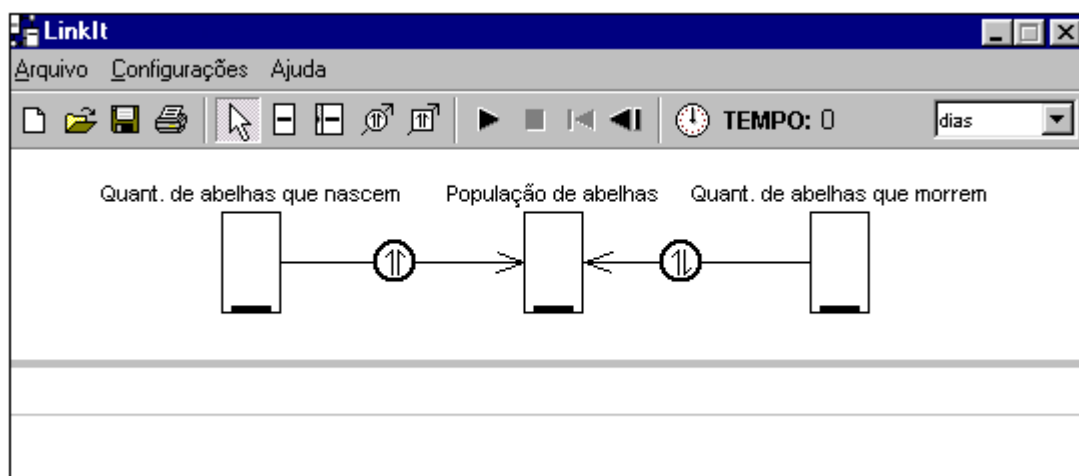


Figura 3.9 - Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Revisita a Dinâmica Populacional das Abelhas

3.5.6 Pequenos Textos para Modelagem

- Objetivo: Construir modelos representativos dos textos e fazer simulações. Através dos resultados obtidos, responder os questionamentos feitos.

a) Nível de Água de uma Banheira

- Descrição: Foi apresentado um texto sobre uma banheira sendo esta influenciada por uma torneira e por um ralo (pág. 151). Um modelo semelhante ao da figura 3.10 foi construído e simulado de acordo com as situações propostas. Após isso, um gráfico correspondente a estas situações foi construído no papel. Para finalizar, as simulações foram refeitas com a saída gráfica habilitada, e os alunos fizeram uma comparação entre o gráfico feito por eles e o gráfico feito pelo computador.
- Habilidades Trabalhadas: Identificar variáveis relevantes de um experimento ou fenômeno e interpretação do mesmo; dada uma situação problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens e vice-versa; modelar fenômenos, por meio da simulação de situações, que se modificam em função de diferentes variáveis; localizar e classificar as variações em crescimento, decrescimento e estabilidade.

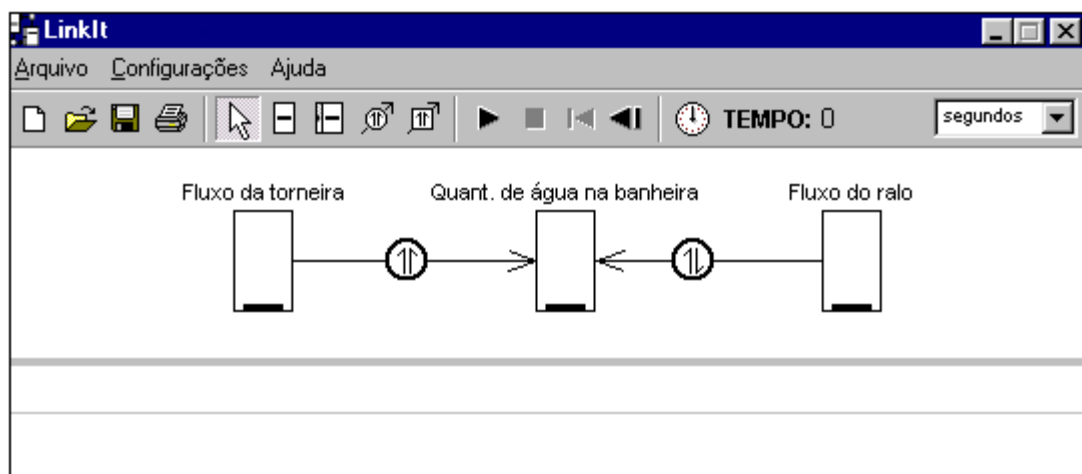


Figura 3.10 - Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Nível de Água de uma Banheira

b) Salário de um Vendedor

- **Objetivo:** Apresentar o relacionamento do tipo proporcional, enfocando a diferença entre este tipo de relacionamento e o do tipo Gradual.
- **Descrição:** Foi apresentado um texto relativo ao salário de um vendedor (pág. 151). Um modelo semelhante ao da figura 3.11 foi construído e simulado de acordo com as situações propostas.
- **Habilidades Trabalhadas:** Identificar variáveis relevantes de um experimento ou fenômeno e interpretação do mesmo; dada uma situação problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens e vice-versa; modelar fenômenos, por meio da simulação de situações, que se modificam em função de diferentes variáveis.

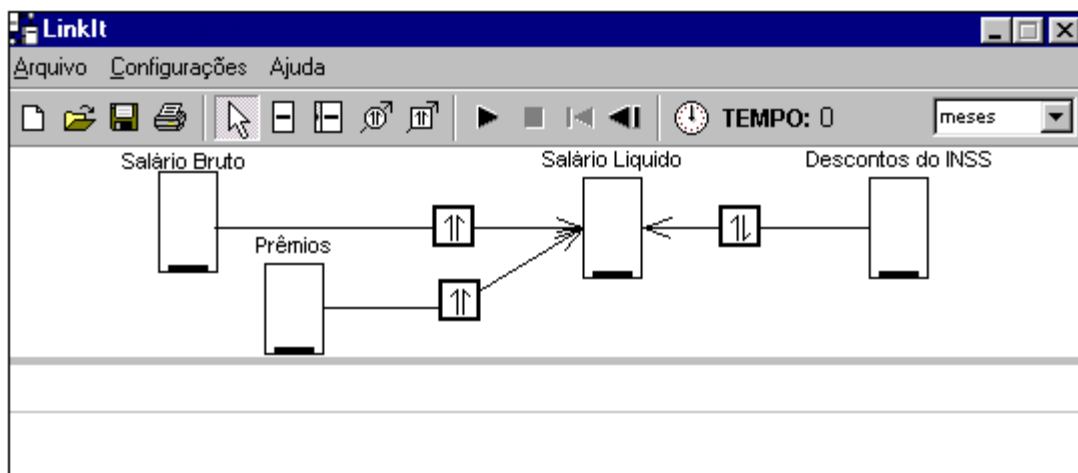


Figura 3.11 - Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Salário de um Vendedor

c) Seca no Nordeste

- Descrição: Foi apresentado um texto relativo ao problema da seca no Nordeste (pág. 151). Um modelo semelhante ao da figura 3.12 foi construído e simulado de acordo com a situação proposta.
- Habilidades Trabalhadas: Identificar variáveis relevantes de um experimento ou fenômeno e interpretação do mesmo; dada uma situação problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens e vice-versa; modelar fenômenos, por meio da simulação de situações, que se modificam em função de diferentes variáveis.

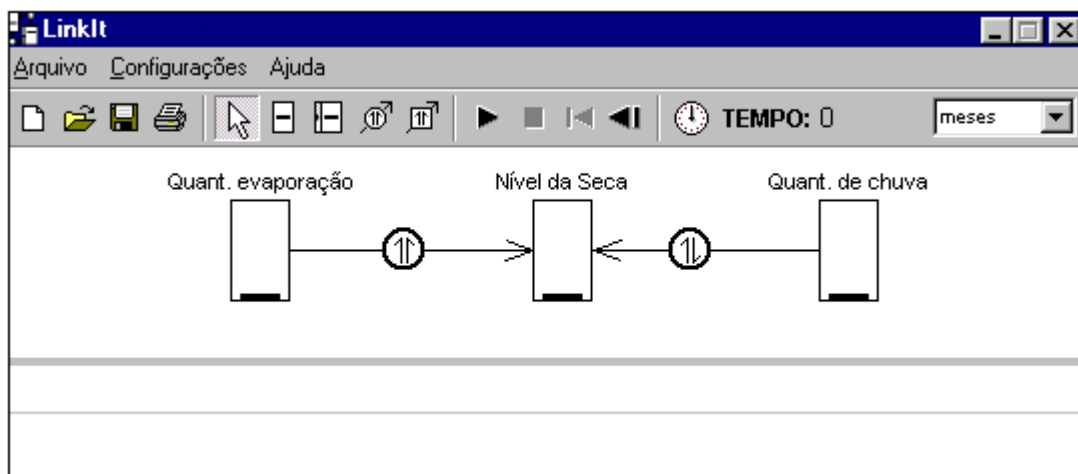


Figura 3.12 - Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Seca no Nordeste

d) Saneamento Básico

- Descrição: Foi apresentado um texto relativo aos problemas causados pela falta de saneamento básico (pág. 152). Um modelo semelhante ao da figura 3.13 foi construído e simulado de acordo com a situação proposta.
- Habilidades Trabalhadas: Identificar variáveis relevantes de um experimento ou fenômeno e interpretação do mesmo; dada uma situação problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens e vice-versa; modelar fenômenos, por meio da simulação de situações, que se modificam em função de diferentes variáveis.

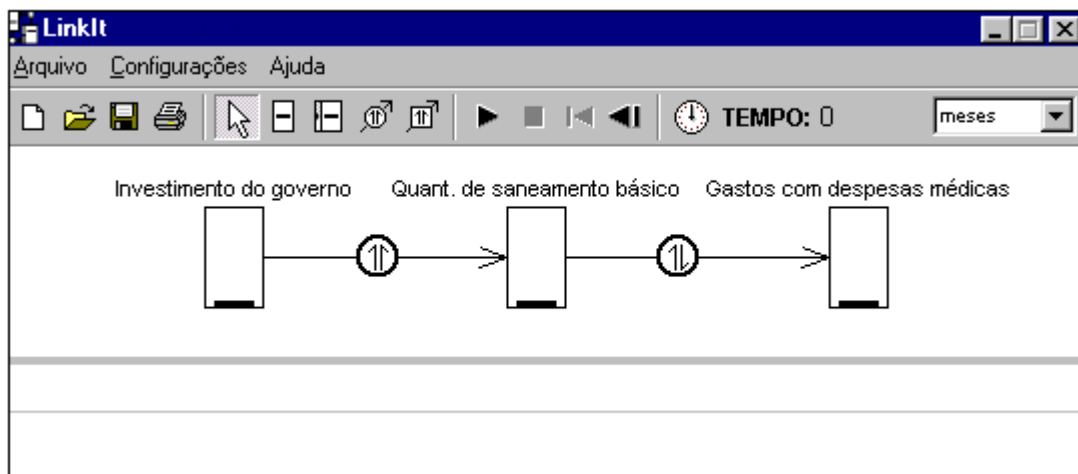


Figura 3.13 - Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Saneamento Básico

e) Fluxo de Carros num Estacionamento

- Descrição: Foi apresentado um texto relativo aos horários de funcionamento do estacionamento de um *shopping center* (pág. 152). Um modelo semelhante ao da figura 3.14 foi construído e simulado de acordo com as situações propostas. Após isso, um gráfico correspondente a estas situações foi desenhado no papel. Para finalizar, as simulações foram refeitas com a saída gráfica habilitada, e os alunos fizeram uma comparação entre o gráfico feito por eles e o gráfico feito pelo computador.
- Habilidades Trabalhadas: Identificar variáveis relevantes de um experimento ou fenômeno e interpretação do mesmo; dada uma situação problema, apresentada em uma linguagem de

determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens e vice-versa; modelar fenômenos, por meio da simulação de situações, que se modificam em função de diferentes variáveis; localizar e classificar as variações em crescimento, decrescimento e estabilidade; fazer extrapolações.

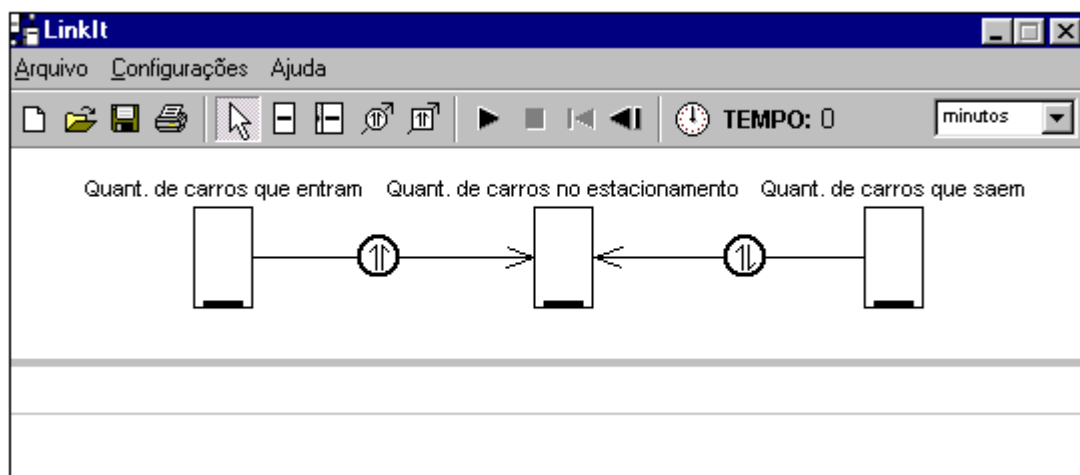


Figura 3.14 - Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento

3.5.7 Pares de Causa e Efeito

- **Objetivo:** Introduzir conjunto de símbolos com a finalidade de expressar idéias complexas em poucas palavras (KURTZ DOS SANTOS, 1995); representação e definição de pares de causa e efeito.
- **Descrição:** Várias frases foram apresentadas aos alunos, e foi pedido para que eles completassem as estruturas (pág. 153) com palavras que melhor representassem estas frases, colocando também a direção dos relacionamentos para definir a variável dependente. Algumas perguntas foram elaboradas a fim de verificar se as estruturas correspondiam às respostas dadas.
- **Habilidades Trabalhadas:** Identificar variáveis relevantes de um experimento ou fenômeno e interpretação do mesmo; relação de dependência entre as variáveis.

3.5.8 Desmatamento da Floresta Amazônica

- **Objetivo:** Construir modelo e gráfico representativo do texto e fazer simulações, e através dos resultados obtidos, responder os questionamentos feitos.
- **Descrição:** Nesta atividade os alunos já receberam um modelo, mas incompleto (figura 3.15). A partir da leitura de um texto (Floresta Amazônica, O GLOBO, 31/07/2003, pág. 155), foi solicitado que os alunos substituíssem os nomes das variáveis X e Y por outros nomes de variáveis identificadas no texto e que construíssem os relacionamentos. Foi explicado também que, se achassem conveniente, poderiam acrescentar outras variáveis e/ou relacionamentos. Após a elaboração do modelo, simulações de algumas situações foram propostas para a observação do comportamento da variável *Área Desmatada*. Terminadas as observações, um gráfico foi feito no papel representando estas simulações. Para verificar se este gráfico feito no papel estava compatível com as situações propostas, as simulações foram refeitas com a saída gráfica habilitada.
- **Habilidades Trabalhadas:** Identificar variáveis relevantes de um experimento ou fenômeno e interpretação do mesmo; dada uma situação problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens e vice-versa; modelar fenômenos, por meio da simulação de situações, que se modificam em função de diferentes variáveis; localizar e classificar as variações em crescimento, decrescimento e estabilidade; relação de dependência entre as variáveis.

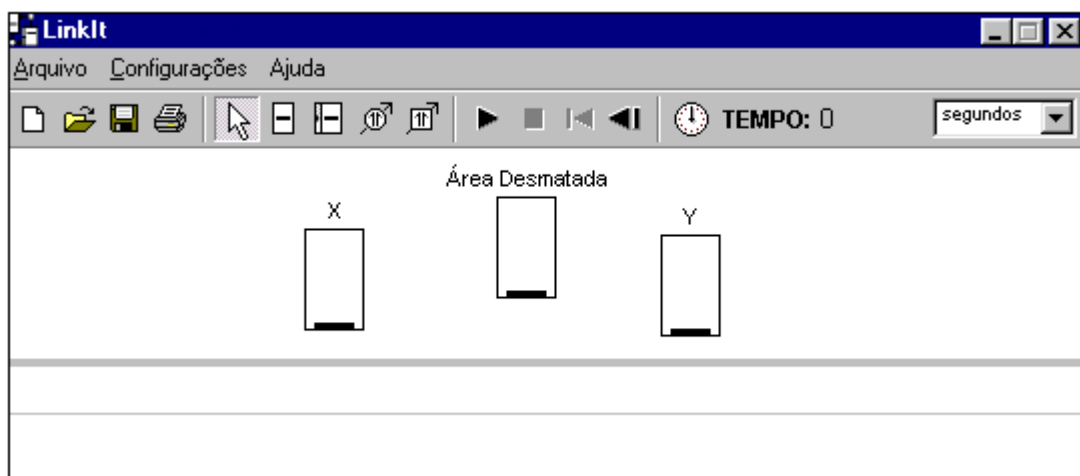


Figura 3.15 – Modelo apresentado para o início da Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

3.5.9 Campanha para o Desarmamento

- **Objetivo:** Dado um modelo completo, fazer simulações para percepção do assunto que este modelo representa e construir os gráficos correspondentes.
- **Descrição:** A atividade foi iniciada com o modelo apresentado na figura 3.16. Os alunos manipularam as variáveis e fizeram simulações, sempre observando o comportamento da variável *Mortes Violentas*. Foi questionado se eles seriam capazes de definir qual o assunto que o modelo estava representando. Num segundo momento, mostrou-se o modelo apresentado na figura 3.17, que é o modelo inicial acrescido de mais algumas variáveis e relacionamentos. Prosseguiu-se da mesma maneira, para que os alunos pudessem definir o assunto abordado. Terminada a discussão, os dois textos que serviram de base para a construção dos modelos foram apresentados (pág. 155) para que eles pudessem associar os modelos aos textos correspondentes.
- **Habilidades Trabalhadas:** Identificar variáveis relevantes de um experimento ou fenômeno e interpretação do mesmo; dada uma situação problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens e vice-versa; localizar e classificar as variações em crescimento, decrescimento e estabilidade.

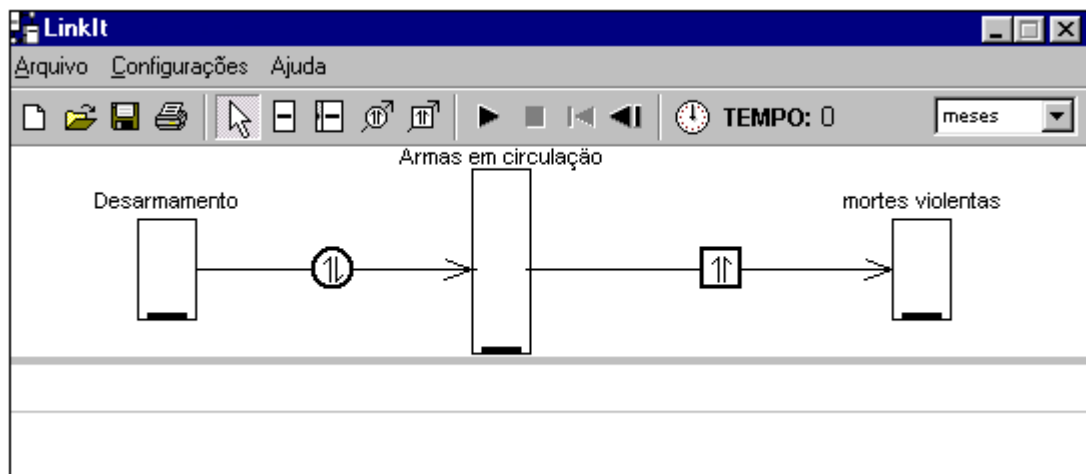


Figura 3.16 - Modelo apresentado para o início da Atividade Campanha para o Desarmamento

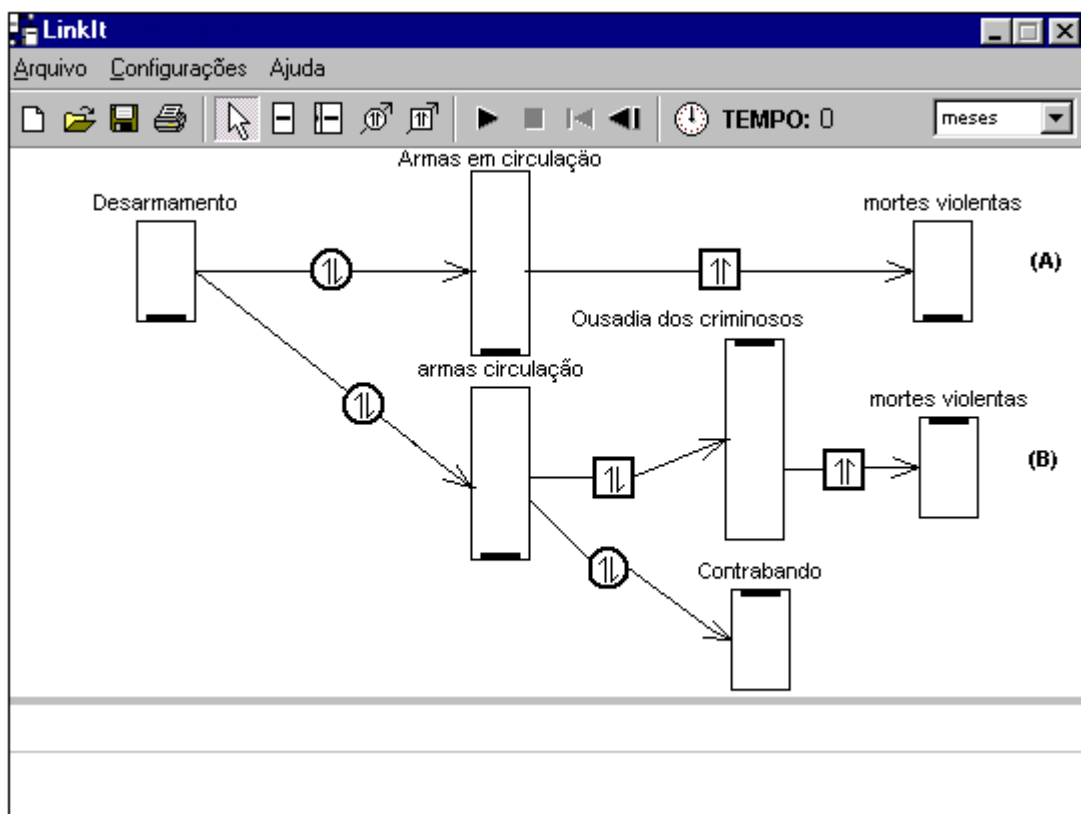


Figura 3.17 - Modelo apresentado para a 2ª parte da Atividade Campanha para o Desarmamento

Nos textos, o assunto abordado foi sobre desarmamento. Um dos textos apresentou a opinião de pessoas que são contra o porte de armas, alegando que quanto mais armas em circulação, maior o número de mortes violentas, representado pela figura 3.17 (A). O outro, mostrou a opinião de pessoas que são a favor do porte de armas, pois argumentam que se as pessoas andarem armadas, diminui a ousadia dos criminosos, diminuindo assim a quantidade de mortes violentas, representado pela figura 3.17 (B). A etapa seguinte foi solicitar que eles construíssem no papel o gráfico representativo do comportamento da variável *Mortes Violentas* nas duas vertentes de pensamento – a favor e contra o desarmamento, e levando-se em consideração se há desarmamento ou não em cada uma delas (representado pela linha pontilhada vertical). Dessa forma, era esperado que os alunos construíssem 4 gráficos num mesmo eixo cartesiano (figura 3.20), **mas para que fossem melhores explicados, neste momento foram divididos em duas partes:**

- I- Pessoas que são a favor do desarmamento, considerando-se com e sem desarmamento (figura 3.18)

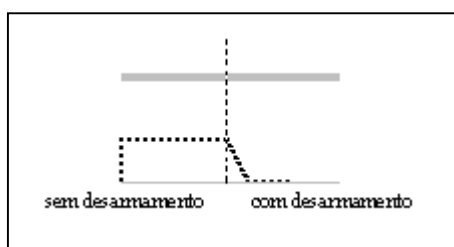


Figura 3.18 – Gráfico esperado representativo das pessoas que são a favor do desarmamento

- II- Pessoas que são contra o desarmamento, considerando-se com e sem desarmamento (figura3.19).

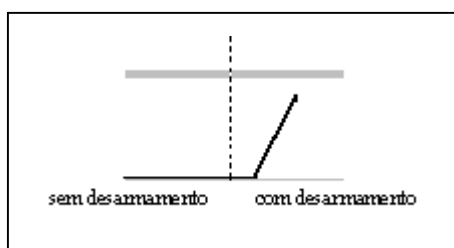


Figura 3.19 - Gráfico esperado representativo das pessoas que são contra o desarmamento

Sendo assim, sobrepondo-se os gráficos das figuras 3.18 e 3.19, obtém-se o gráfico desejado que os alunos construísem (figura 3.20). Após o gráfico pronto, as simulações foram refeitas com a saída gráfica habilitada¹⁰ para que os gráficos pudessem ser comparados.

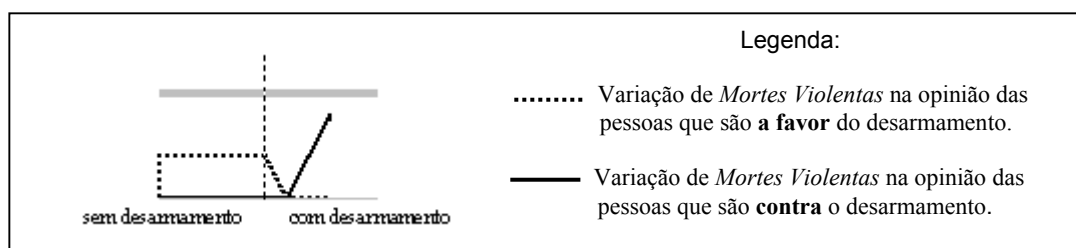


Figura 3.20 - Gráfico esperado representativo das duas vertentes de pensamento, considerando-se com e sem desarmamento

¹⁰ Para a construção simultânea dos gráficos, os alunos utilizaram o recurso de cores diferentes para as variáveis, oferecido pela ferramenta. No entanto, para facilitar a impressão, no momento fez-se uso de linhas pontilhada e contínua.

3.5.10 Modelo Pronto, mas sem conteúdo

- **Objetivo:** Elaborar uma história que apresente variáveis que se encaixem no modelo dado e que possuam os relacionamentos já construídos.
- **Descrição:** A atividade foi iniciada com a apresentação do modelo da figura 3.21. Foi pedido que os alunos elaborassem uma história, e substituíssem os nomes das variáveis X , Y , Z e W , por nomes de variáveis que fossem relevantes na história. Após as variáveis terem sido renomeadas, os alunos fizeram simulações representando os fatos narrados na história. Terminadas as simulações, eles construíram no papel um gráfico correspondente a estas simulações. Com o gráfico concluído, as simulações foram refeitas, com a saída gráfica habilitada para que os gráficos pudessem ser comparados.
- **Habilidades Trabalhadas:** Identificar variáveis relevantes de um experimento ou fenômeno e interpretação do mesmo; dada uma situação problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens e vice-versa; modelar fenômenos, por meio da simulação de situações, que se modificam em função de diferentes variáveis; localizar e classificar as variações em crescimento, decrescimento e estabilidade; relação de dependência entre as variáveis.

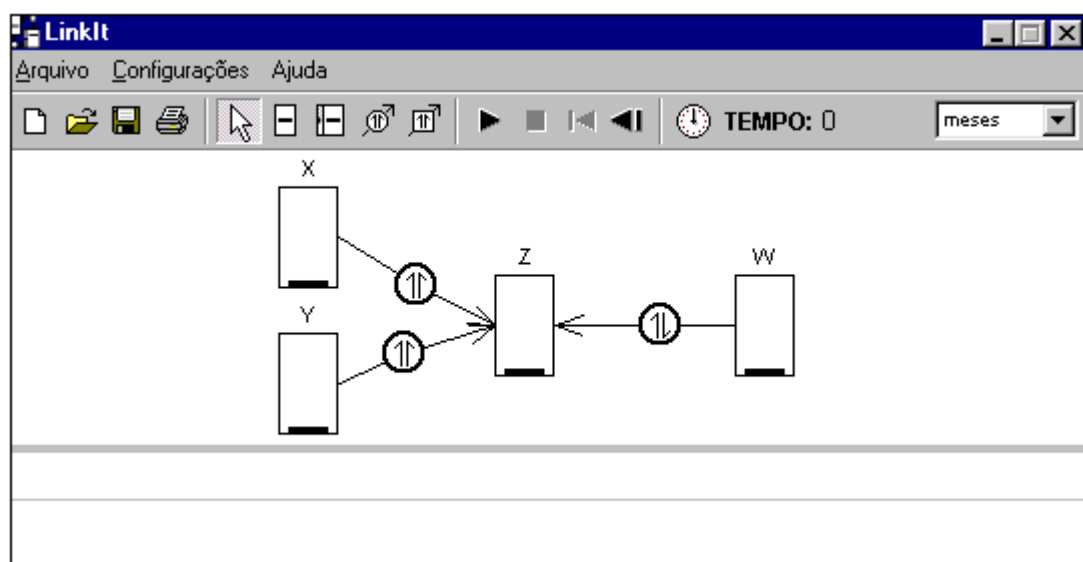


Figura 3.21 - Modelo apresentado para o início da Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo

3.5.11 Gráficos

- **Objetivo:** A partir de um gráfico, os alunos deverão ser capazes de elaborar um modelo que apresente comportamento correspondente ao gráfico dado.
- **Descrição:** Nesta atividade, cinco tipos diferentes de gráficos foram explorados, como apresentados na figura 3.22. Os gráficos foram desenhados no quadro e solicitado aos alunos que construíssem um modelo que apresentasse o mesmo comportamento dos gráficos, separadamente. Durante as simulações, a saída gráfica estava habilitada para que os alunos pudessem comparar se o resultado obtido estava satisfatório.

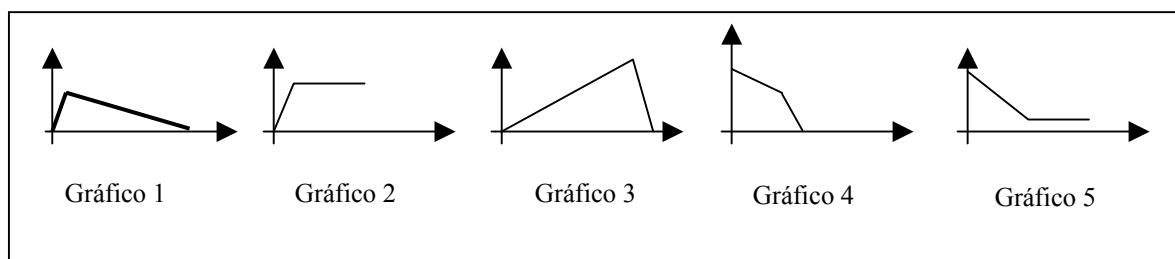


Figura 3.22 – Tipos de gráficos explorados na Atividade Gráficos

- **Habilidades Trabalhadas:** Dada uma situação problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens e vice-versa; modelar fenômenos, por meio da simulação de situações, que se modificam em função de diferentes variáveis; localizar e classificar as variações em crescimento, decrescimento e estabilidade; localizar maior e menor variação.

Capítulo 4

ANÁLISE DE DADOS

4.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a análise dos dados das atividades realizadas com as duplas descrita no capítulo anterior. Esta análise foi desenvolvida a partir dos registros feitos em fitas cassetes, do material elaborado pelos estudantes no papel e no computador e do arquivo de *Log* gerado automaticamente pela versão do WLinkIt utilizado durante o desenvolvimento das atividades.

Os diálogos entre os alunos de cada dupla foram transcritos e, posteriormente, foi feita a análise de cada dupla separadamente. O Apêndice B apresenta um exemplar da transcrição dos diálogos da dupla 3 e no Apêndice C consta a análise dos dados desta mesma dupla. A seguir, buscou-se fazer uma análise mostrando o comportamento das duplas em cada atividade, com o objetivo de obter indícios para responder às questões levantadas no capítulo 2. Dessa forma, buscou-se focar aspectos que pudessem abranger essas questões de uma forma mais ampla, tendo sido considerados:

- Localização e classificação de variações;
- Construção de gráficos no papel;
- Interpretação de gráficos.

4.2- ANÁLISE DOS DADOS

Para que fosse possível delinear o comportamento das duplas nas atividades, a análise dos dados foi feita separadamente para cada atividade que abordou construção e interpretação de gráficos, assim como a localização e classificação das variações (atividades 1, 2, 3, 4, 5, 6a, 6e, 8, 9 e 10, de acordo com a figura 3.3). De acordo com o que foi apresentado no capítulo anterior, outras atividades foram propostas, além das citadas a seguir, mas com o intuito de desenvolver algumas habilidades necessárias para o manuseio da ferramenta. Dessa forma, para o desenvolvimento desse estudo, julgou-se não ser relevante o detalhamento de tais atividades (atividades 6b, 6c, 6d e 7, de acordo com a figura 3.3).

4.2.1 – Localização e Classificação de Variações

Durante o desenvolvimento das atividades apresentadas no primeiro dia, observou-se que as duplas foram capazes de diferenciar e classificar as variações em crescente, decrescente e constante, nos gráficos já construídos e nos textos apresentados. Porém, alguns alunos tiveram dificuldades em representar graficamente essas variações em algumas das atividades. Nos encontros seguintes, foi possível notar que apresentaram maior desenvoltura para a construção dos gráficos. Esse fato pode ser percebido no detalhamento das atividades apresentadas a seguir.

- Atividade Prática com Feijões (Dias 1 e 2, Atividades 1 e 4, pág. 58 e 62)

Durante o desenvolvimento desta atividade, observou-se que os alunos iniciaram a construção do gráfico utilizando o material prático de acordo com os procedimentos delineados no início da atividade (capítulo 3). As duplas não apresentaram dificuldades em relacionar o desenho do gráfico com a variação da quantidade de feijões no interior da garrafa.

No momento em que as tiras de papel estavam sendo retiradas para que o gráfico pudesse ser construído, o aluno A1 foi descrevendo o que estava acontecendo: “*O gráfico vai subir... aí ele fica estabilizado e depois diminui*”. Esta descrição foi feita adequadamente nas duas vezes em que os gráficos foram construídos (figura 4.1).

Nos dois gráficos da figura 4.1 (A e B), os alunos descreveram como sendo dividido em três partes: crescente (parte 1), estável (parte 2) e decrescente (parte 3). Observaram que, as partes 1 e

2 ficaram iguais nas figuras A e B, mas a parte 3, apesar de ser decrescente nos dois gráficos, apresentou inclinações diferentes. A justificativa para tal fato pode ser percebida na passagem apresentada a seguir ocorrida após os dois gráficos estarem construídos:

Prof: Essa aqui – figura 4.1 (A) parte 3 – é uma reta decrescente?

A7: É.

Prof: Essa aqui – figura 4.1 (B) parte 3 – é uma reta decrescente?

Todos: É.

Prof: Existe alguma diferença entre essas duas retas decrescentes?

A8: A segunda está maior (referindo-se a figura 4.1 (B) parte 3)

A6: Porque é a que demorou mais.

A4: Porque retirava menos.

Prof: Se retirava menos...

A6: Estava diminuindo mais devagar.

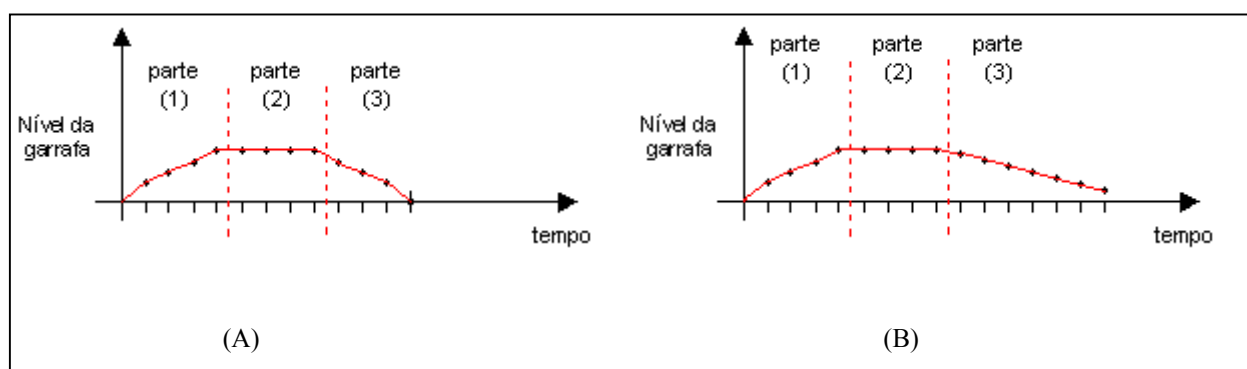


Figura 4.1 – Gráficos construídos no quadro na Atividade Prática com Feijões

Cabe ainda ressaltar que, nessa atividade, os alunos não tiveram problemas na construção dos gráficos, pois foram construídos com auxílio de barras que representavam a quantidade de feijões na garrafa, diferentemente das atividades seguintes, onde eles traçavam diretamente o gráfico de linhas.

- História em Quadrinhos do Calvin (Dia 1, Atividade 2, pág. 60 e 146)

As duplas iniciaram essa atividade com a leitura da história em quadrinhos, ao terminar, passaram para a etapa seguinte que apresentava algumas perguntas sobre a história. Durante a elaboração das respostas, os alunos determinaram que seria feita uma análise do sentimento de medo que Calvin apresentou. O aluno A5 sugeriu que também poderia ser analisado o sentimento de coragem, mas resolveu analisar o mesmo sentimento que os outros alunos, o medo. Foi pedido para que eles fizessem um gráfico que representasse a variação deste sentimento de medo durante a história.

As duplas 1 e 3 foram capazes de reconhecer e representar as variações ocorridas, mas não conseguiram diferenciar maior ou menor variação. Ao serem solicitados para explicarem os gráficos construídos, a dupla 3 descreveu o gráfico da figura 4.2 da seguinte forma:

A6: Até o terceiro quadrinho, ele estava com medo, porque em primeiro lugar o pai dele olhou embaixo da cama mas não olhou no armário, então ele já ficou com medo. Só aí, quando o pai dele foi embora, ele falou com esse bichinho que está do lado dele, aí o medo dele estava estável. Aí, quando ele viu o monstro, apesar dele estar com medo, ele teve coragem de atirar no monstro, então o medo dele diminuiu. Depois ele viu o pai e diminuiu também.

É possível perceber na primeira frase que a dupla justificou o gráfico ter começado fora da origem, pois Calvin já estava com medo, mas a reta decrescente não foi explicada, pois em momento algum a dupla disse que o medo estava diminuindo. A dupla também foi capaz de representar e explicar o período em que o medo ficou estável. Porém no intervalo de 6 a 8 os alunos representaram corretamente o medo diminuindo com retas decrescentes, mas com inclinações diferentes e não foram capazes de justificar tal fato.

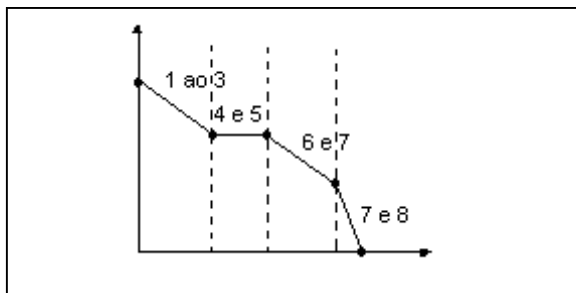


Figura 4.2 – Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas

As duplas 2 e 4 foram capazes de reconhecer e representar intervalos de crescimento e decrescimento, mas o mesmo não ocorreu com o intervalo estável. A seguir será apresentado um trecho da justificativa dada pela dupla 2 relativa ao gráfico da figura 4.3 (A).

A4: No quarto quadrinho, o pai dele não quis ver se tinha monstro no armário. E aí no cinco e no seis ele começou a ficar com mais medo.

A passagem descrita acima foi representada com uma reta constante, em vez de uma reta crescente. A dupla 4 iniciou a explicação do gráfico dizendo que “no 1º, 2º 3º e 4º quadrinhos ele sentia medo, mas um medo estável”, e a representação gráfica foi feita com retas crescentes com inclinações diferentes e uma reta constante (figura 4.3 - B).

Dessa forma pode-se observar que somente duas duplas foram capazes de representar corretamente as retas crescente, decrescente e constante. Porém, nenhuma delas comentou a diferença entre maior ou menor inclinação. É possível que isto tenha ocorrido devido ao fato dos alunos terem se detido somente na leitura pontual do gráfico, não fazendo uma leitura global e não pensaram em termos da velocidade em que o nível do medo estava subindo ou descendo (taxa de variação), conforme descrito no item 2.4.2.

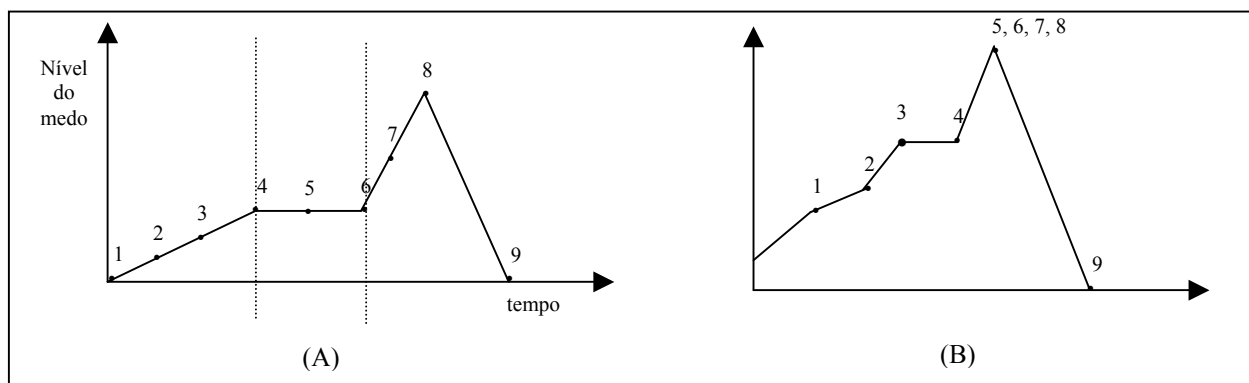


Figura 4.3 - Gráficos construídos no papel pelas duplas 2 (gráfico A) e 4 (gráfico B) na Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas

- Dinâmica Populacional das Abelhas (Dias 1 e 2 , Atividades 3 e 5, pág. 61, 63 e 143)

As duplas iniciaram essa atividade com a leitura de um texto e, posteriormente, uma sequência de perguntas foi feita, objetivando fazer uma análise do comportamento da população de abelhas de

uma determinada colméia (vide apêndice A). Os alunos fizeram juntos esta análise, mas cada dupla construiu seu gráfico.

Inicialmente foi necessário o auxílio da pesquisadora para que os alunos pudessem responder as questões, pois apresentaram um pouco de dificuldade na interpretação da atividade, conforme é apresentado a seguir:

Prof: O que vocês acham que vai acontecer com a população de abelhas nesses primeiros 20 dias?

A7: Vai crescer.

Prof: Vai crescer?

A8: Não, vai diminuir.

Prof: Por que?

A8: Porque a rainha vai botar os ovos, só que até eles nascerem já vai ter dado 20 dias, e até lá as outras abelhas vão morrendo, porque elas têm vida só de 40 dias e elas já tinham nascido.

A7: Concordo.

Prof: Alguém tem outra opinião?

A5: Depende de quantas abelhas tem lá dentro.

Prof: Por mais que a abelha coloque ovos, eles demoram 21 dias para nascer. No primeiro dia ela colocou 2 mil ovos.

A7: Mas não chega a falir a colméia.

Prof: Então como fica a primeira resposta?

Todos os alunos: A população diminui.

A partir do momento que entenderam os dados fornecidos pelo texto, começaram a responder as perguntas. Através das respostas dadas no questionário (vide Apêndice B), foi possível perceber que as duplas compreenderam qual seria o comportamento da colméia em cada período selecionado. Respostas do tipo “a população aumenta porque nascem 2.000 abelhas e só morrem 250”, “a população diminui” ou “a população se mantém na mesma quantidade” apareceram adequadamente nas questões, indicando que fizeram a análise dos dados corretamente. No entanto, quando foi pedido para que representassem essa análise graficamente, os alunos apresentaram dificuldades, pois o gráfico desenhado não foi condizente com a análise feita

anteriormente, ficando, portanto, diferente do gráfico esperado (ver capítulo 3, fig. 3.6). A única exceção foi a dupla 4, que será comentada mais adiante.

Esta dificuldade em representar graficamente o comportamento da população de abelhas pode ser verificada na passagem descrita a seguir. No decorrer da análise foi possível perceber que as duplas dividiram o período analisado em 4 fases, conforme as respostas escritas no questionário.

A5: Diminuiu, aumentou, aumentou e se manteve.

As três duplas descreveram corretamente as 4 fases, mas representaram conforme é mostrado na figura 4.4 :

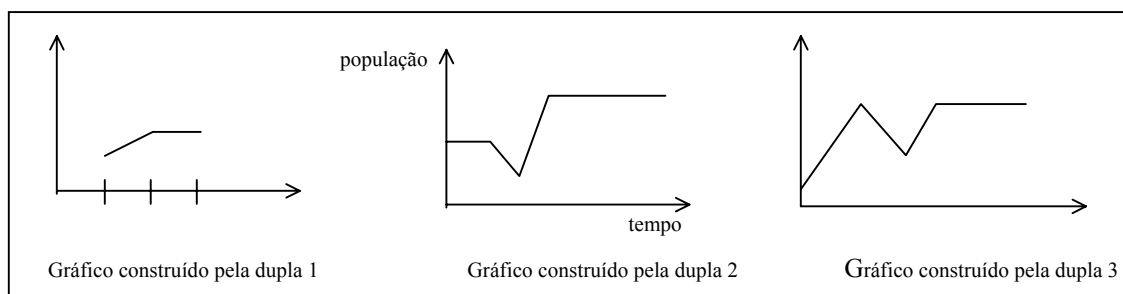


Figura 4.4 – Gráficos construídos no papel por algumas duplas na Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas

De acordo com a análise feita, o gráfico deveria ter começado com uma reta decrescente, mas a dupla 1 iniciou com uma reta crescente e deixou um espaço em branco no início do gráfico que será comentado no item 4.2.2, a dupla 2 iniciou com uma reta constante e a dupla 3 com uma reta crescente. A dupla 2 diferenciou os dois períodos em que a população seria crescente, mas não apresentou esta diferença graficamente.

A dupla 4, assim como as outras duplas, também dividiu o período em 4 fases. Os estudantes responderam que *“inicialmente a população diminui, na segunda e terceira fase a população aumenta e na quarta fase a população fica constante”*. Observou-se que os alunos desta dupla não mencionaram qualquer diferença entre a segunda e terceira fase, mas na representação gráfica (figura 4.5), foi possível verificar que utilizaram inclinações diferentes para as retas crescentes, e todos os períodos foram representados de acordo com a análise feita.

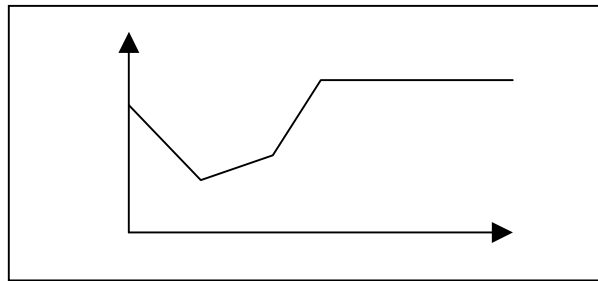


Figura 4.5 - Gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas

No segundo encontro, um modelo foi construído com o auxílio da pesquisadora, para que fossem feitas simulações do ciclo de vida das abelhas. Fez-se uso da saída gráfica para que os alunos observassem qual seria o gráfico esperado e, assim, comparassem com o que eles haviam feito no encontro anterior. Todas as duplas construíram um modelo utilizando 3 variáveis e 2 relacionamentos. O único diferencial foi o nome dado às variáveis, mas todos com o mesmo significado. A figura 4.6 apresenta o modelo construído pela dupla 2.

No momento em que o gráfico terminou de ser construído pelo computador, as duplas não apresentaram dificuldades em perceber as diferenças existentes entre este gráfico e o que foi construído por eles no papel. Nenhum dos alunos questionou a veracidade do gráfico apresentado na tela do computador. As duplas 1 e 2 disseram que os gráficos feitos no papel estavam errados e interpretaram o gráfico feito na tela corretamente, como pode ser percebido no trecho do diálogo a seguir:

A1: Começou assim porque... Acho que me “embolei”, porque era para ter diminuído ao invés de aumentado. Vai começar descendo porque a população está diminuindo.

A2: Depois vai aumentar, porque nasciam 2000 abelhas e morriam 250.

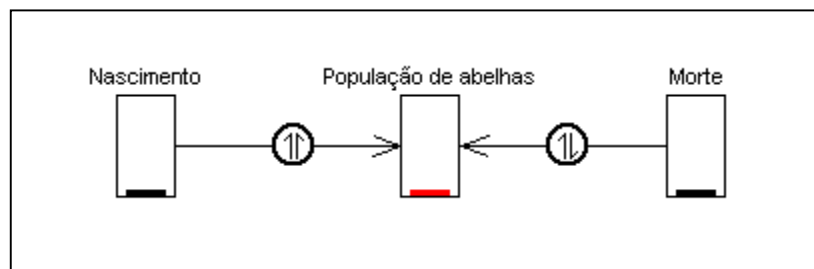


Figura 4.6 – Modelo construído pela dupla 2 para representar a Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas

Os integrantes da dupla 3 também perceberam as diferenças, entretanto não consideraram o gráfico feito no papel (figura 4.4) como sendo errado – criaram uma nova história para justificar essas diferenças:

A6: O meu só nascia, nascia, nascia. Aí a maior parte morreu. Aí nasceu de novo e ficou estável.

A dupla 4 considerou que o gráfico feito por eles estava correto, não apontando qualquer diferença.

As evidências acima descritas apontam no sentido de que os alunos não apresentaram dificuldades em identificar as variações ocorridas nos gráficos já construídos, mas a fase de construção não ocorreu com a mesma facilidade. As duplas 1, 2 e 3 mostraram dificuldades para começar o gráfico, não pelo fato dele ter início fora da origem – que todos perceberam, mas talvez por ser inicialmente decrescente, diferentemente das outras atividades, que começavam com retas crescentes. Uma situação parecida com essa ocorreu na atividade anterior com a dupla 3, que desenhou a primeira parte do gráfico como sendo decrescente, porém não justificou.

- Nível de Água de uma Banheira (Dia 2, Atividade 6a, pág. 64 e 151)

As duplas iniciaram esta atividade construindo um modelo para representar o texto apresentado. Para isso, as variáveis consideradas foram *banheira* e *torneira*, e o relacionamento entre elas foi definido pelo aluno A1 como sendo “*a torneira influencia a banheira*”. Dessa forma, a primeira versão do modelo é apresentada na figura 4.7.

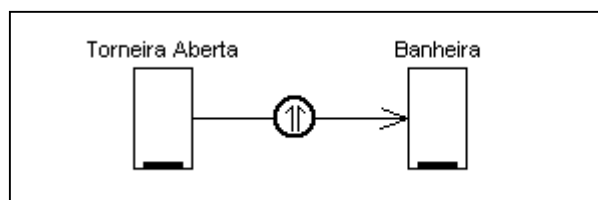


Figura 4.7 – 1ª parte do Modelo construído pelas duplas na Atividade Nível de Água de uma Banheira

Antes que as duplas iniciassem a simulação, questionou-se como seria o comportamento do modelo, então eles disseram que *banheira* deveria aumentar. Iniciaram a simulação e verificaram que o modelo estava de acordo com o que esperavam. Prosseguiram com a leitura do texto e constatarem a necessidade de inserir mais uma variável, que chamaram de *ralo*, e um

relacionamento definido por A1 como sendo “o ralo influencia a banheira”. Sendo assim, o modelo foi modificado e ficou como mostrado na figura 4.8.

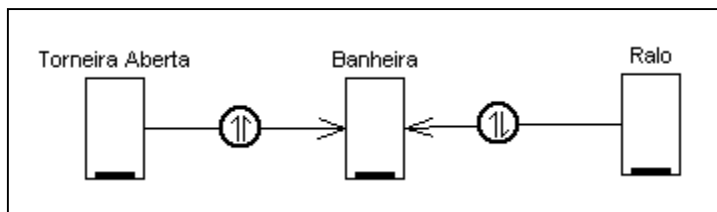


Figura 4.8 – 2ª parte do Modelo construído pelas duplas na Atividade Nível de Água de uma Banheira

Após a modificação, as duplas foram questionadas sobre como seria o comportamento do nível de água na banheira. A dupla 2 não soube responder e as outras concluíram conforme é exemplificado a seguir:

Prof: Como é que vocês acham que vai ficar agora o comportamento do nível da banheira?

A7 e A8: Vai subir um pouquinho.

A8: Só que mais devagar.

Reiniciaram a simulação e verificaram que o modelo estava de acordo com o que eles esperavam. No decorrer da última etapa da simulação, observaram que a barra de nível de *banheira* desceu. Terminada a simulação, foi pedido para as duplas construírem no papel o gráfico correspondente ao nível de água na banheira proposto nas situações acima. O gráfico apresentado na figura 4.9 foi construído pela dupla 4 após a discussão apresentada a seguir:

A7: Estava no zero porque não tinha nada.

A8: E depois vai subir.

Prof: Agora, coloca-se o ralo, só que ele escoar menos que a torneira.

A8: Então sobe, só que sobe mais lentamente.

Prof: Então é mais deitado ou mais em pé?

A8: Sobe lentamente então... Mais deitado.

Prof: Agora, o ralo escoar mais rápido que a torneira.

A8: Então vai diminuindo.

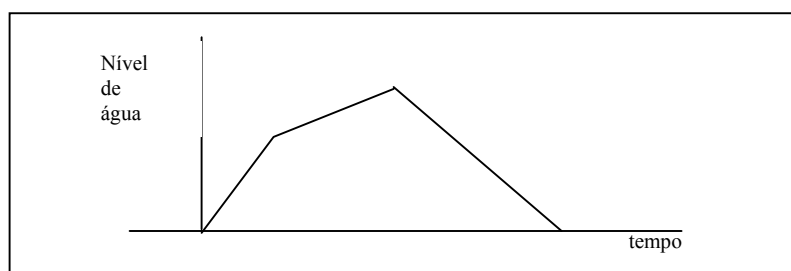


Figura 4.9 – Gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Nível de Água de uma Banheira

Todas as outras duplas construíram gráficos semelhantes ao da dupla 4. Duas duplas explicaram o comportamento do gráfico através de legenda e as outras duas explicaram textualmente. Para finalizar a atividade, a simulação foi repetida, só que desta vez utilizando a saída gráfica. As duplas ficaram satisfeitas com o resultado obtido, pois, ao comparar os dois gráficos, verificaram que estavam bem parecidos.

Nessa atividade, os alunos mostraram que perceberam a diferença entre as inclinações das retas crescentes, associando-as à velocidade em que o nível da água aumentava. É possível perceber que as duplas descreveram o gráfico de forma dinâmica, conforme é apresentado no diálogo a seguir:

Prof: Como é que vocês acham que vai ficar o gráfico no início?

A4: Aumenta.

Prof: E depois?

A4: Vai continuar aumentando, só que mais devagar.

Prof: E como é que representamos “mais devagar” no gráfico?

A3: Mais deitado.

Ao introduzirem a variável *ralo*, foi perguntado:

Prof: O que vocês acham que vai acontecer com a banheira?

A8: A banheira vai diminuindo lentamente.

Ainda nesse diálogo, foi possível observar indícios de que as duplas fizeram também uma leitura mais global do gráfico, fazendo uso de termos como “vai diminuindo” ou “continuar aumentando”, não se detendo somente a determinados pontos como em momentos anteriores, nos quais fizeram leituras do tipo “a população aumenta” ou “o medo dele diminuiu”.

- Fluxo de Carros num Estacionamento (Dia 3, Atividade 6e, pág. 67 e 152)

As duplas iniciaram essa atividade construindo um modelo para representar o texto apresentado. Para isso, as variáveis consideradas foram *estacionamento*, *entrada* e *saída*, e os relacionamentos foram determinados conforme mostrado na figura 4.10. Os estudantes não apresentaram dificuldades para construir o modelo.

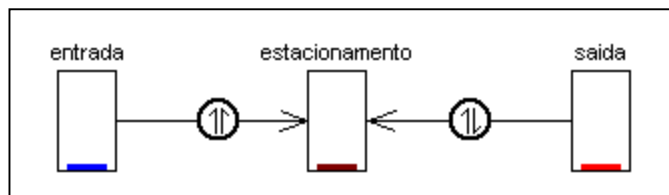


Figura 4.10 – Modelo construído pelas duplas para a Atividade Nível de Carros num Estacionamento

Antes de iniciarem a simulação, foi perguntado se seriam capazes de responder ao questionamento colocado no final do texto, ou seja, se todos os carros sairiam do estacionamento dentro do horário determinado. Os alunos disseram não ter certeza da resposta, com exceção do aluno A5, que foi o único que respondeu com certeza, dizendo que:

A5: Não, porque tem uma hora a mais para entrar do que para sair, então entram muito mais carros do que saem.

A cada situação proposta pelo texto, as duplas foram solicitadas a descrever o comportamento do modelo antes de efetuarem a simulação e, posteriormente, realizaram a simulação para verificar se o modelo se comportava como o esperado por eles. Todas as duplas manipularam com destreza a barra de níveis das variáveis e obtiveram o resultado desejado. Após a simulação de todas as etapas, as duplas perceberam que a barra de nível de *estacionamento* não estava no zero, concluindo assim que não sairiam todos os carros do estacionamento, conforme é apresentado a seguir:

A2: Não vai dar tempo de sair todo mundo.

A4: É porque ficou menos tempo para a saída do que para a entrada.

A7: Ainda vai ficar carro no estacionamento.

Terminada a simulação, foi pedido para as duplas construírem no papel o gráfico correspondente à quantidade de carros no estacionamento, de acordo com situações descritas anteriormente. As

duplas 1, 3 e 4 não apresentaram dificuldades para iniciar a tarefa, mas para a dupla 2 foi necessária a ajuda da pesquisadora, de modo a instigar a percepção das etapas ocorridas durante a simulação. A seguir é apresentado um trecho do diálogo ocorrido entre a pesquisadora e os alunos dessa dupla:

Prof: Durante as duas primeiras horas, o que aconteceu com o número de carros no estacionamento?

A4: Aumentou.

Prof: E depois nas seis horas seguintes, o que aconteceu?

A3: Ficou a mesma coisa.

A4: Constante.

Prof: E depois na hora seguinte?

A3: Diminuiu, só que não esvaziou.

Todos os gráficos construídos foram similares ao mostrado na figura 4.11 (A), que foi feito pela dupla 3. Observou-se que gráfico elaborado pela dupla 1 (figura 4.11 B) não foi iniciado no ponto esperado e, tal fato será comentado no item 4.2.2.

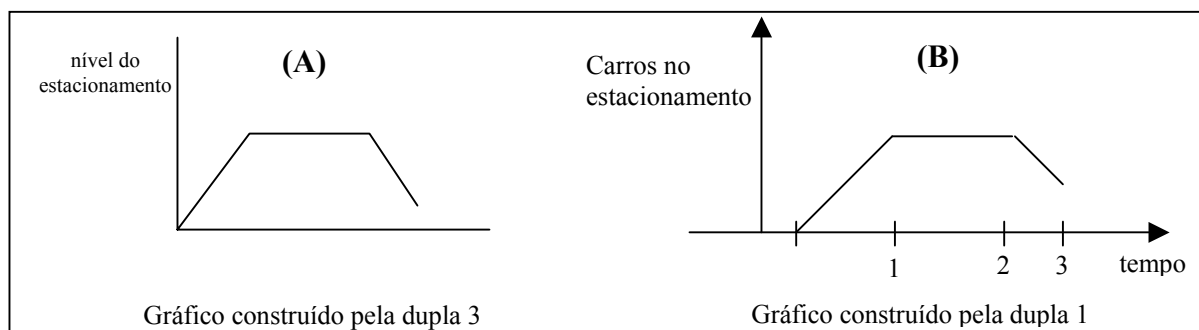


Figura 4.11 – Gráfico construído no papel na Atividade Nível de Carros num Estacionamento

Para finalizar a atividade, a simulação foi repetida, só que dessa vez, utilizando a saída gráfica. A dupla 1, inicialmente, não percebeu diferença entre os gráficos, achando-os bastante parecidos. Porém, depois de questionada sobre a origem do gráfico, verificou que estavam diferentes e corrigiu oralmente (ver item 4.2.2), não achando necessário construir outro gráfico. As duplas 2 e 4 comentaram que os gráficos ficaram parecidos, mas acharam que a reta crescente ficou um pouco diferente, como apresentado na passagem a seguir:

Prof: Existem diferenças entre os gráficos?

A8: É que esta reta aqui (reta crescente), no nosso está mais em pé, e essa está mais deitada.

Prof: Então qual dos dois indica que os carros estão entrando mais rápido?

A7 e A8: O nosso.

A dupla 3 considerou que os gráficos ficaram bastante semelhantes e avaliaram o resultado como correto. No entanto, as retas crescente e decrescente do gráfico feito no computador apresentaram inclinações diferentes das que foram feitas no papel. Quando questionados sobre essas diferenças, foi possível perceber que os alunos não haviam compreendido ainda a relação existente entre a inclinação da reta e a velocidade de crescimento (taxa de variação), conforme descrito no item 2.4.2. No decorrer do diálogo, o aluno A6 mudou de idéia e divergiu do aluno A5, mostrando firmeza nas suas afirmações. O motivo pelo qual inicialmente o aluno A6 concordou com A5, pode ter sido ocasionado pelo fato de A5 ter demonstrado nas atividades anteriores facilidade para desenvolvê-las, com respostas corretas. Dessa forma, pode ser que A6 estivesse considerando as respostas de A5 como parâmetros.

A seguir será apresentado o diálogo ocorrido no momento em que foi feita uma comparação entre o gráfico construído por eles no papel (figura 4.11 A) e o gráfico construído no computador (figura 4.12):

Prof: O de vocês eu acho que está um pouco mais em pé que o do computador, a parte da entrada.

A5: Está.

Prof: E o que isso significa?

A5: Que entrou mais carro.

Prof: E a saída? Ali (no computador) também está mais deitado.

A5: Saiu mais carro.

A6: Saiu mais rápido.

Prof: Mais deitado saiu mais rápido? Quem saiu mais rápido? O de lá (do computador) ou o daqui (do papel)?

A5 e A6: O de lá (do computador).

A5: Quanto mais deitado mais rápido. Se você vai assim (inclinou a mão a quase 90°) demora muito mais que se você for assim (deitou um pouco a mão).

A6: *Depende.*

Prof: *Você também concorda com isso, Bárbara?*

A6: *Não.*

Prof: *O que você acha?*

A6: *Se for assim (mostrou a mão mais deitada) está indo devagar e se for assim (mostrou a mão mais em pé) está indo bem mais rápido.*

A5: *Não, se você está com um carro 1.0 você não consegue subir a ladeira.*

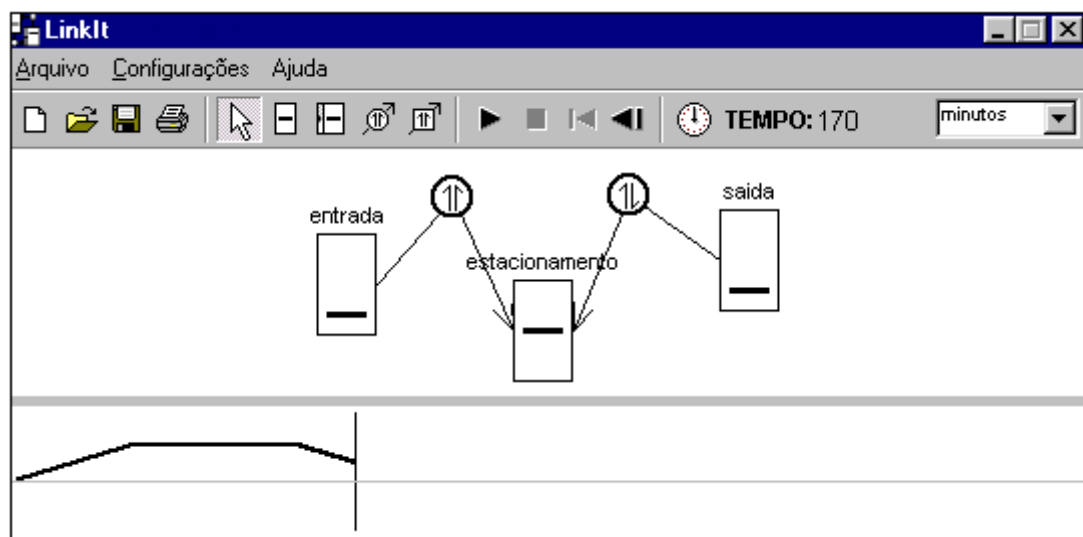


Figura 4.12 – Gráfico construído pela dupla 3 no computador relativo a Atividade Nível de Carros num Estacionamento

Essa é uma confusão semelhante à que foi descrita por Tinoco (1998), quando diz que é freqüente, nos gráficos distância x tempo, os alunos interpretarem a linha do gráfico como sendo a trajetória percorrida.

Com o objetivo de esclarecer esse pensamento errôneo do aluno, uma outra situação foi colocada para que ele pudesse fazer uma comparação. Dois modelos foram construídos pela pesquisadora (figura 4.13) e algumas perguntas foram feitas antes de se dar início a simulação.

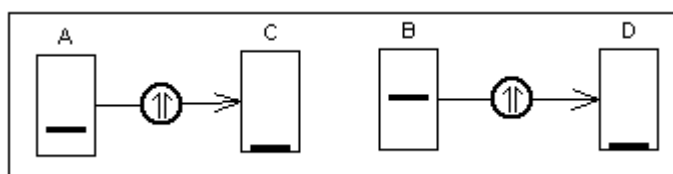


Figura 4.13 - Modelos construídos pela pesquisadora para esclarecer a dúvida do aluno A5

Prof: Quem vocês acham que vai encher mais rápido?

A5 e A6: B.

Prof: B não vai encher, nem A.

A5 e A6: D.

Prof: Imaginem que sejam duas banheiras: C e D. Vocês disseram que D vai encher mais rápido, então o gráfico de D vai ficar mais em pé ou mais deitado que C?

A6: Mais em pé o D e esse aqui (o C) mais deitado.

A primeira resposta dada pela dupla (B encheria mais rápido) pode ter sido dada pelo fato dos alunos interpretarem que B enche D mais rápido, e não que o nível da variável B iria mudar. Foi possível fazer essa observação através da segunda resposta dada, na qual a dupla não apresentou dúvidas. Quando questionados sobre a inclinação das retas dos gráficos correspondentes às variáveis C e D, o aluno A5 não respondeu, indicando que ainda não tinha certeza da resposta. Dessa forma, a simulação foi iniciada com a saída gráfica habilitada¹¹ para que pudessem comparar os gráficos, que eram construídos ao mesmo tempo em que observavam a barra de nível das variáveis C e D. O resultado é apresentado na figura 4.14.

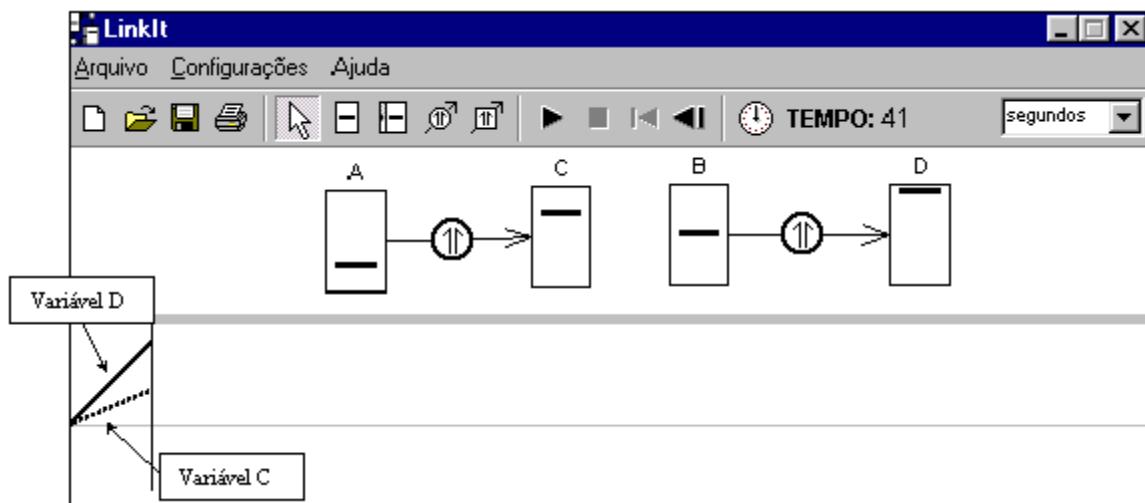


Figura 4.14 – Gráfico construído no computador durante a simulação para esclarecer a dúvida do aluno A5

¹¹ Foram utilizadas cores diferentes para as variáveis C e D. Sendo assim, os gráficos construídos na figura 4.14 apresentaram cores distintas, facilitando a associação as variáveis. Mas para facilitar a impressão, fez-se uso de linhas pontilhada e contínua.

Terminada a simulação, os alunos puderam observar a barra de nível de D mais alto que C, verificando que D encheu mais que C, num mesmo espaço de tempo. Após os gráficos construídos, a pesquisadora chamou atenção para as inclinações das retas, mostrando que a reta relativa à variável D estava com uma inclinação maior que a reta relativa a variável C. Sendo assim, o aluno A5 disse ter compreendido o significado da inclinação da reta.

Posteriormente, ao analisar os dados dessa tarefa, percebeu-se que a confusão apresentada pelo aluno A5 parece ter sido em relação à diferença de inclinação no decrescimento e, o exemplo elaborado para explicar essa diferença foi feito em relação ao crescimento. Um outro fator que não pode ser desconsiderado é que a noção de decrescimento não é tão intuitiva quanto a de crescimento (SAMPAIO, 2004¹²). Como essa atividade foi encerrada nesse ponto, não é possível afirmar que o estudante tenha realmente esclarecido sua dúvida.

- Desmatamento da Floresta Amazônica (Dia 3, Atividade 8, pág. 69 e 155)

As duplas iniciaram essa atividade com a leitura de um texto sobre o desmatamento da Floresta Amazônica, logo após, completaram o modelo fornecido para representar o texto (capítulo 3, figura 3.15). Observou-se que os alunos não apresentaram dificuldades em associar as variáveis identificadas no texto com as variáveis existentes no modelo, como mostra o diálogo a seguir:

A1: *Aqui tinha que ser o desmatamento que cresce...* (indicando a variável X)

A2: *Destruição.*

A1: *É, destruição, e o outro reconstrói, não é?* (indicando a variável Y)

A2: *É.*

A1: *Põe combate.*

As duplas 2 e 4 acrescentaram mais variáveis no modelo e a dupla 3 alterou o nome da variável *Área Desmatada* para *Floresta Amazônica*. Dessa forma, o modelo construído por essa dupla apresentou comportamento contrário ao das outras duplas, mas com o mesmo significado, ou seja, o texto alertava para o fato da área desmatada estar aumentando, e a dupla 3 representou como sendo a Floresta Amazônica diminuindo. A seguir, são apresentados os modelos construídos pelas duplas com o valor inicial de cada variável (figura 4.15). Antes de iniciarem a

¹² Conversa pessoal discutindo o tema intervalos de crescimento e decrescimento.

simulação, as duplas discutiram sobre como deveria ser o comportamento do modelo e concluíram que *área desmatada* deveria iniciar com algum valor e aumentar no decorrer da simulação, com exceção da dupla 4, que iniciou *área desmatada* no zero. Da mesma forma, a dupla 3 concluiu que floresta amazônica deveria diminuir. Todos os alunos manipularam os valores das variáveis que influenciavam *área desmatada* (e *floresta amazônica*) com facilidade, de maneira a obter os resultados desejados.

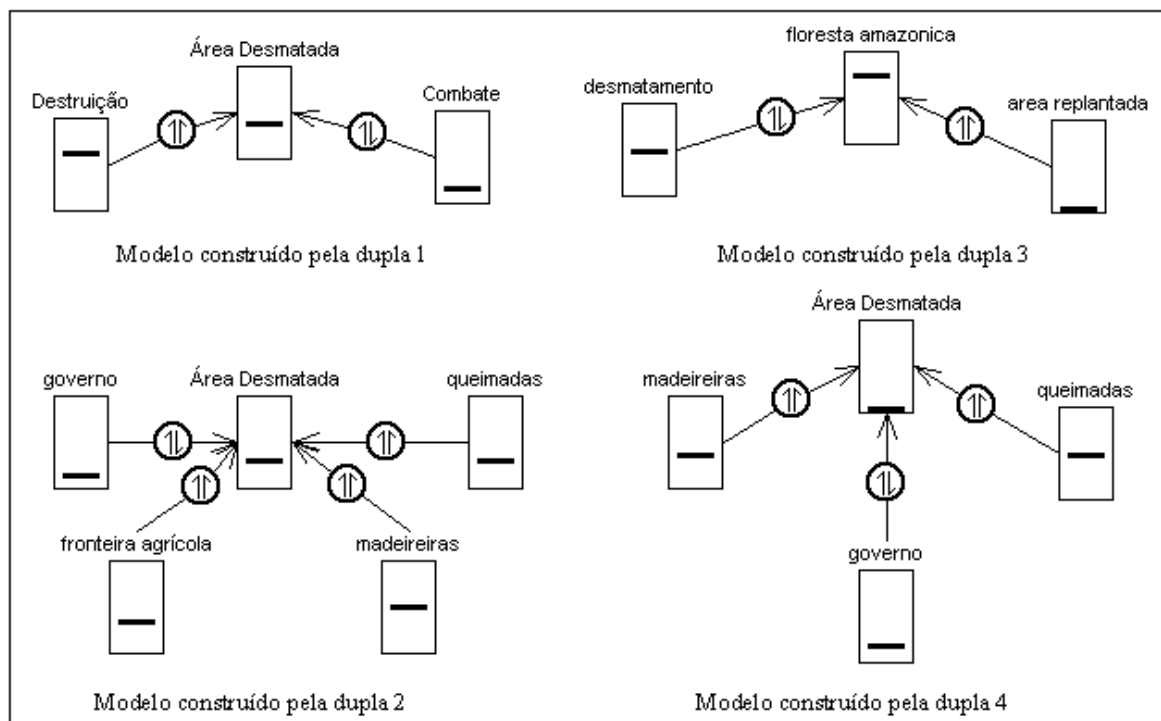


Figura 4.15 – Modelos construídos pelas duplas para a Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

Após as simulações, foi pedido para que os alunos construíssem no papel um gráfico que representasse o comportamento de *área desmatada* (e *floresta amazônica*) compatível com as situações ocorridas nas simulações. Todas as duplas utilizaram corretamente retas crescentes e decrescentes, fazendo uso de inclinações diferentes. Assim como na atividade anterior, a dupla 1 iniciou o gráfico num ponto inadequado, conforme é mostrado na figura 4.16. Quando foram solicitados a explicar o motivo pelo qual o gráfico iniciou naquele ponto, a dupla não respondeu, mas construiu outro gráfico, que é apresentado na figura 4.17. Esse fato será discutido no item 4.2.2.

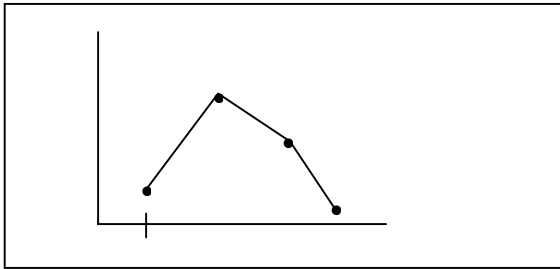


Figura 4.16 – 1ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 1 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

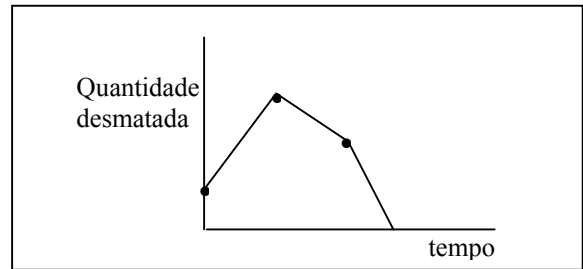


Figura 4.17 – 2ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 1 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

Em seguida, foi pedido para que explicassem o significado do gráfico.

A1: Ela (área desmatada) começa daqui. Ai ela vai subir.

Prof: Então o governo combateu um pouco (repetindo a história criada por elas).

A1: Ai ela vai descer um pouquinho.

A2: Depois a população se conscientizou e então vai descer mais ainda.

Quando terminaram de construir o gráfico, a simulação foi repetida, só que desta vez utilizando a saída gráfica. Ao comparar o gráfico feito pelo computador (figura 4.18) com o feito no papel (figura 4.17), a dupla considerou que os gráficos ficaram diferentes. Justificaram corretamente a diferença dizendo que deveriam ter colocado o nível de combate mais alto para que resultasse numa reta decrescente. Da maneira que colocaram, o nível de *destruição* ainda estava maior que *combate*, por isso ainda estava crescendo.

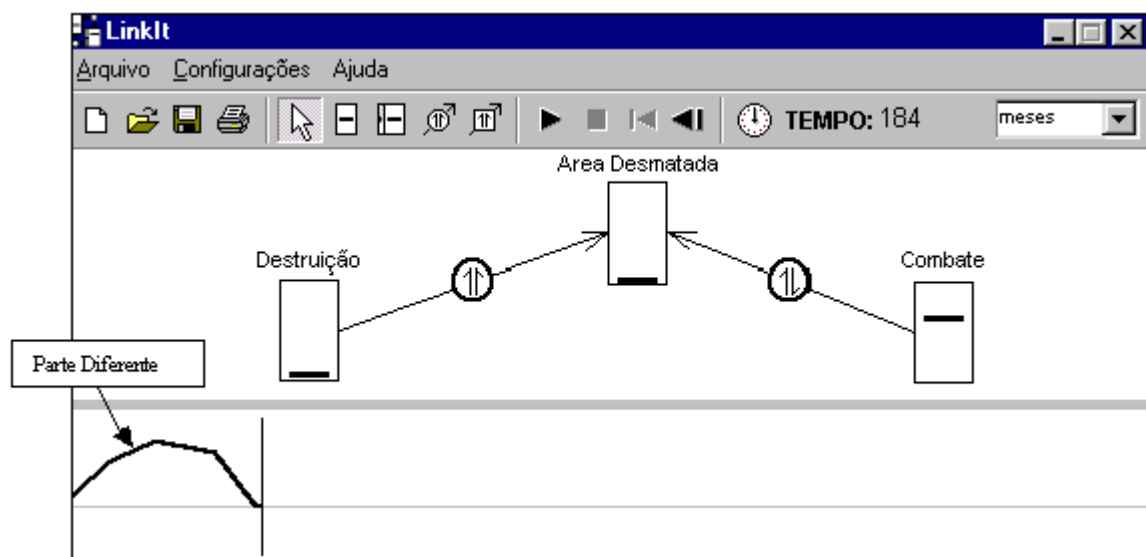


Figura 4.18 – Gráfico construído no computador pela dupla 1 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

A dupla 2 construiu no papel o gráfico apresentado na figura 4.19. Os alunos explicaram o gráfico dizendo que inicialmente o governo investiu pouco no combate ao desmatamento, mas após 10 meses, resolveu investir mais.

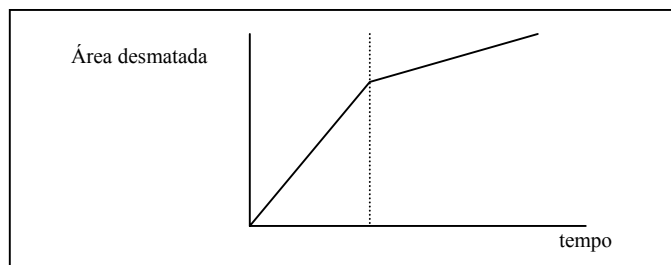


Figura 4.19 - Gráfico construído no papel pela dupla 2 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

A linha pontilhada foi sugerida para dividir os 2 períodos do governo: o primeiro, foi caracterizado por haver menos investimento ao combate e o segundo, um combate mais eficaz. Foi pedido para que a dupla explicasse o significado do gráfico. O aluno A4 disse que área desmatada estava subindo, mas na segunda parte do gráfico estava “*subindo mais devagar*”. Ao terminarem de construir o gráfico, a simulação foi repetida, só que desta vez utilizando a saída gráfica. Comparando o gráfico feito pelo computador (figura 4.20) com o feito no papel (figura 4.19) foi possível perceber que os gráficos tiveram origem em pontos diferentes, mas a dupla não percebeu qualquer diferença.

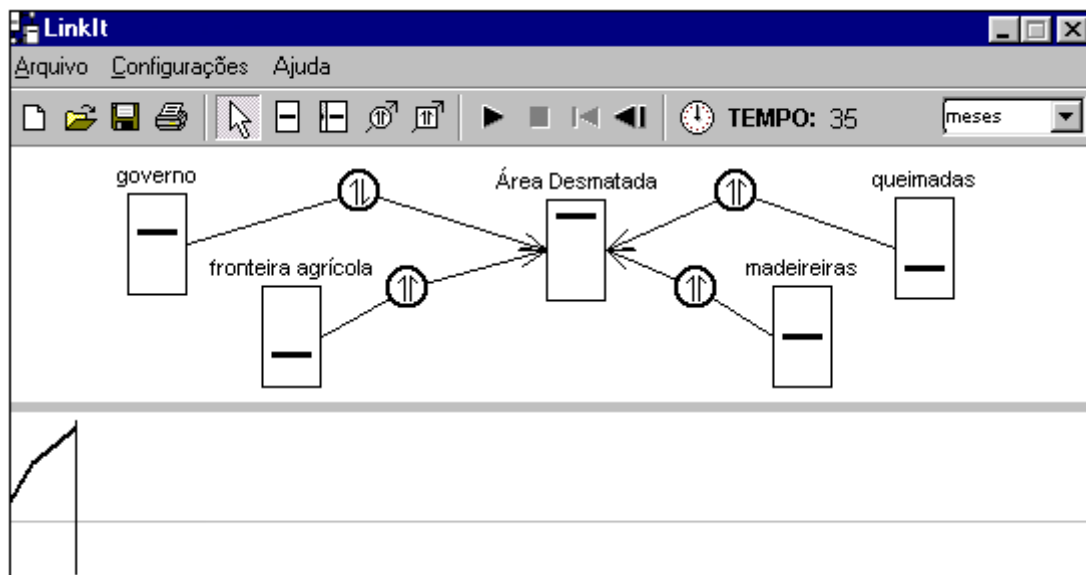


Figura 4.20 – Gráfico construído pela dupla 2 no computador na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

A dupla 3 construiu no papel o gráfico apresentado na figura 4.21, juntamente com a legenda. A discussão abaixo mostra como a dupla descreveu o comportamento do gráfico.

A5: Tem que começar sem ser do zero, porque já tinha árvore e vai descendo.

A6: Devagar ou rápido?

A5: Devagar.

Prof: E depois, o que aconteceu?

A5: O desmatamento diminuiu e ficou mais devagar ainda.

Prof: E depois?

A5: Depois subiu, porque a área replantada estava maior que o desmatamento.

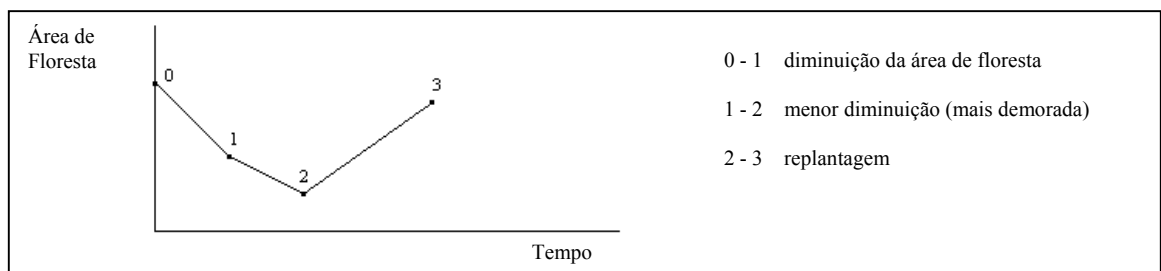


Figura 4.21 – Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

Terminada a construção do gráfico, a simulação foi repetida, só que desta vez utilizando a saída gráfica. A construção inicial do modelo foi como o apresentado a seguir (figura 4.22).

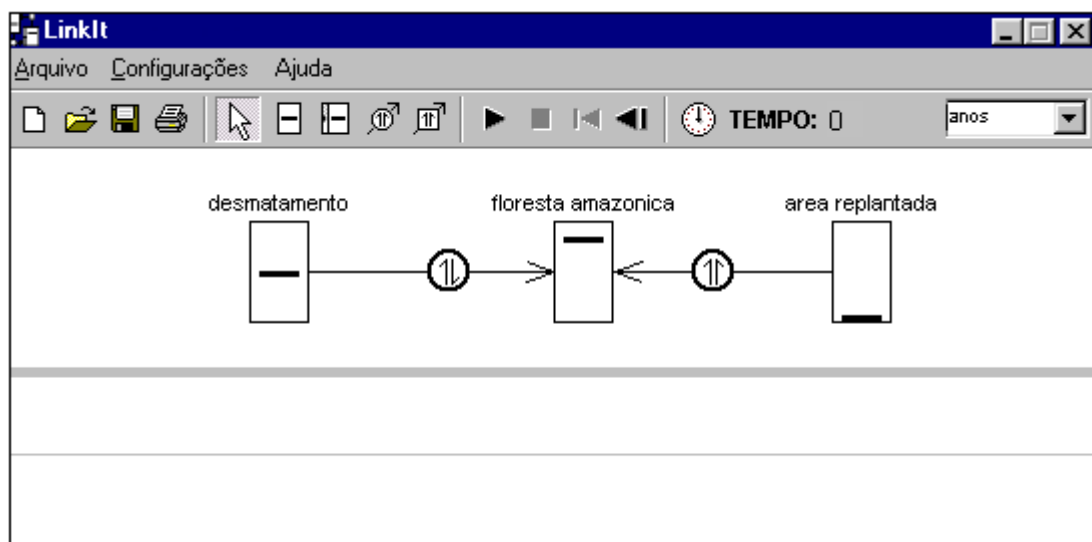


Figura 4.22 – 1ª versão do modelo construído pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica (antes da simulação)

Simularam esse modelo e obtiveram uma reta decrescente. Posteriormente, aumentaram um pouco a barra de nível de *área replantada*, resultando numa reta ainda decrescente, mas com uma inclinação menor e, para finalizar, colocaram a barra de nível de *desmatamento* no zero, construindo assim a reta crescente. Sendo assim, ao comparar o gráfico feito pelo computador com o feito no papel os alunos não apontaram qualquer diferença, julgando-os bastante semelhantes, logo, considerando o resultado satisfatório.

A dupla 4 construiu no papel o gráfico mostrado na figura 4.23, juntamente com a legenda. A discussão dos alunos durante a elaboração do gráfico, juntamente com a descrição do comportamento desse gráfico, serão exibidos abaixo:

Prof: A primeira situação era assim: o governo investindo pouquinho, com bastante atividade madeireira e queimada.

A7: Sobe rápido.

Prof: Agora o governo resolveu investir um pouco mais, e o resto continua do mesmo jeito. O que acontece com a área desmatada?

A7: Vai diminuir.

A8: Não, vai aumentar, só que lentamente.

A7: É mesmo.

Prof: Agora acabou o período das queimadas.

A7: Vai descer devagar.

A8: Vai descer muito lentamente.

Prof: Agora o governo resolveu investir um pouco mais e combateu um pouco as atividades madeireiras.

A7: Vai mais rápido.

A8: Vai diminuir rapidamente.

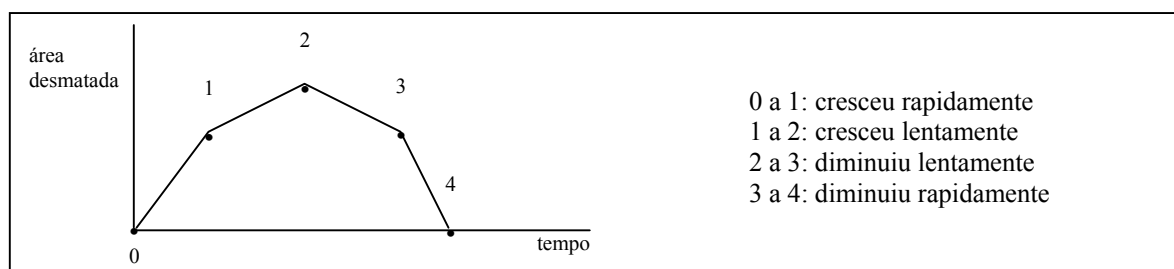


Figura 4.23 - Gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

Assim como as outras duplas, repetiram a simulação com a saída gráfica habilitada e compararam os gráficos. Disseram não haver diferenças e ficaram satisfeitos com o resultado.

Nessa atividade foi possível perceber que os alunos diferenciaram as inclinações das retas com destreza, inclusive a dupla 3 que, na atividade anterior, mostrou estar confusa em relação a este tópico. Os alunos fizeram uma leitura global do gráfico, descrevendo o que aconteceu em cada intervalo, e as duplas 3 e 4 fizeram também uma leitura pontual, marcando os pontos em que ocorreram alterações nos gráficos.

- Campanha para o Desarmamento (Dia 4, Atividade 9, pág. 70 e 155)

A atividade proposta foi iniciada com um modelo sobre o desarmamento que eles já receberam pronto (capítulo 3, figura 3.16), com objetivo de fazer uma análise desse modelo e a elaboração de um gráfico que pudesse representar o comportamento da variável *mortes violentas*, primeiramente, não havendo desarmamento; posteriormente, havendo desarmamento. No decorrer da análise, as duplas executaram várias simulações até perceberem o que o modelo estava representando. Foi possível perceber que, inicialmente, as duplas não observavam o modelo como um todo, mas cada variável separadamente. A partir do momento que todas as variáveis já tinham sido observadas é que eles analisaram o modelo inteiro. Sendo assim, foi necessário simular o modelo mais de uma vez. Na passagem a seguir é mostrado como os alunos interpretaram o que o modelo estava representando.

Prof: Qual o assunto que o modelo está representando?

A1: Desarmamento, das armas. O aumento da campanha do desarmamento influencia a diminuição das armas que estão circulando.

A2: E conseqüentemente, as mortes violentas.

A5: Representando as mortes. Que as armas de fogo causam um grande número de mortes, e quando ela é combatida, diminui.

A7: Que desarmando a população, menos mortes acontecem.

Em seguida, iniciaram a análise do segundo modelo, que também já estava pronto (vide cap.3, figura 3.17). Os alunos simularam este modelo da mesma forma que anteriormente, primeiro havendo desarmamento e posteriormente, sem desarmamento. No primeiro momento, acharam

que seria complicado demais fazer a análise devido ao grande número de variáveis, entretanto, logo perceberam que a parte superior do modelo (parte A) era igual ao modelo analisado anteriormente. A passagem a seguir demonstra como os alunos interpretaram o que o modelo estava representando:

Prof: O que acontece com mortes violentas nas duas partes do modelo?

A1: A parte B diz que sem armas em circulação, os criminosos vão começar a contrabandear armas e vão começar a matar mais gente. Aí fica complicado, porque não dá para saber se é bom ou não a população andar desarmada.

A6: Armas em circulação estava alta. Aí o desarmamento ficou alto e tirou as armas em circulação e a ousadia dos criminosos aumentou, e as mortes violentas aumentaram.

A5: E sem armas em circulação eles tinham que contrabandear as armas.

Após essa explicação, mostrou-se a eles os textos que serviram como base para a elaboração dos modelos. A seguir, foi solicitado que associassem cada texto a uma parte do modelo (parte A ou B). Todos concluíram que o texto *Contra Armas* foi representado pela parte A e o texto *a Favor das Armas* foi representado pela parte B do modelo. Terminada a análise, houve a solicitação para que representassem graficamente o comportamento da variável *mortes violentas* no papel. A figura 4.24 apresenta o gráfico esperado. Os alunos utilizaram canetas azul e vermelha para que a comparação entre os gráficos pudesse ser facilitada e ficaram mais à vontade referindo-se aos textos da seguinte forma: pessoas que são *A Favor* do desarmamento e pessoas que são *Contra* o desarmamento. Dessa forma, será utilizado neste estudo esta mesma forma de dizer, para que o leitor possa relacionar os textos fornecidos com os diálogos apresentados. Foi sugerido pela pesquisadora que os alunos utilizassem uma linha para dividir o gráfico em 2 partes: a primeira não havendo desarmamento e a segunda havendo desarmamento.

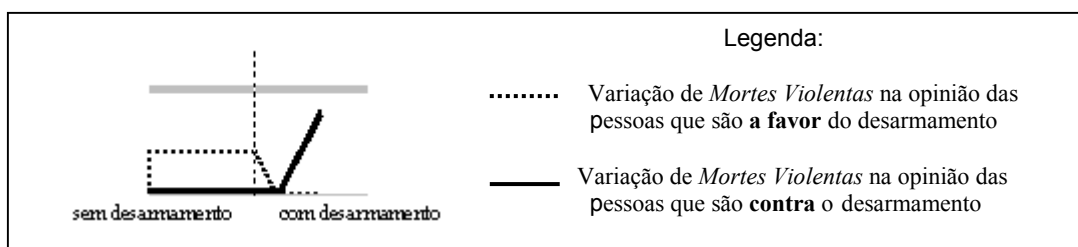


Figura 4.24 – Gráfico esperado na Atividade Campanha para o Desarmamento

A dupla 1 construiu no papel o gráfico da figura 4.25. A explicação para a referida construção vê-se abaixo:

Prof: Se não tem desarmamento...

A1: Mortes violentas do A Favor aumentam e do Contra ficam pequenas, não existem.

Prof: E havendo desarmamento...

A1: Mortes violentas do Contra subiu e do a Favor diminui.

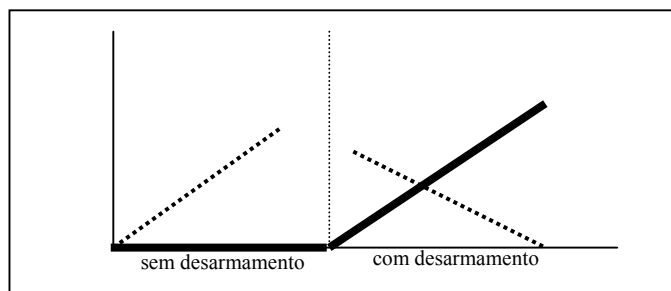


Figura 4.25 – Gráfico construído no papel pela dupla 1 na Atividade Campanha para o Desarmamento

Em seguida, a dupla repetiu a simulação para obter o resultado gráfico, que é mostrado na figura 4.24. Observaram as diferenças e o aluno A1 explicou que “na parte do sem desarmamento, mortes violentas do a Favor subiu muito rápido no computador, e o nosso subiu mais devagar”.

A dupla 2 construiu no papel o gráfico da figura 4.26, repetindo a simulação para obter o resultado gráfico, que é mostrado na figura 4.24. Inicialmente o aluno A4 disse que os gráficos estavam iguais, mas A3 não concordou, dizendo que estavam diferentes, pois “mortes violentas debaixo só começou a subir quando o outro desceu”. Quando questionado pelo acontecido, respondeu que “é porque ousadia dos criminosos só passou do meio depois”.

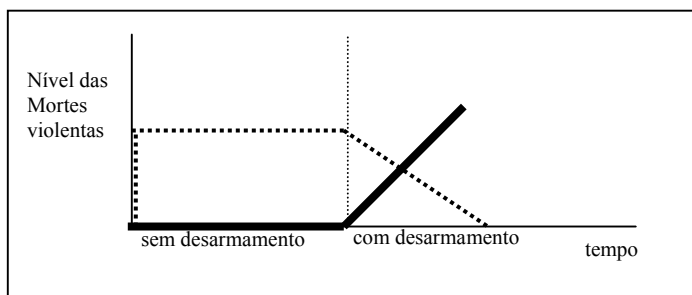


Figura 4.26 - Gráfico construído no papel pela dupla 2 na Atividade Campanha para o Desarmamento

A dupla 3 construiu o gráfico da figura 4.27. Em seguida a dupla repetiu a simulação para obter o resultado gráfico, que é mostrado na figura 4.24. Questionados sobre a diferença entre os gráficos, responderam:

A6: O nosso ficou errado.

Prof: O que ficou diferente?

A5: É que o nosso foi subindo aos poucos, e o do computador subiu rápido demais e depois se manteve.

Essa diferença apontada pela dupla refere-se ao gráfico feito com linha pontilhada, na parte identificada como sendo sem desarmamento.

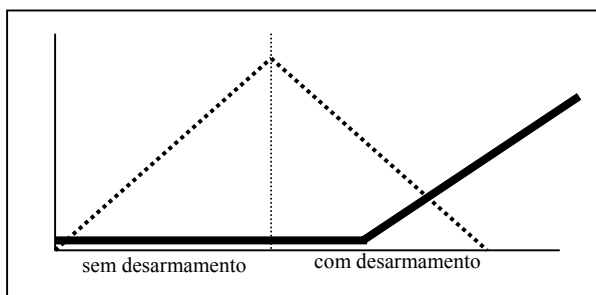


Figura 4.27 - Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Campanha para o Desarmamento

A dupla 4 construiu o gráfico da figura 4.28. Em seguida a dupla repetiu a simulação para obter o resultado gráfico, que é mostrado na figura 4.24. Observaram as diferenças e a seguir é apresentada a discussão da dupla a respeito da comparação dos gráficos:

A7: Mais ou menos, não é?

A8: Eu acho que está igual sim.

A7: Não está. Era para ter começado aqui.

A8: Então está quase igual.

Prof: O que está diferente?

A7: É porque tinha que ter começado aqui, o azul (linha contínua) a subir.

Prof: Quando?

A7: Quando terminasse a morte de cima (linha pontilhada)

A diferença apontada pelo aluno A7 encontra-se na parte identificada como sendo com desarmamento.

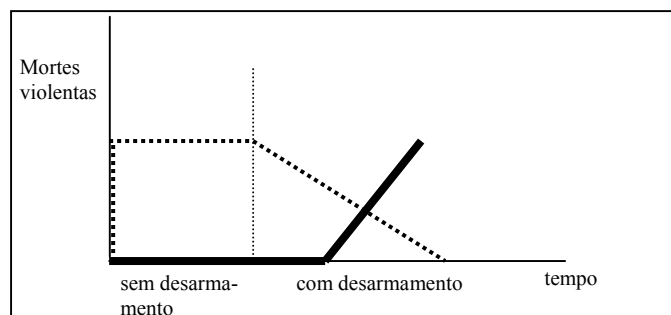


Figura 4.28 - Gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Campanha para o Desarmamento

Nessa atividade foi possível identificar que os alunos foram capazes de compreender o comportamento das variáveis, descrevendo corretamente o assunto que abordavam e fazendo uma associação ao texto referencial de cada modelo. As duplas perceberam as diferenças entre os gráficos e não apresentaram dificuldades para explicá-las.

- Modelo Completo, mas sem Conteúdo (Dia 4, Atividade 10, pág. 73)

As duplas iniciaram esta atividade discutindo sobre qual seria o assunto abordado no modelo. A dupla 2 se mostrou indecisa, então foi sugerido que fizessem algo sobre a saúde de uma pessoa. As outras duplas escolheram o tema com facilidade. A figura 4.29 mostra os modelos construídos pelas duplas e o valor inicial de cada variável.

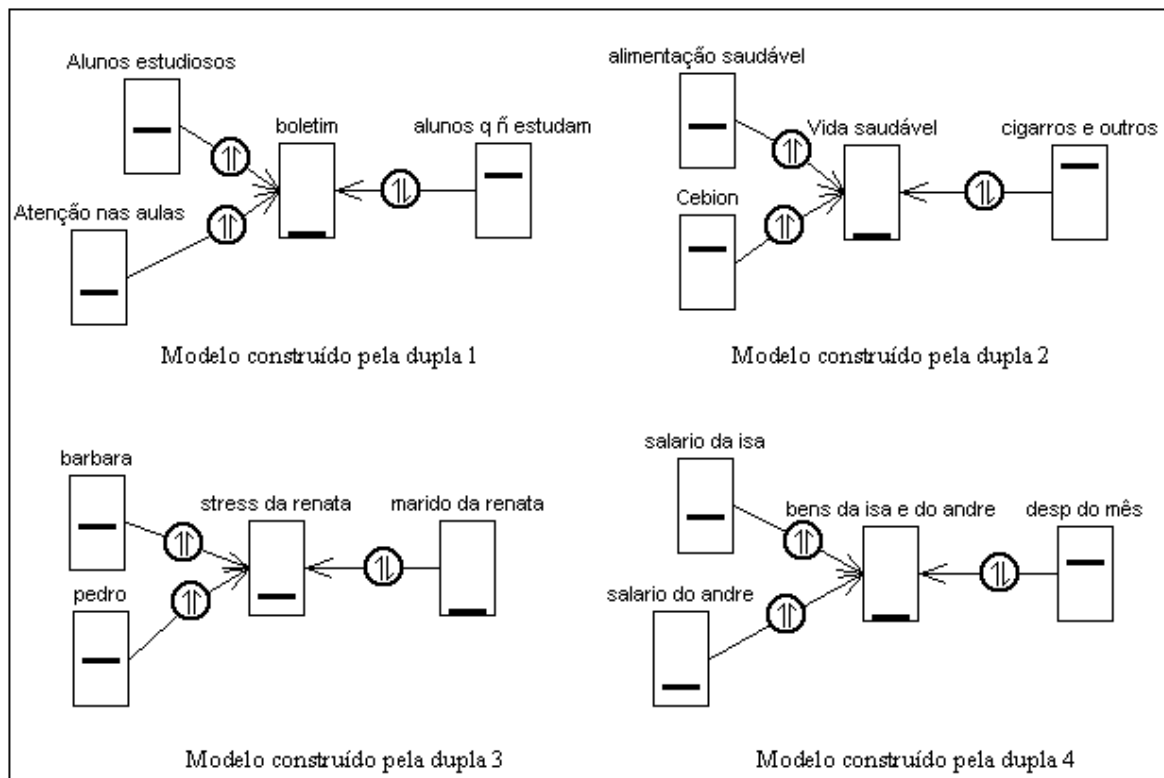


Figura 4.29 – Modelos construídos pelas duplas na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo

A seguir foi pedido para que cada dupla explicasse o comportamento do modelo e fizesse uma simulação compatível com a história narrada. Por último, um gráfico deveria ser construído no papel para representar esta história.

A dupla 1 explicou que analisaria *boletim* e que o ideal seria que esta variável ficasse o mais alto possível, indicando que as notas estavam boas. Fizeram simultaneamente a descrição da história e a simulação do modelo. Disseram que inicialmente *boletim* deveria subir, mas ao iniciarem a simulação perceberam que o nível de *boletim* se manteve no zero. Resolveram então descer um pouco o nível de *alunos que não estudam* e verificaram que o nível de *boletim* começou a subir lentamente. Para finalizar, disseram que devido à pressão dos pais, os alunos resolveram estudar mais, então subiram bastante o nível de *alunos estudiosos* e de *atenção nas aulas*. Com isso, foi possível verificar o nível de *boletim* subindo rapidamente. Terminada a simulação, foi solicitado que a dupla fizesse um gráfico no papel correspondente ao comportamento de *boletim* (figura 4.30).

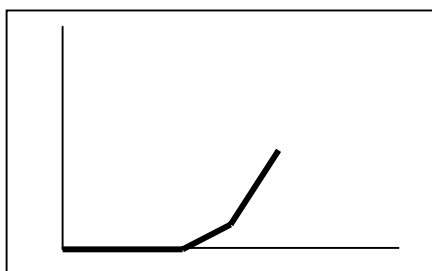


Figura 4.30 – Gráfico construído no papel pela dupla 1 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo

A dupla descreveu a história novamente para justificar o gráfico. Explicaram que, inicialmente, *boletim* não cresceu e então o gráfico deveria “*ficar baixinho e estabilizado*”. Depois os alunos pararam de brincar, então o nível de *alunos que não estudam* diminuiu e o gráfico aumentou. Por fim, com a pressão dos pais, o *boletim* cresceu muito rápido. Foi sugerido que dividissem o gráfico em 3 partes e escrevessem o significado da inclinação da reta em cada parte, ficando o gráfico como na figura 4.31. Terminado o gráfico, a simulação foi refeita com a saída gráfica habilitada. O gráfico resultante ficou bastante parecido com o que foi feito no papel e a dupla considerou o resultado satisfatório.

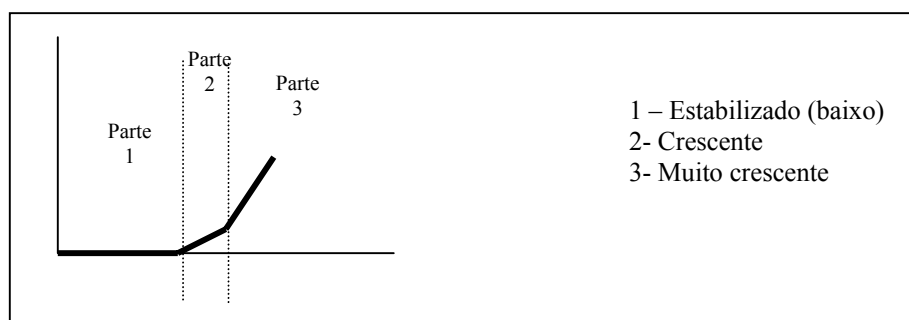


Figura 4.31 – 2ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 1 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo

A dupla 2 explicou que analisaria a variável *Vida Saudável*, apresentando o seguinte comportamento: inicialmente deveria crescer lentamente e posteriormente, subir mais rápido; para finalizar, vida saudável deveria ficar estável. Dessa forma, a dupla iniciou a simulação e manipulou o nível das variáveis de forma a obter com sucesso o comportamento desejado. Terminada a simulação, foi solicitado que a dupla fizesse um gráfico no papel correspondente ao

comportamento de *vida saudável* (figura 4.32). O gráfico foi explicado por meio de uma legenda. A seguir a simulação foi refeita com a saída gráfica habilitada. O gráfico resultante ficou bastante parecido com o que foi feito no papel e a dupla considerou o resultado satisfatório.

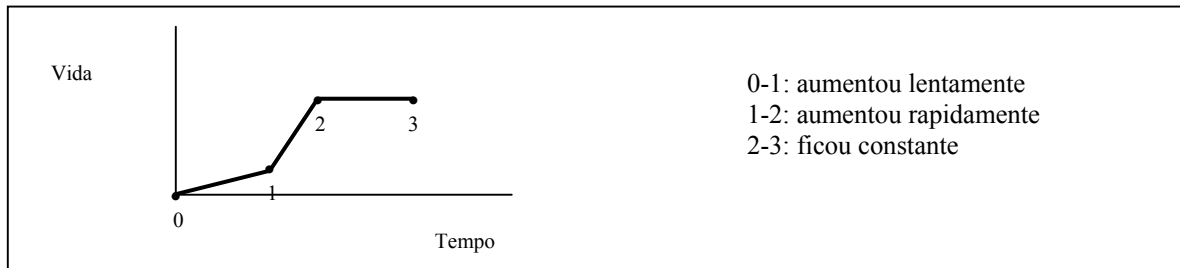


Figura 4.32 - Gráfico construído no papel pela dupla 2 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo

Os alunos da dupla 3 explicaram que analisariam *stress da Renata* e fizeram simultaneamente a descrição da história e a simulação do modelo. Explicaram que o nível desta variável já iniciava com algum valor, pois a Renata já chegava irritada. Este nível deveria subir devido às influências exercidas por *Pedro* e *Bárbara*, representando a quantidade de bagunça feita por cada um deles. Foi perguntado o que poderia acontecer para que o nível de *stress da Renata* subisse mais rápido, e o aluno A7 respondeu que precisavam somente levantar mais um pouco a barra de nível da variável *Pedro*. Os alunos continuaram a história dizendo que o *stress da Renata* deveria diminuir, pois havia terminado a aula e ela começou a lembrar que iria encontrar seu marido, representado pela variável W, chamada *marido da Renata*. A seguir, explicaram que o nível de *stress da Renata* deveria diminuir mais rápido porque a Renata encontrou o seu marido. Terminada a simulação, foi solicitado que a dupla fizesse um gráfico no papel correspondente ao comportamento de *stress da Renata*, que é apresentado na figura 4.33.



Figura 4.33 - Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo

Após o gráfico pronto, as simulações foram refeitas com a saída gráfica habilitada (figura 4.34) para que eles pudessem fazer uma comparação. A dupla apontou uma diferença entre os gráficos, e o aluno A6 explicou que “*No nosso a Renata estressou mais rápido, pois está mais em pé*”.

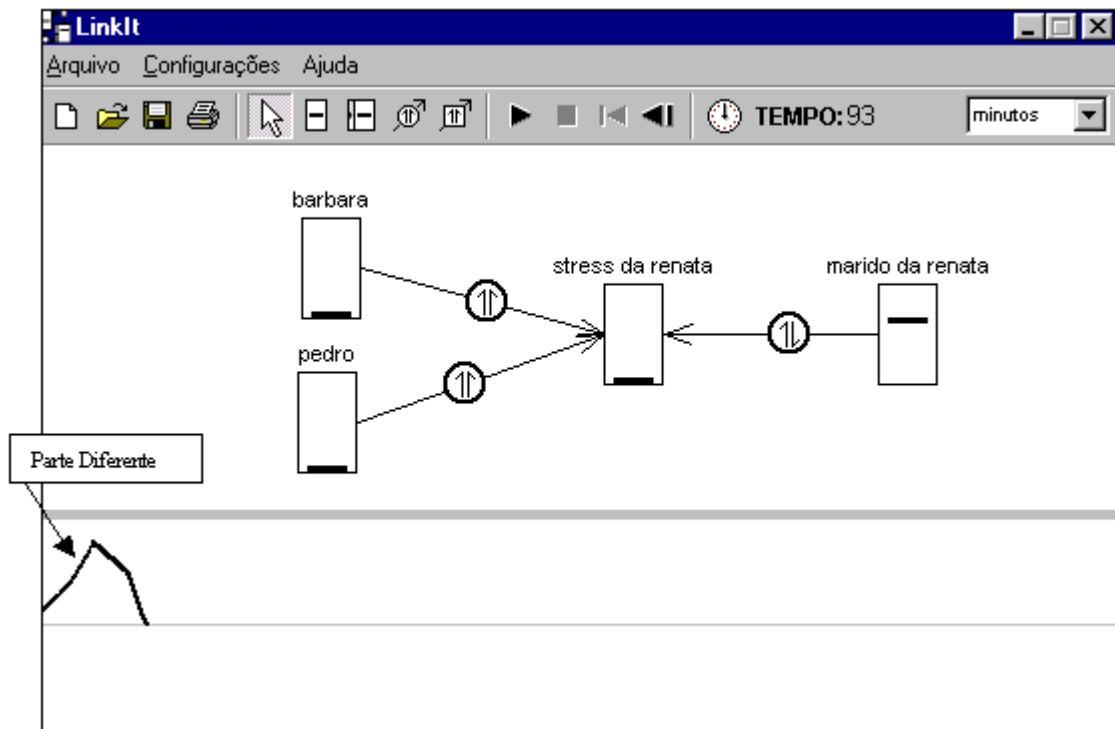


Figura 4.34 - Gráfico construído no computador pela dupla 3 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo

Os alunos da dupla 4 explicaram que analisariam *bens da Isa e do Andre* e fizeram simultaneamente a descrição da história e a simulação do modelo. O aluno A7 disse que de acordo com valores iniciais das variáveis “*o lucro não vai ser bom, acho que não vai subir muito*”, referindo-se a *bens da Isa e do Andre*. O aluno A8 completou dizendo que “*eu acho que até vai para abaixo de zero*”. Iniciaram a simulação e verificaram que nada aconteceu com o nível de *bens*. foi sugerido então que eles modificassem *bens* para variável do tipo qualquer valor. A segunda versão do modelo apresenta-se na figura 4.35.

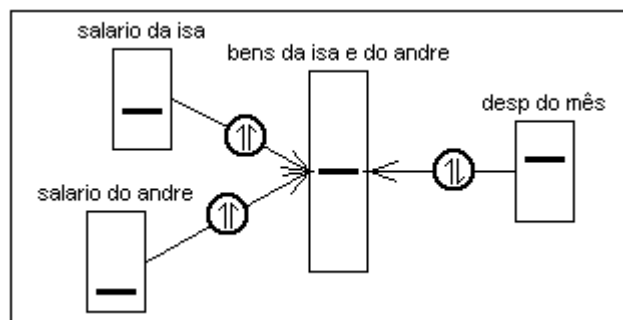


Figura 4.35 – 2ª versão do modelo construído pela dupla 4 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo

Ao iniciarem novamente a simulação, verificaram o nível de *bens* descendo abaixo de zero, conforme tinham previsto. Continuaram descrevendo a história dizendo que *Andre* e *Isa* tinham sido promovidos e que a próxima etapa seria diminuir um pouco as *despesas do mês*. Por último, simularam de modo que *bens da Isa e do Andre* subisse rapidamente. Terminada a simulação, foi solicitado que a dupla fizesse um gráfico no papel correspondente ao comportamento de *bens da Isa e do Andre* (figura 4.36). Foi sugerido que marcassem os pontos onde houve alteração, e a dupla escreveu uma legenda para descrever o comportamento de cada intervalo. Terminado o gráfico, a simulação foi refeita com a saída gráfica habilitada. O gráfico resultante ficou bastante parecido com o que foi feito no papel e a dupla considerou o resultado satisfatório.

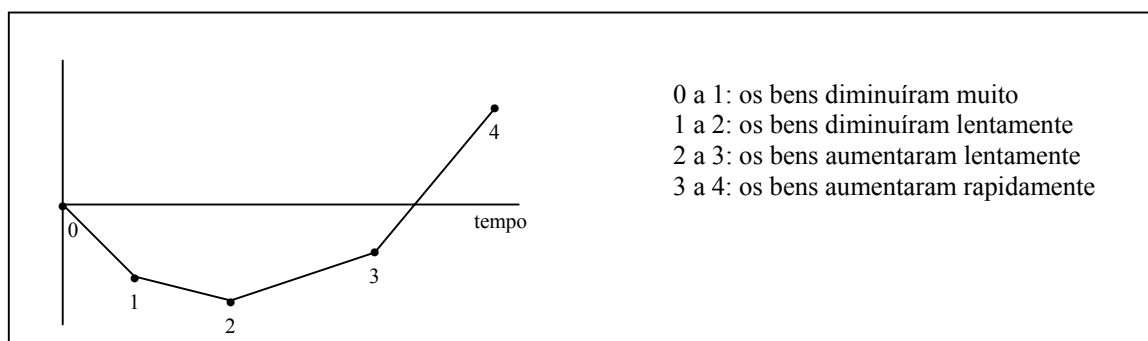


Figura 4.36 - Gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo

Nessa atividade foi possível perceber que todos os alunos utilizaram retas com maior e/ou menor inclinação no momento adequado, não apresentando dúvidas. Os diálogos indicam também que fizeram uma leitura global do gráfico, identificando os intervalos, assim como os pontos em que ocorreram as alterações (leitura pontual).

4.2.2 Construção de gráficos no papel

Durante a construção do gráfico, foi observado se os alunos foram capazes de desenvolver algumas das habilidades descritas no capítulo 2. Dentre essas habilidades, foi dado um maior enfoque em como as duplas reconheceram a variável a ser observada, qual seria seu valor inicial e o comportamento desta variável com o passar do tempo.

Em relação à identificação da variável a ser observada, o procedimento utilizado pelas duplas foi selecionar no texto ou no modelo as variáveis relevantes. A seguir procuravam verificar qual era a variável que recebia influência de outras variáveis, ou seja, a variável dependente, os pares de causa e efeito. Dessa forma, a variável dependente era selecionada para ser representada graficamente. Por exemplo, na atividade sobre o Nível de Água numa Banheira, desenvolvida no 2º dia (pág. 64 e 151), o aluno A1 identificou como sendo “*a torneira que influencia a banheira*”, determinando assim que *banheira* seria a variável dependente. Esse fato também pôde ser verificado na passagem apresentada a seguir, ocorrida com a dupla 4 durante o desenvolvimento da atividade do Modelo Completo, mas sem Conteúdo, no 4º dia (pág. 73):

Prof: Vocês conseguem identificar qual variável nós iremos observar?

A8: Z.

Prof: Por quê?

A7 e A8: Porque todo mundo a influenciou.

Após a identificação da variável dependente, as duplas construíam os eixos cartesianos. Assim como foi feito na primeira atividade – Atividade dos Feijões (pág. 58), os alunos associavam o eixo x ao tempo e o eixo y a variável a ser observada, pois foi explicado que o objetivo das atividades era verificar o comportamento de determinadas variáveis com o passar do tempo. Dessa forma, eles tiveram sempre o cuidado de colocar no modelo uma unidade de tempo de acordo com o problema proposto, como minutos, horas, dias, meses ou anos, como mostra a fala do aluno A5: “*tem que colocar o tempo em dias e esperar por 20 dias para ver até onde vai*”, ocorrida na atividade Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas, realizada no 2º dia (pág.63). As duplas 1, 2 e 4 não apresentaram dúvidas em relação a esta associação. Observou-se que a dupla 3 apresentou, inicialmente, um pouco de incerteza no momento da identificação dos eixos,

exemplificado no diálogo abaixo, ocorrido no 2º dia, durante o desenvolvimento da atividade do Nível de água numa Banheira (pág. 64 e 151):

Prof: Quais serão os eixos do gráfico?

A5: Torneira e ralo.

Prof: O que nós estamos medindo?

A5: O nível da água.

Prof: O nível da água da banheira.

A5: Então o nível da água e tempo.

Na maior parte dos gráficos construídos fez-se necessário o questionamento da identificação dos eixos, pois as duplas não os nomeavam. Constatou-se, entretanto, que os alunos estavam, na maioria das situações, escolhendo as variáveis apropriadas para representação gráfica e associando-as aos eixos coordenados na forma esperada. Sendo assim, é possível que a não identificação dos eixos tenha ocorrido devido ao fato do WLinkIt também não fazê-lo e conseqüentemente, eles não sentiram necessidade de realizar tal procedimento. No trabalho desenvolvido por Gomes Ferreira *et al* (2001) descrito no item 2.4.1, ocorreu uma situação semelhante: os alunos não nomeavam as barras do gráfico e os autores consideraram que isso não queria dizer que eles não sabiam nomear, mas que não consideraram relevante naquele momento. Em relação à dupla 3, que mostrou ter dúvidas para nomear os eixos na Atividade Nível de Água de uma Banheira (pág. 64 e 151), os resultados apresentados nas tarefas seguintes indicam que os alunos parecem ter entendido melhor como fazê-lo. Para tal, basta observar os gráficos construídos no papel (Apêndice B) para verificar que nomearam de forma satisfatória os eixos.

Em relação ao valor inicial da variável a ser representada graficamente, as duplas fizeram uma analogia com a barra de nível da variável dependente. Se houvesse a necessidade de já iniciar a simulação com a barra de nível acima do zero, eles já começavam o gráfico com algum valor; caso a simulação iniciasse com a barra de nível no zero, eles começavam a desenhar na origem. A seguir é apresentado um trecho do diálogo ocorrido com a dupla 2 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica (pág. 69 e 155):

Prof: O gráfico vai começar a ser desenhado de onde?

A3: Vai começar do alto, porque a barrinha de área desmatada já tem um montão.

A dupla 1 apresentou alguma dificuldade em representar o ponto inicial quando este se localizava fora da origem, como por exemplo, a dúvida ocorrida no desenvolvimento da Dinâmica Populacional das Abelhas com WlinkIt, no 2º dia (pág. 63). Após a simulação, foi questionado se a dupla tinha alguma idéia de como seria o gráfico na primeira fase (do 0 ao 20º dia) e eles disseram que seria decrescente, mas sobre o ponto inicial do gráfico eles não souberam responder e nem representar (figura 4.4). Essa dificuldade em representar o ponto inicial do gráfico aparece também em outras atividades, como por exemplo, na figura 4.11 (B). O aluno A1 justificou que o motivo do gráfico ter iniciado naquele ponto foi porque já havia carros no estacionamento, mas no decorrer da explicação A2 corrigiu A1, como mostra o diálogo abaixo:

Prof: O que significa vocês terem deixado este espaço aqui no início do gráfico?

A1: É porque já tinha um pouco de carros lá dentro.

A2: Não, estava vazio.

Prof: Supondo, então, que tinha carros lá dentro. De onde o gráfico deveria começar?

A2: Um pouquinho daqui de cima (apontou uma pequena altura no eixo y)

A1: E tinha que estar aqui no início (apontou para a origem), porque este espaço é o tempo.

Na atividade sobre o Desmatamento na Amazônia, ocorrida no 3º dia (pág. 69 e 155), a dupla apresentou comportamento semelhante. Antes de construir o gráfico (figura 4.16) o aluno A1 descreveu como seria seu desenho: “A área desmatada vai subir e depois vai descer”, e quando questionado sobre em que ponto o gráfico deveria ser iniciado, A1 respondeu que “ela (a área desmatada) já vai começar com um pouquinho”. Após a construção do gráfico, a representação foi questionada:

Prof: Este eixo aqui significa o que? (referindo-se ao eixo x)

A1 e A2: O tempo.

Prof: E este aqui? (referindo-se ao eixo y)

A1: A quantidade de área desmatada.

Prof: Então o que significa este espaço deixado aqui no eixo do tempo?

Nesse momento os alunos perceberam que não representaram corretamente o que pretendiam, ou seja, que já havia área desmatada. Então construíram outro gráfico, conforme apresentado na figura 4.17.

Ainda nessa mesma atividade, a dupla 2 apresentou problema semelhante. Diferentemente da dupla 1, que percebeu que o gráfico deveria ter sido iniciado fora da origem mas não soube representar, a dupla 2 não se ateu a este fato no momento de construir o gráfico, pois iniciaram o gráfico na origem quando na verdade deveria ter sido iniciado com algum valor para y , uma vez que o modelo foi iniciado com a variável *área desmatada* com a barra de nível acima do zero (modelo da figura 4.15). Ao comparar o gráfico feito no papel com o feito no computador, a dupla não percebeu qualquer diferença. Nas atividades posteriores, de acordo com o contexto, os gráficos deveriam ter início na origem, nas quais a dupla representou corretamente. Dessa forma não é possível afirmar se a dupla não soube representar o valor inicial fora da origem ou se foi apenas desatenção. As duplas 3 e 4 não apresentaram qualquer problema em relação ao valor inicial das variáveis, sendo representados corretamente em todos os gráficos.

Em relação ao 3º item a ser observado, como os alunos representam o comportamento da variável dependente com o passar do tempo, verificou-se que o ponto de partida foi a observação da variável dependente no decorrer da simulação e, posteriormente, a sua representação gráfica. As duplas observavam se a barra de nível da variável subia ou descia, com maior ou menor velocidade. Sendo assim, traçavam retas crescentes ou decrescentes, com maior ou menor inclinação. Esse fato pode ser verificado na passagem a seguir, ocorrida com a dupla 2 durante o desenvolvimento da atividade sobre o Desmatamento da Floresta Amazônica, no 3º dia (pág. 69 e 155):

Prof: Na primeira etapa da simulação, o que aconteceu com a área desmatada?

A4: Cresceu rápido.

Prof: E como pode ser representada uma reta de crescimento rápido?

A4: Bem em pé.

Prof: E depois, o que aconteceu?

A3: Ainda cresceu, só que mais devagar.

Prof: E como seria o gráfico para esta segunda parte?

A3: Mais deitado, mas ainda continua crescendo.

Ainda na referida atividade, numa parte do gráfico em que a dupla concluiu que não subia “*nem muito rápido e nem muito devagar*”, o aluno A3 sugerir que “*então coloca no meio, mais ou menos 45º*”.

Em algumas tarefas, fez-se necessário a realização da simulação por mais de uma vez e também por etapas, como na atividade Campanha para o Desarmamento, ocorrida no 4º dia (pág. 70 e 155). A cada situação proposta as duplas realizavam uma simulação verificando o que estava acontecendo com a variável e então interrompiam a simulação para representar graficamente no papel o comportamento da variável. A seguir, reiniciavam a simulação com a nova situação proposta. Este mesmo procedimento era repetido até que todas as situações fossem representadas. Esse fato também pode ser verificado na passagem a seguir, na qual a dupla 4 estava repetindo determinado ponto da simulação para posteriormente construir o gráfico:

A7: Ela subiu.

A8: E depois se manteve.

Nesse momento, a dupla desenhou a parte do gráfico da figura 4.37.

Prof: Por que vocês colocaram este início bem em pé?

A7: Porque deu um pulo.

A8: Porque ele não foi lentamente, ele foi de uma vez.

A7: E depois estabilizou lá no alto.

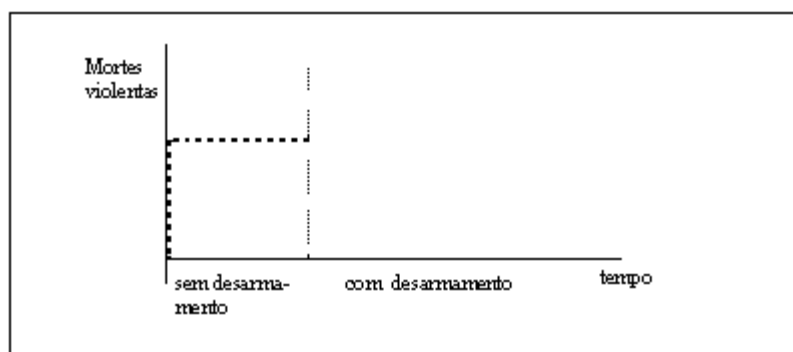


Figura 4.37 – Início do gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

Ainda na mesma atividade, ao reiniciar a simulação para observar *mortes violentas* no texto sobre as pessoas que são contra o desarmamento (figura 3.17B), esta dupla verificou que a barra de nível da variável observada não saiu do zero. A partir desse fato, o aluno A8 comentou que “*não tem mortes violentas*” e o aluno A7 explicou que o gráfico “*tem que ser reto, na linha do tempo*”. Dessa forma, construíram uma reta constante em cima do eixo x (figura 4.38).

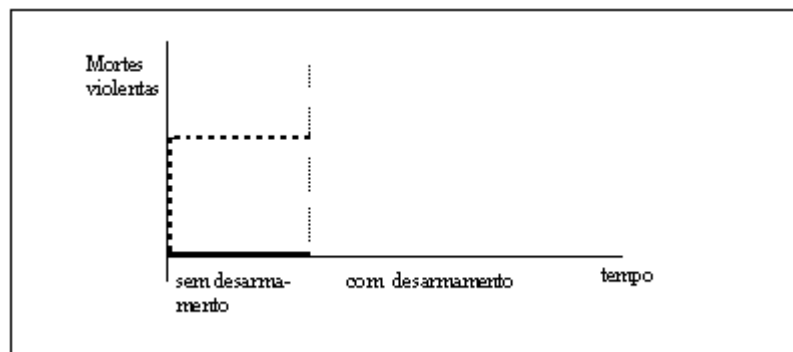


Figura 4.38 – 2ª etapa do gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

4.2.3 Interpretação de Gráficos

Considerando o fato de que interpretar gráficos refere-se à habilidade de ler, de extrair, buscar significados para os dados (LEINHARDT *et al*, 1990 *apud* GOMES FERREIRA *et al*, 2001), é que a atividade a seguir foi desenvolvida. As duplas foram orientadas a criar uma história que tivesse um comportamento compatível com o gráfico dado. Logo, tiveram que ler o gráfico e entender seu comportamento para construir um modelo, com uma história correspondente.

A dupla 1 teve acesso a todos os gráficos de uma só vez, mas para as outras duplas o procedimento foi alterado- os gráficos foram apresentados à medida que eles concluíam o anterior. Essa mudança foi feita para evitar que os alunos obtivessem determinado gráfico no decorrer da elaboração de outro gráfico, ou seja, ao acaso. Fato como esse poderá ser verificado na descrição do desenvolvimento da atividade realizada pela dupla 1.

- Atividade Gráficos (Dia 4, Atividade 11, pág. 74)

Para o desenvolvimento desta atividade, foi solicitado para que cada dupla construísse um modelo que, ao ser simulado, resultasse num gráfico com o mesmo comportamento do gráfico apresentado pela pesquisadora. Foi sugerido que as duplas fizessem as simulações com a saída gráfica habilitada para que fosse possível comparar o gráfico resultante com o gráfico solicitado. O primeiro gráfico a ser mostrado foi o da figura 4.39.

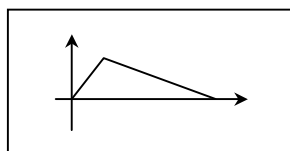


Figura 4.39 – 1º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos

A seguir, as duplas iniciaram a construção dos modelos (figura 4.40). Todas as duplas perceberam que o gráfico iniciava com uma reta crescente e, com exceção da dupla 1, observou-se que as duplas concluíram que seriam necessárias 3 variáveis: variável a ser observada, variável influenciando positivamente e outra negativamente.

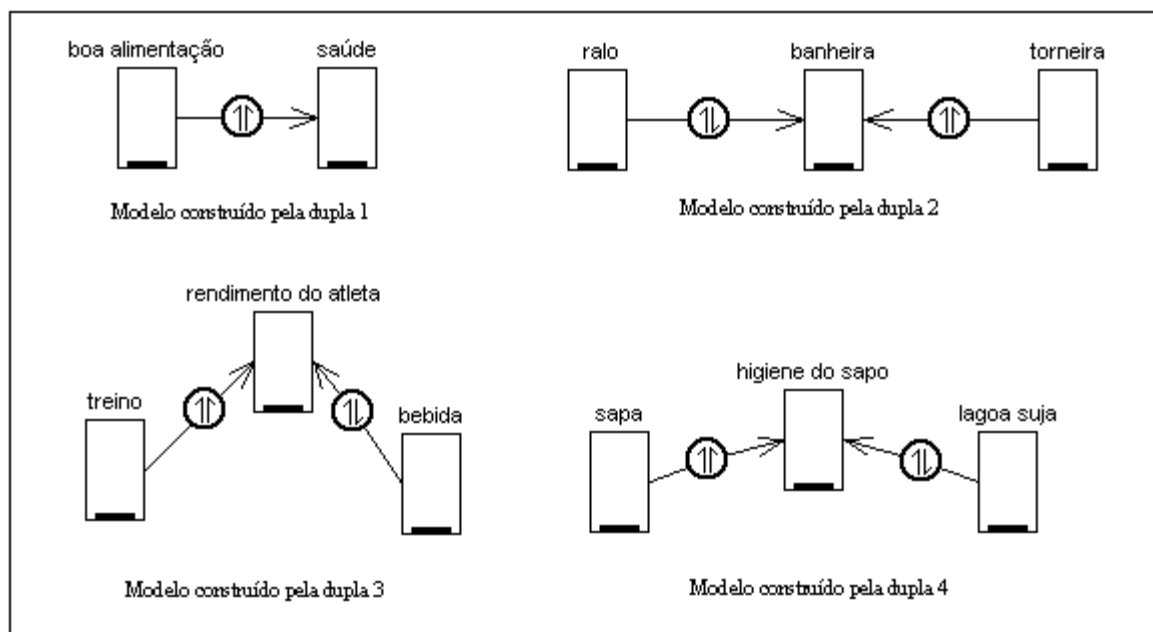


Figura 4.40 – Modelos construídos pelas duplas para a realização da Atividade Gráficos

Para que o gráfico da figura 4.39 fosse obtido, os alunos da dupla 1 iniciaram a simulação com os valores das variáveis como na figura 4.41.

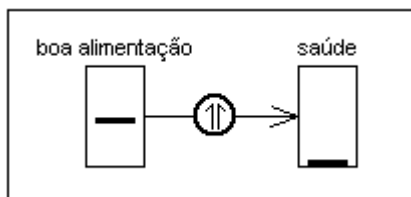


Figura 4.41 – Valores iniciais das variáveis utilizadas pela dupla 1

O resultado foi uma reta crescente com uma inclinação bem parecida com a pedida. Interromperam a simulação para ajustar o valor de *boa alimentação* para obter uma reta decrescente¹³, como pode-se observar no trecho da discussão da dupla sobre como obter esta reta.

(A2 começou a diminuir o nível de *boa alimentação*)

A2: *Tudo?*

A1: *Não, deixa só um pouquinho.*

A2: *Mas assim ainda vai crescer, não?*

A1: *Não.*

A2: *Acho que vai, porque ainda tem um pouquinho.*

A1: *É, não tem três variáveis... Está certo.*

A2: *Será necessário colocar mais uma variável?*

A1: *Não, coloca no zero e vamos ver o que vai acontecer.*

A2: *Vai continuar a mesma coisa.*

Continuaram a simulação e obtiveram uma reta constante (figura 4.42), conforme o aluno A2 tinha previsto.

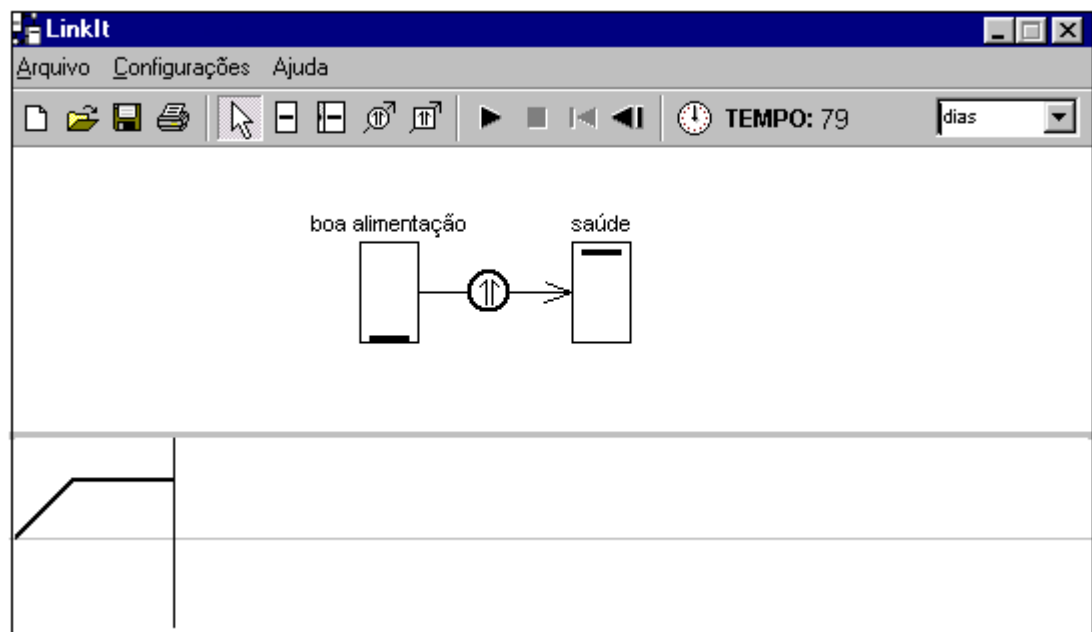


Figura 4.42 – Gráfico construído no computador pela dupla 1

¹³ É importante ressaltar que esta alteração proposta por um dos componentes da dupla não faria com que o modelo tivesse o comportamento desejado (decrecente). Para tanto seria necessário introduzir uma 3ª variável, com influência oposta sobre saúde.

Os alunos perceberam que, na verdade, tinham obtido o segundo gráfico a ser solicitado (figura 4.49) e concluíram que para obter a reta decrescente seria necessário colocar mais uma variável no modelo para que influenciasse *saúde* decrescendo. Dessa forma, incluíram a variável denominada *má alimentação* e fizeram novamente a simulação, objetivando obter o gráfico da figura 4.39. O resultado obtido é apresentado na figura 4.43.

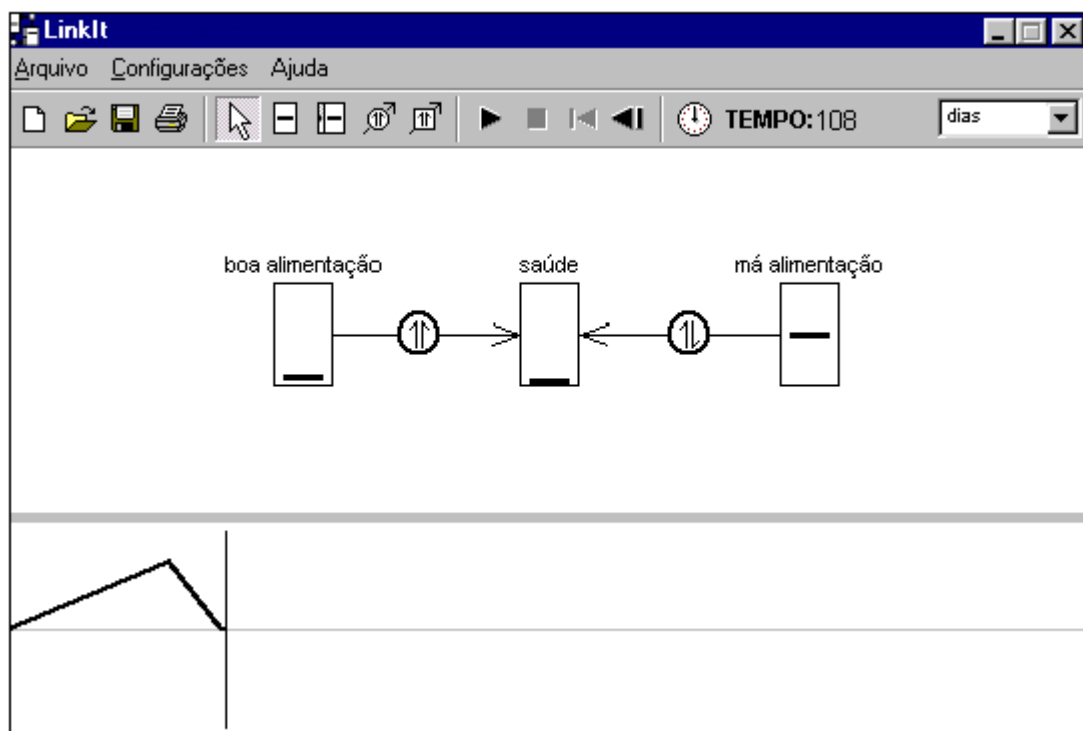


Figura 4.43 – 2ª versão do modelo construído pela dupla 1 na Atividade Gráficos, juntamente com o gráfico resultante

Terminada a simulação, foi pedido para que a dupla verificasse se os gráficos ficaram parecidos. Na passagem a seguir, é apresentada a explicação dada por eles.

Prof: Ficou parecido com o que foi pedido?

A2: Só um pouco.

A1: Desceu muito rápido e subiu muito devagar.

Prof: O que deveria ser feito para ficarem mais parecidos?

A1: A boa alimentação tinha que ser muito boa para subir mais rápido.

Na tentativa de obter o gráfico pedido, os alunos continuaram alterando a barra de nível das variáveis *boa alimentação* e *má alimentação*. Como eles alteravam os dois valores ao mesmo

tempo, não estavam conseguindo saber qual o efeito causado por cada alteração. Desta forma, foi necessária a ajuda da pesquisadora no sentido de orientá-los a alterar uma variável de cada vez. Após isso, a dupla conseguiu o gráfico desejado.

A dupla 2 iniciou a simulação com o modelo apresentado na figura 4.44, que mostra também o valor inicial de cada uma das variáveis. No momento da construção, o aluno A3 comentou “coloca a torneira aberta e o ralo fechado. Ai a mulher saiu de casa e a banheira encheu”.

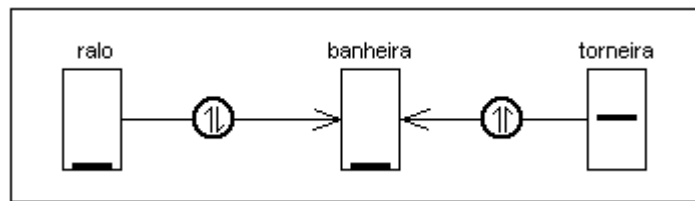


Figura 4.44 – Modelo construído pela dupla 2 na Atividade Gráficos

Iniciaram a simulação, verificando que o gráfico estava sendo desenhado conforme o que foi pedido. Para obter a parte decrescente do gráfico, os alunos colocaram os níveis das variáveis de modo que obtiveram o gráfico apresentado na figura 4.45.

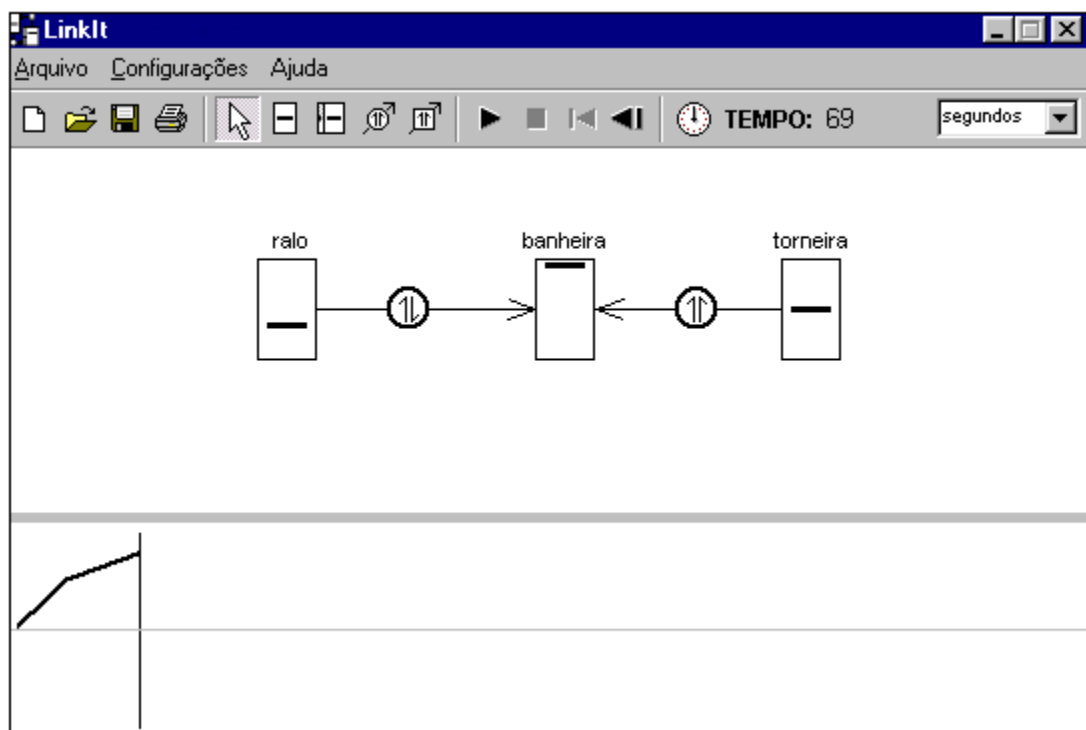


Figura 4.45 – 1ª versão do gráfico obtido pela dupla 2 na Atividade Gráficos

No momento em que o gráfico estava sendo feito os alunos foram questionados sobre o que estava acontecendo, conforme é apresentado a seguir:

A3: Eu acho que é melhor abrir mais um pouco o ralo.

Prof: O que aconteceu?

A3: Está acontecendo uma coisa totalmente ao contrário. É porque a água da banheira subiu e agora está subindo mais devagar.

Prof: Por que isso está acontecendo?

A4: Porque a torneira está mais aberta que o ralo.

Iniciaram a simulação, repetindo o que haviam feito para a reta crescente. Para obter a reta decrescente, o aluno A3 sugeriu “*abrir mais o ralo*” e então o aluno A4 colocou a barra de nível de *ralo* no topo. Porém o aluno A3 disse que deveriam abaixar mais um pouco o nível de *ralo* “*senão vai descer muito rápido*”. Quando simularam, obtiveram uma reta decrescente com inclinação muito parecida com a que foi pedida.

A dupla 3 iniciou a simulação com o modelo apresentado na figura 4.46. Antes que os alunos chegassem à conclusão de que estes deveriam ser os valores iniciais das variáveis, o aluno A5 colocou a barra de nível de *treino* na altura máxima para que pudessem obter uma reta crescente. Mas, o aluno A6 argumentou que “*tem que ter menos treino, porque não é tão em pé*”, referindo-se ao gráfico dado (figura 4.39), pois da maneira que estava a barra de nível de *treino*, o nível de *rendimento do atleta* subiria rápido demais, resultando numa reta crescente bastante inclinada.

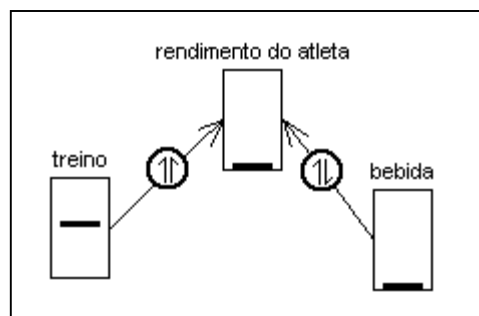


Figura 4.46 – Modelo utilizado pela dupla 3

Iniciaram a simulação e o resultado foi uma reta crescente com a inclinação desejada. Para que a reta decrescente do gráfico fosse obtida, alteraram os valores das variáveis e continuaram a simulação. O resultado obtido não foi o esperado (figura 4.47). Quando questionados sobre o motivo que levou o gráfico a ter este comportamento, A5 respondeu que “*É porque ele bebeu demais, exagerou*”.

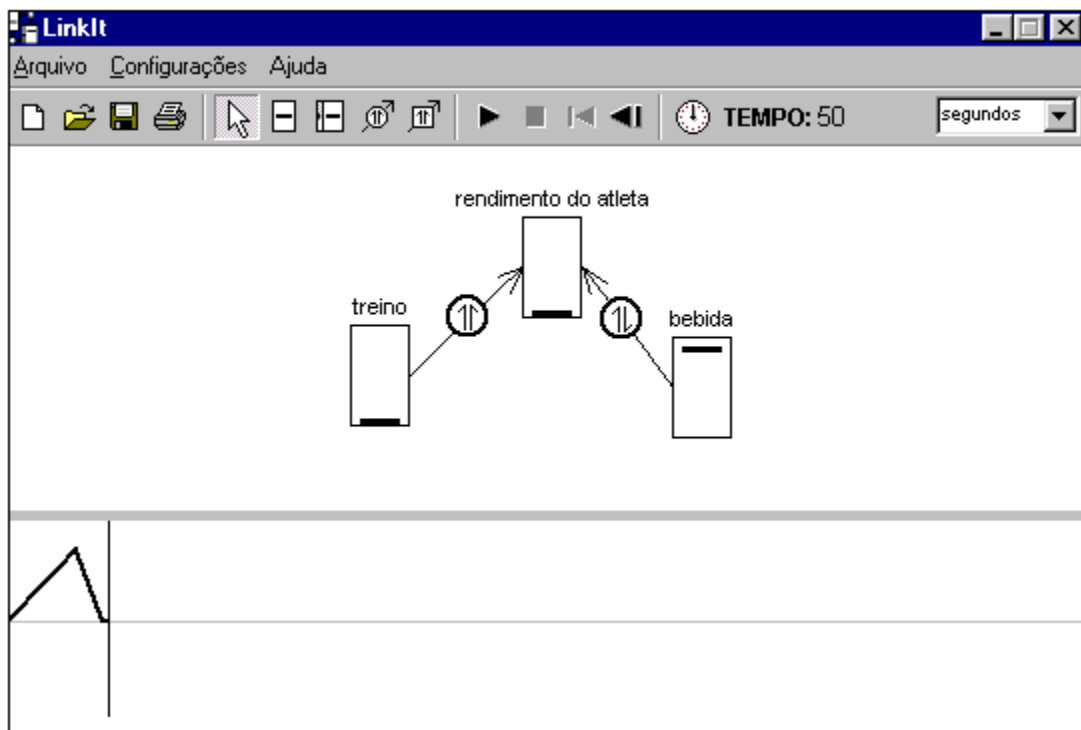


Figura 4.47 – 1ª versão do gráfico obtido pela dupla 3

Não satisfeitos com o resultado, iniciaram a simulação novamente, repetindo o que haviam feito para a reta crescente e, para obter a reta decrescente, colocaram os valores das variáveis como mostrado na figura 4.48 (aumentaram *treino* e diminuíram *bebida*). A dupla não considerou o resultado satisfatório, argumentando que o gráfico deveria descer mais devagar. Mais uma vez a simulação foi recomeçada, desta vez a dupla colocou o nível de *bebida* um pouco mais baixo que anteriormente e considerou o resultado obtido satisfatório.

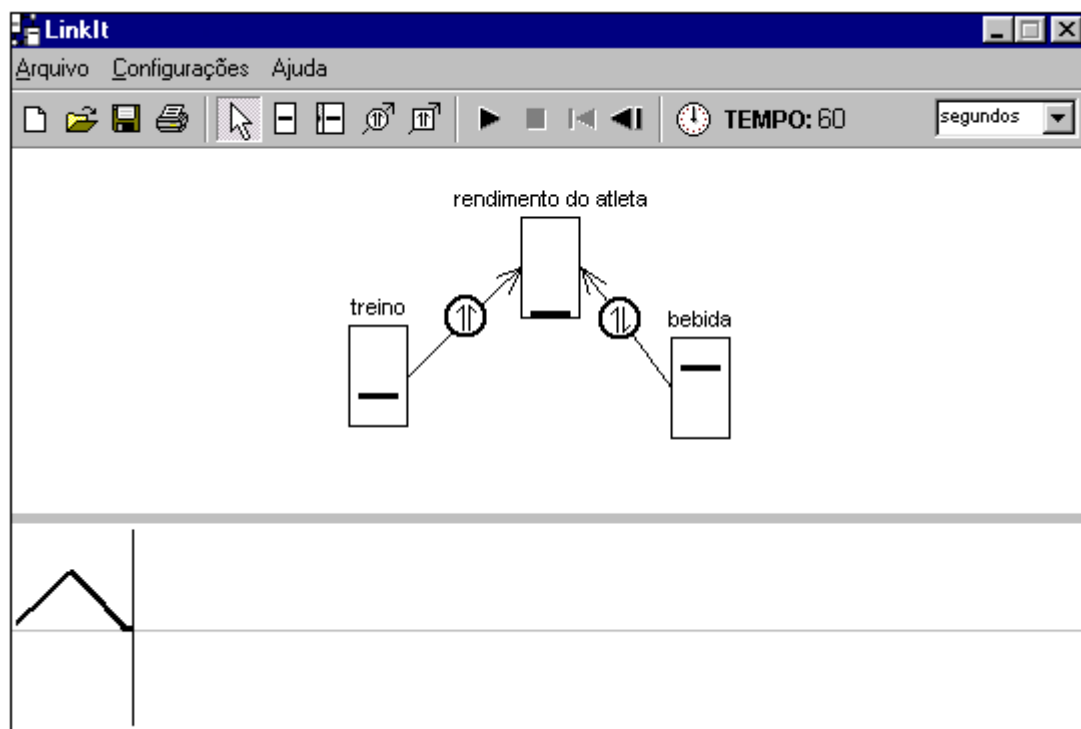


Figura 4.48 – 2ª versão do gráfico obtido pela dupla 3

O segundo gráfico a ser solicitado foi o da figura 4.49. A dupla 1 obteve este gráfico durante uma das tentativas de obter o 1º gráfico, motivo pelo qual houve a necessidade de alteração no procedimento da atividade. As outras duplas não apresentaram dificuldades, pois o resultado desejado foi obtido rapidamente. Os alunos desenvolveram as etapas da mesma forma: inicialmente colocaram algum valor somente para a variável que influenciava positivamente e, posteriormente, colocaram o mesmo valor para a variável que influenciava negativamente.

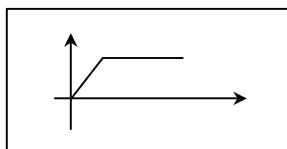


Figura 4.49 - 2º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos

Como exemplo será apresentado o procedimento utilizado pela dupla 3. A figura 4.50 representa a realização da 1ª etapa, objetivando resultar numa reta crescente e a figura 4.51 representa a 2ª etapa, objetivando resultar numa reta constante.

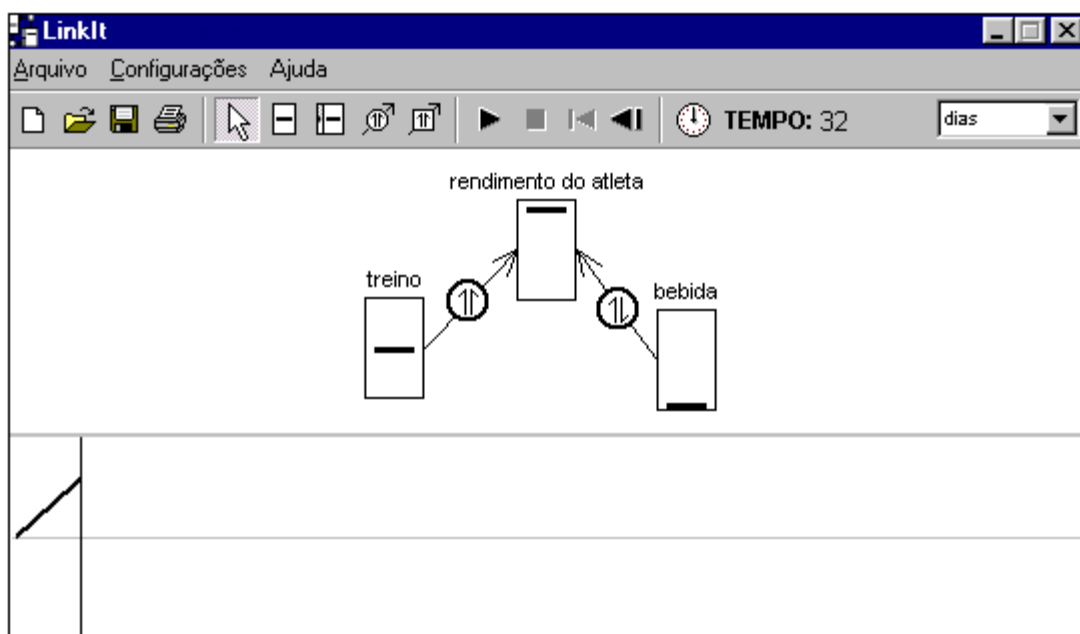


Figura 4.50 - 1ª etapa da construção do gráfico da Atividade Gráficos (2º gráfico), realizada pela dupla 3

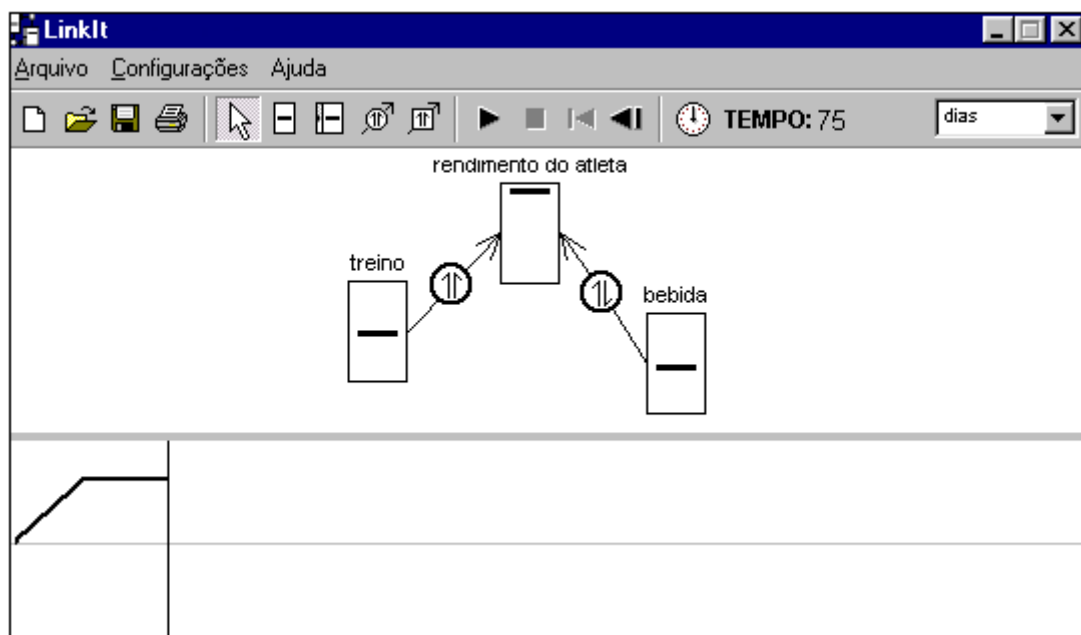


Figura 4.51 - 2ª etapa da construção do gráfico da Atividade Gráficos (2º gráfico), realizada pela dupla 3

O terceiro gráfico a ser solicitado foi a da figura 4.52. Os alunos da dupla 1 obtiveram na primeira simulação uma reta crescente, mas não ficaram satisfeitos com o resultado, pois acharam que a reta ficou com uma inclinação maior que a do gráfico dado, conforme figura 4.53.

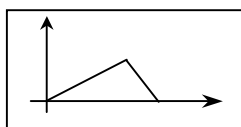


Figura 4.52 - 3º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos

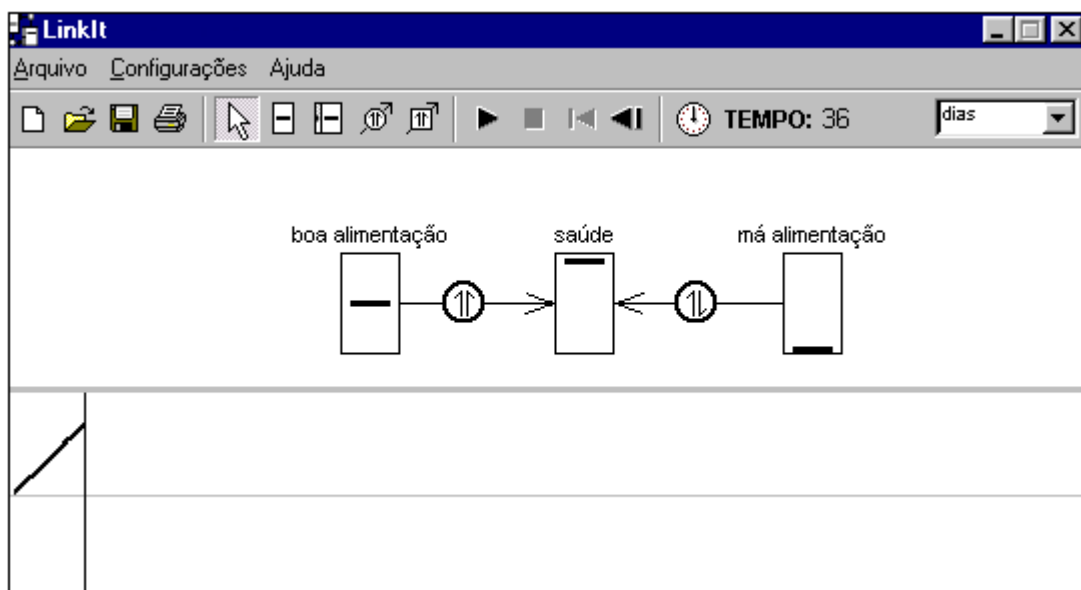


Figura 4.53 – 1ª etapa da construção do gráfico realizada pela dupla 1, na Atividade Gráficos (3º gráfico)

A2: *Está rápido ainda.*

Prof: *O que devemos fazer então?*

A2: *Baixar mais boa alimentação.*

Recomeçaram a simulação, que resultou numa reta crescente com a inclinação desejada. Para obter a reta decrescente o aluno A1 sugeriu que deveriam aumentar “*bastante a má alimentação, põe bem alto*”. Dessa forma a dupla ficou satisfeita com o resultado obtido. Nessa atividade a dupla não apresentou o mesmo comportamento da etapa anterior, onde alterava mais de uma variável ao mesmo tempo. Os alunos mostraram destreza para manipular os valores das variáveis, alterando uma de cada vez, de acordo com a necessidade sugerida pelo problema.

A dupla 2 iniciou a simulação de acordo com a figura 4.54, justificando que desta forma o resultado seria uma reta crescente “*devagar*”. Ao iniciarem a simulação, o gráfico resultante foi considerado satisfatório.

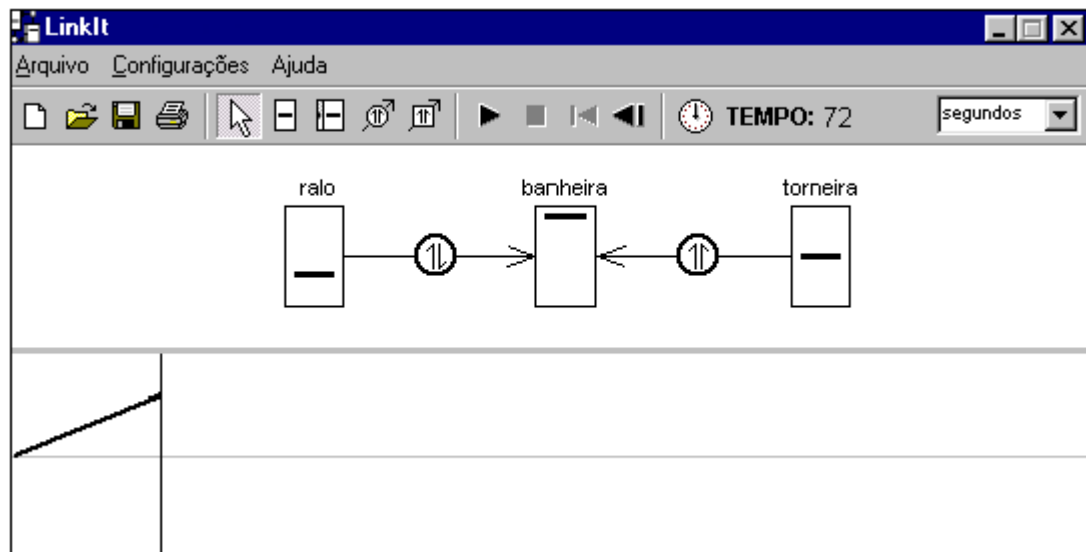


Figura 4.54 – 1ª etapa da construção do gráfico realizada pela dupla 2, na Atividade Gráficos (3º gráfico)

Para obter a reta decrescente, o aluno A4 disse que o nível de torneira deveria ser zero para “*cair bruscamente*”, mas o aluno A3 disse que “*tem que deixar um pouquinho porque não desce direto. Desce rápido, mas nem tanto*”. Simularam e obtiveram o gráfico apresentado na figura 4.55.

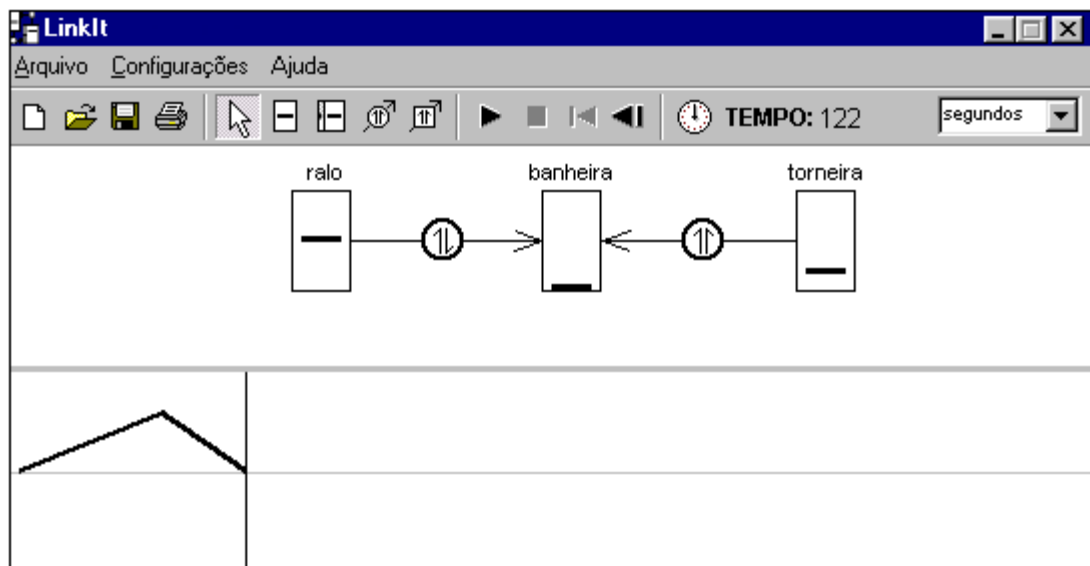


Figura 4.55 – 2ª etapa da construção do gráfico realizada pela dupla 2, na Atividade Gráficos (3º gráfico)

Na passagem a seguir apresenta-se a análise que a dupla fez do gráfico obtido, pois acharam que o nível da banheira deveria ter descido mais rápido.

A4: *Tinha que ser mais rápido*

A3: *É, mas deu o mesmo efeito.*

Prof: *Qual a diferença entre o gráfico feito no quadro e o do computador?*

A4: *O do quadro está mais rápido.*

A3: *É.*

Prof: *Como vocês sabem que o do quadro está mais rápido?*

A4: *Porque está mais reto... mais em pé.*

Mesmo percebendo que os gráficos ficaram diferentes, a dupla não sentiu necessidade de fazer outro gráfico.

A dupla 3 obteve o gráfico pedido logo na primeira tentativa. Explicaram que a reta crescente não estava muito inclinada e que a reta decrescente deveria ser “mais rápido”. Para construir o gráfico a dupla utilizou o modelo como apresentado na figura 4.56.

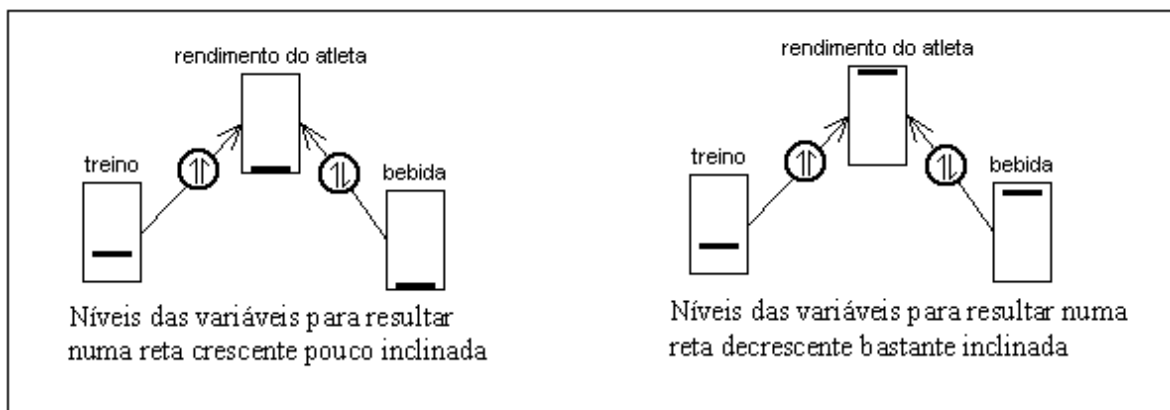


Figura 4.56 – Situação das variáveis utilizadas pela dupla 3 para a construção do 3º gráfico da Atividade Gráficos

O quarto gráfico a ser pedido foi o da figura 4.57. Por meio dos diálogos dos alunos, foi possível notar que todas as duplas perceberam que a variável a ser observada deveria iniciar com algum valor:

A1: *Aumenta saúde.*

A2: *É, a saúde estava boa. Aí ela parou de ter uma boa alimentação.*

...

A4: *A banheira pra cima.*

Prof: *Como é que vocês sabem que a banheira tem que estar para cima?*

A4: Porque já começa cheio. Abre só um pouquinho a torneira e, o ralo, bastante.

...

A5: Esse é fácil. Já tem um rendimento, não começa do zero.

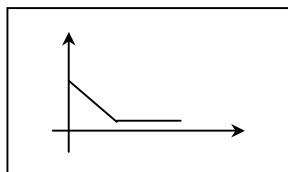


Figura 4.57 - 4º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos

Para que a reta constante fosse obtida, as duplas consideraram que as variáveis independentes deveriam ter a mesma quantidade. Deste modo, posicionaram as barras de nível na mesma altura e acima de zero. O aluno A5 da dupla 3 sugeriu deixar as barras de nível no zero, mas A6 achou melhor fazer da forma descrita anteriormente. Todas as duplas obtiveram resultados considerados satisfatórios.

O quinto gráfico a ser pedido foi o da figura 4.58. Assim como no gráfico anterior as duplas perceberam rapidamente que a variável a ser observada deveria iniciar com algum valor, como mostra o diálogo ocorrido com a dupla 2:

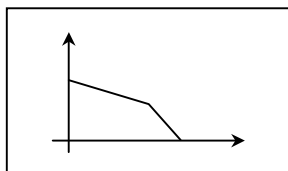


Figura 4.58 - 5º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos

Prof: Como é que tem que ser a história agora?

A2: A banheira começa no máximo. O ralo tem que estar mais aberto que a torneira, mas não tanto mais aberto.

Prof: Por que?

A2: Porque não é para descer tão rápido.

Prof: E depois, o que tem que ser feito?

A2: Abrir bem o ralo, para a água sair mais rápido.

Todas as duplas foram capazes de elaborar o gráfico pedido e consideraram o resultado satisfatório¹⁴. A figura 4.59 mostra o gráfico obtido pela dupla 2.

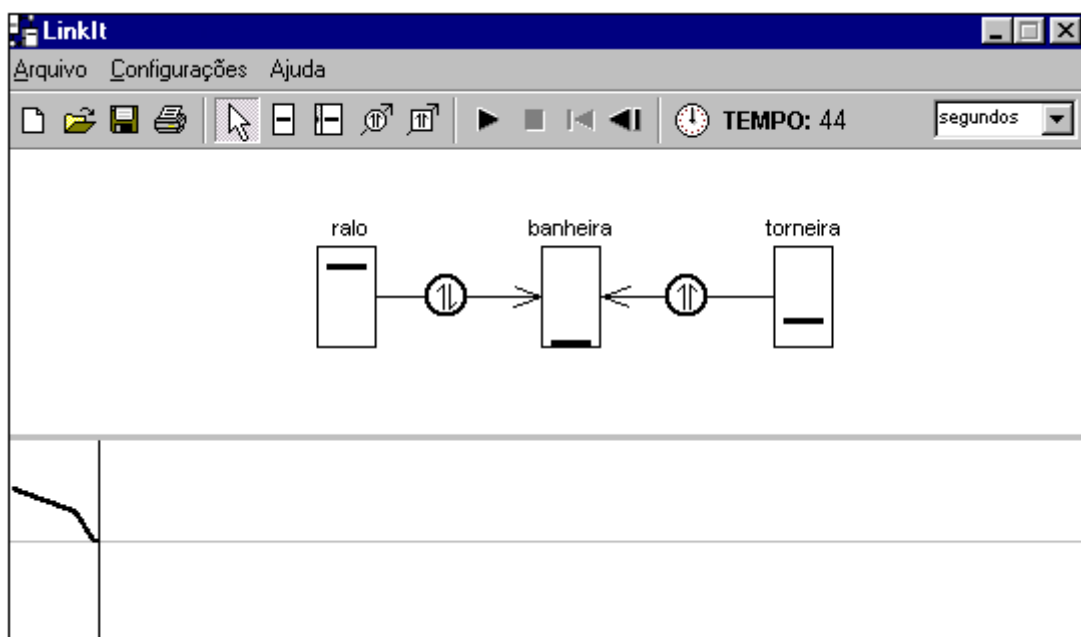


Figura 4.59 – Gráfico construído no computador pela dupla 2 na Atividade Gráficos

Nessa atividade foi possível perceber que as duplas demoraram um pouco mais de tempo para obter o primeiro gráfico. O motivo pelo qual isso ocorreu parece ser simplesmente por ter sido o primeiro gráfico, e não por ser de maior nível de dificuldade. Todos os outros gráficos foram construídos mais rápidos que o primeiro e levaram praticamente o mesmo tempo.

¹⁴ Não foi possível detalhar cada um dos gráficos elaborados pela dupla 4, pois a fita-cassete apresentou ruídos, impossibilitando a transcrição desta atividade. Mas de uma forma geral, esta dupla não apresentou dificuldades em manipular as variáveis para obter os gráficos pedidos e, basicamente fez uso dos mesmos procedimentos utilizados pelas outras duplas.

Capítulo 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta uma síntese dessa pesquisa, assim como as conclusões que serão descritas em relação à interpretação de gráficos, às habilidades desenvolvidas e à ferramenta utilizada, de acordo com as questões levantadas no capítulo 2 (seção 2.6). Será discutida também a pertinência do material instrucional utilizado e considerações sobre possíveis trabalhos futuros.

5.2 SÍNTESE DA PESQUISA

O presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de investigar o uso do ambiente de Modelagem Computacional WLinkIt no ensino de construção e interpretação de gráficos lineares, tópicos integrantes do currículo de Matemática dos Ensinos Fundamental e Médio.

Para a realização do estudo, tomou-se como linhas norteadoras as propostas sugeridas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), as competências e habilidades requeridas no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e Modelagem no meio educacional.

Observou-se que os PCN's e o ENEM recomendam que o aluno seja capaz de compreender as idéias Matemáticas, e não a sua simples sistematização, e que também seja capaz de desenvolver

habilidades que o levem a estabelecer relações da Matemática com as demais áreas do conhecimento e com o seu dia-a-dia. Dessa forma, percebeu-se que pela construção e interpretação de gráficos lineares (tópicos contidos no bloco de Tratamento da Informação dos PCN's) seria possível contemplar tais recomendações. Como ambiente para a realização desse estudo, optou-se pelo uso da ferramenta de Modelagem Computacional WLinkIt, que permite a construção de modelos dinâmicos, facilitando, assim, o desenvolvimento das habilidades citadas anteriormente.

Como o assunto escolhido (construção e interpretação de gráficos lineares) faz parte dos conteúdos propostos para o ensino de Matemática no quarto ciclo (PCN's, 1988, p.90), julgou-se conveniente realizar o experimento com alunos da 7ª série do Ensino Fundamental. Com isso, a amostra foi composta por estudantes de 13 e 14 anos (FRIEL, CURCIO e BRIGHT, 2001), de ambos os sexos. No total, selecionou-se 10 alunos, os quais foram agrupados em duplas, mas devido a problemas de disponibilidade de horário, somente 4 duplas participaram de todos os encontros. É importante ressaltar que, até o momento da realização da pesquisa, os alunos não tiveram explicações formais sobre o assunto em questão e não conheciam Modelagem Dinâmica. Elaborou-se atividades específicas para esse estudo (Apêndice A), sendo que algumas possuíam somente a finalidade de trabalhar algumas habilidades necessárias para o manuseio da ferramenta.

Neste estudo exploratório, o método de pesquisa utilizado foi o qualitativo e a análise dos dados obtidos foi realizada a partir das transcrições dos diálogos das duplas (Apêndice B) e do material elaborado pelos alunos durante a realização das atividades. Esse material foi obtido a partir dos registros das atividades realizadas com lápis e papel (Apêndice B) e pelo registro das atividades realizadas no computador. Realizou-se a análise em duas etapas: primeiramente analisou-se os dados de cada dupla separadamente (Apêndice C) e, posteriormente, o comportamento de todas as duplas em cada atividade proposta (capítulo 4). Utilizou-se a **técnica** de redes sistêmicas proposta por Bliss, Monk & Ogborn (1983) para categorizar e sistematizar os dados coletados na primeira etapa da análise, assim como para construir quadros resumindo o comportamento de cada dupla (CAMILETTI, 2001) nas atividades desenvolvidas. Os resultados e conclusões dessa análise serão apresentados e discutidos na seção seguinte.

5.3 A MODELAGEM DINÂMICA NA ANÁLISE DE GRÁFICOS

A conclusão sobre utilização de Modelagem Dinâmica na análise de gráficos será feita por meio das respostas dadas as questões que nortearam este estudo, que são:

- 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 propostas pelo ENEM? De que forma?
- 3- A ferramenta serviu como suporte para o aluno construir e interpretar gráficos? De que maneira?

As respostas dadas para estas questões podem ser vistas como uma síntese do que já foi detalhado em alguns capítulos anteriores. Para responder as perguntas, optou-se pela criação de um tópico para cada uma delas, conforme é apresentado nas seções a seguir.

5.3.1 Nas atividades propostas os alunos são capazes de interpretar informações contidas em gráficos?

De acordo com Leinhardt *et al* (1990) *apud* Gomes Ferreira *et al* (2001) o desenvolvimento de habilidades relacionadas a gráficos podem ser classificadas em *interpretação* e *construção*, sendo que interpretação não requer construção, mas construir frequentemente implica algum tipo de interpretação. Sendo assim, pode-se dizer que interpretação é um fator importante na construção de gráficos. Como esta pesquisa foi desenvolvida seguindo essa mesma linha de raciocínio, optou-se por responder essa questão a partir de duas outras questões. A primeira delas aborda interpretação, ou seja, como os alunos lêem os dados contidos num gráfico e, a segunda, discute o comportamento dos estudantes em relação à interpretação para a construção de gráficos.

5.3.1.1 Como são localizadas e classificadas as variações ocorridas em gráficos lineares?

As atividades foram iniciadas com uma tarefa (seção 3.5.1, pág. 58) na qual os alunos construíram gráficos utilizando material prático. Dessa forma, puderam ter um primeiro contato com retas crescente, decrescente e constante. Em relação à variação de inclinação, nessa atividade, só foi explorado reta com maior e menor decrescimento, pois a intenção era somente verificar qual o grau de conhecimento dos alunos em relação a inclinação da reta. Todas as duplas interpretaram corretamente as retas decrescentes, mas não fizeram associação alguma em relação à inclinação, tornando-se esta uma das maiores dificuldades apresentadas inicialmente pelos alunos.

Na tarefa seguinte (seção 3.5.2, pág. 60 e 146) os alunos não tiveram problemas em identificar no texto fornecido trechos que indicavam intervalos de crescimento e de decrescimento, mas as duplas 2 e 4 mostraram estar um pouco confusa em relação a intervalo constante.

No decorrer das atividades, observou-se que as duplas começaram a associar a **rapidez** com que a barra de nível das variáveis se movia com a inclinação da reta construída na saída gráfica. Por exemplo, quanto mais rápido a barra subia, mais inclinada era a reta; analogamente, se a barra se movia lentamente, as duplas concluíam que a reta deveria ser mais “deitada”.

No caso da atividade Gráficos (seção 3.5.11, pág. 74), um aspecto a ser considerado é que essa tarefa foi desenvolvida no intuito de responder principalmente a tal questão, pois o fato de um aluno ser capaz de elaborar uma história com o mesmo comportamento de um gráfico, pode ser um indício de que ele extraiu algum significado para aquele gráfico. Sendo assim, os resultados da atividade parecem indicar que todas as duplas foram capazes de ler um gráfico, inclusive diferenciando retas com maior e/ou menor inclinação. **Tal fato pôde ser percebido nos momentos** em que os alunos não ficavam satisfeitos com a inclinação obtida no gráfico, alterando os valores das variáveis para que a reta ficasse com uma inclinação mais parecida possível com a que foi pedida.

5.3.1.2 Para as atividades apresentadas, os estudantes desenvolvem alguma estratégia para construir gráficos lineares no papel?

Para a elaboração de um gráfico no papel, observou-se que os estudantes utilizaram o procedimento de dividir a construção dos gráficos em três partes: identificação da variável a ser observada, qual seria o seu valor inicial e posteriormente o seu comportamento com o passar do tempo.

Nas atividades 3, 6e, 8 e 9, foi informado para os alunos qual seria a variável a ser analisada, porém, nas outras, a escolha da mesma passou a fazer parte do desenvolvimento da atividade. Para identificar a variável a ser observada, os alunos buscavam nos textos fornecidos indícios que os levassem a selecionar as variáveis relevantes. O passo seguinte era verificar, dentre as variáveis selecionadas, qual delas seria a variável dependente (recebia influência das outras), sendo então escolhida para ser representada graficamente. Com essas informações, as duplas construíam um modelo diretamente no computador, associando as caixinhas com as variáveis e criando os relacionamento entre elas. Todas as duplas realizaram esta etapa com facilidade.

Vale ressaltar que durante a elaboração do modelo, as duplas conceituaram a maioria das variáveis como objetos, ou seja, o seu nome era associado ao próprio nome do objeto, por exemplo *estacionamento*. Porém no decorrer da construção dos gráficos, ao serem questionados sobre a identificação dos eixos, utilizavam expressões com significado de variáveis conceituadas como quantidades, onde seu nome traduzia um atributo quantificável, como por exemplo *nível do estacionamento*. Esse fato pôde ser percebido também na atividade Desmatamento da Floresta Amazônica (seção 3.5.8, pág. 69 e 155). Foi sugerido pela pesquisadora que o nome da variável a ser observada fosse *Área Desmatada*, dando uma idéia de quantidade, mas a dupla 3 sugeriu que o nome fosse alterado para *Floresta Amazônica*. Contudo, no gráfico, utilizaram o termo *Área de Floresta*.

De acordo com Ogborn (1992) *apud* Camiletti (2001), estudantes entre 8 e 14 anos de idade tendem a ver o mundo constituído por objetos e eventos, em vez de variáveis quantificáveis. Dessa forma, a utilização de um ambiente de modelagem computacional que permita este tipo de construção é bastante adequada, tornando a sua elaboração simples e intuitiva.

Após a seleção da variável a ser representada graficamente, as duplas observavam qual deveria ser o valor inicial desta variável. Uma associação foi feita com a barra de nível da caixinha que representava a variável. Ou seja, se ao iniciar a simulação a barra de nível já estava acima do zero, eles começavam a construção do gráfico fora da origem – colocavam algum valor maior que zero no eixo y ; caso contrário o gráfico era iniciado na origem. A dupla 1 apresentou um pouco de dificuldade neste aspecto, pois em algumas atividades nas quais a barra de nível da variável iniciava acima de zero, em vez de iniciar o desenho em algum lugar acima da origem no próprio eixo y , começavam o gráfico com algum valor no eixo x (tempo). O mesmo não ocorreu quando o valor inicial da variável se mantinha no zero nos primeiros momentos da simulação. Todas as duplas foram capazes de perceber que o tempo estava passando, mas o valor inicial da variável se mantinha no zero. Nesses casos, construíram uma reta iniciando na origem e coincidente com o eixo x .

Em relação ao comportamento da variável com o passar do tempo, observou-se que os alunos tomaram como base, a barra de nível das variáveis durante as simulações. Verificavam se a barra de nível subia ou descia para a construção de retas crescentes ou decrescentes, e a **rapidez** em que se movimentava indicava a inclinação em que a reta deveria ser desenhada. Logo, foi possível constatar que as duplas fizeram uma associação entre inclinação da reta e taxa de variação, uma vez que foram capazes de diferenciar, durante a construção do gráfico, o significado de retas com maior e/ou menor inclinação. Esses indícios sugerem que esse modo de iniciar construção de gráficos poderá representar um meio de amenizar o problema citado por alguns autores (seção 2.4.2), relatando que, freqüentemente, os alunos fazem uso de um ponto do gráfico no momento em que deveriam utilizar a inclinação da reta.

5.3.2 Nas atividades propostas os alunos trabalharam as habilidades sugeridas pelo ENEM? De que forma?

Dentre as habilidades propostas pelo ENEM, as descritas no quadro 2.2, foram consideradas como referência para o desenvolvimento das atividades desta pesquisa. A seguir será comentado como as duplas trabalharam em cada uma dessas habilidades.

- **Identificação das variáveis relevantes de um experimento ou fenômeno** - o procedimento utilizado pelas duplas foi descrito no item anterior (seção 5.2.1.2). Todas as duplas foram capazes de selecionar as variáveis, tanto em atividades apresentadas em forma discursiva ou em forma de ilustração, que no caso da pesquisa, significa estar em forma de modelos ou gráficos. Para a interpretação do comportamento dessas variáveis, os alunos fizeram uso das simulações dos modelos, fornecendo explicações sobre o que acontece com uma variável quando a outra varia. O resultado parece indicar que os alunos foram capazes de raciocinar em nível semiquantitativo (BLISS & OGBORN, 1989), desenvolvendo, assim, uma das habilidades recomendadas pelos PCN's (1998), que sugerem que os alunos sejam capazes de manipular situações que imitam ou se aproximam de um sistema real ou imaginário e fazer previsões por meio de questões que envolvam aspectos qualitativos.
- **Análise de gráficos cartesianos** - de uma forma geral, todas as atividades desenvolvidas abordaram esta habilidade. Os resultados indicam que, nas atividades iniciais, a maioria das duplas identificou os intervalos de crescimento, decrescimento e estabilidade, mas não diferenciaram retas com maior e/ou menor inclinação. Nas tarefas posteriores, observou-se que os alunos mostraram ter desenvolvido maior desenvoltura na percepção das variações ocorridas (taxas de variação). A atividade Gráficos (seção 3.5.11, pág. 74) foi desenvolvida com o objetivo de trabalhar especificamente o desenvolvimento desta habilidade. Os alunos foram capazes de ler as informações contidas nos gráficos, pois construíram modelos que apresentavam o mesmo comportamento dos gráficos. Destaca-se ainda que as duplas foram bastante exigentes em relação à inclinação das retas (taxa de variação), mostrando que compreenderam como deve ser o comportamento de uma variável para que resulte numa reta crescente ou decrescente, com maior ou menor inclinação. Esse fato foi possível ser notado no decorrer das tentativas de se obter um gráfico exatamente igual ao que foi solicitado, pois as duplas não se davam por satisfeitas ao obter um gráfico parecido – ajustavam os valores das variáveis e repetiam a simulação. Embora os alunos tenham demorado mais tempo na elaboração do primeiro gráfico, não é possível afirmar que este seja um gráfico com grau de dificuldade maior que os outros, pois situações similares foram propostas posteriormente e os alunos realizaram com destreza, indicando que a dificuldade inicial pode ter sido causada apenas por este ser o primeiro gráfico e os alunos estavam se familiarizando com a atividade.

- **Formulação de uma situação-problema em diversas linguagens** - todas as atividades foram elaboradas objetivando estimular nos alunos o desenvolvimento da habilidade de descrever uma situação de diversas formas. As atividades, em geral, abordavam três formas de apresentação: textual, forma de modelo e forma gráfica. Sendo assim, uma situação era proposta através de uma dessas três formas e solicitado aos alunos que formulassem a mesma situação nas outras duas formas restantes. Nas atividades iniciadas de forma textual, os alunos não apresentaram dificuldades em relacioná-las com um modelo, entretanto o mesmo não ocorreu com a representação gráfica. Inicialmente os alunos demonstraram alguma destreza na representação e reconhecimento de intervalos de crescimento, decrescimento e estabilidade, mas não foram capazes de perceber e representar maior e/ou menor decrescimento (taxa de variação). Porém nas atividades realizadas a partir do terceiro encontro, foi observado que esta dificuldade foi superada e as duplas obtiveram sucesso nas representações gráficas. Nas atividades iniciadas de outra forma (modelo ou gráfica), os alunos foram capazes de realizar a sua formulação nas outras linguagens com facilidade.

5.3.3 A ferramenta serviu como suporte para o aluno construir e interpretar gráficos? De que maneira?

Durante a utilização da ferramenta WLinkIt na realização das atividades, foi possível observar sua funcionalidade para o desenvolvimento das habilidades relacionadas à construção e interpretação de gráficos, assim como alguns aspectos sobre o seu funcionamento. A seguir serão citados alguns fatores que foram considerados para a obtenção de uma resposta para essa questão.

De acordo com a colocação feita no capítulo 2 (seção 2.4.2), a maneira como o ensino de gráficos é introduzido atualmente, pode induzir o aluno a ter uma “concepção de gráficos como uma coleção de pontos isolados” (YERUSHALMY ,1988 *apud* GOMES FERREIRA , 2001), tendo como referência uma figura estática (GOLDENBERG, 1988). A utilização desse ambiente computacional no ensino de gráficos parece ter amenizado este problema, pois o fato de ser um ambiente dinâmico, proporcionou aos alunos a possibilidade de “ver” o gráfico sendo construído, ou seja, foi possível verificar que um gráfico é a representação de algo **dinâmico** (no sentido de tempo passando), no caso, um modelo. A constatação disso pôde ser averiguada na maneira como

os alunos descreveram o comportamento dos gráficos, seja através das legendas ou dos textos. Apresentaram uma leitura global, interpretando tanto os pontos como os intervalos entre eles. Tais dados podem ser considerados como indícios de que a idéia de gráfico como uma figura estática pode estar sendo **complementada** pela imagem de uma figura que representa diferentes momentos de uma situação fenômeno (dinâmico).

Um outro item que também deve ser mencionado é o fato de que trabalhando neste ambiente computacional não foi necessário que os alunos dominassem a formalidade matemática para a construção de gráficos, como definir escalas e marcar pontos, tópicos normalmente apresentados logo no início de atividades com gráficos no currículo tradicional de Matemática. Cabe ressaltar que isso não quer dizer que tópicos como os mencionados não são relevantes, simplesmente não foram necessários nesse momento, pois a intenção foi de **que** os alunos **tivessem** um primeiro contato com gráficos. Posteriormente essas sintaxes podem ser discutidas, com outra metodologia, já que a ferramenta utilizada não oferece esta opção. Sendo assim, foi possível perceber que o desenvolvimento das atividades no WLinkIt permitiu que os alunos representassem suas idéias em relação à determinada situação pela seleção das variáveis relevantes e do relacionamento entre elas. Observou-se que, conforme descrito nos itens anteriores (seções 5.2.1.2 e 5.2.2), a análise do comportamento das variáveis durante as simulações do modelo foi o referencial dos alunos para a construção dos gráficos.

Os resultados parecem indicar que os alunos foram capazes de construir e interpretar gráficos através da utilização deste ambiente, podendo ser considerado que a ferramenta foi adequada para a finalidade proposta.

5.3.3.1 Críticas ao software WLinkIt

Em relação aos aspectos observados sobre funcionamento da ferramenta, de uma maneira geral, pode-se dizer que os alunos não apresentaram dificuldades em manuseá-la. Vale ressaltar que algumas atividades foram elaboradas somente com tal propósito, o de familiarizar os alunos com a ferramenta. Sendo assim, os recursos foram sendo explorados à medida que a atividade em desenvolvimento exigia, e nem todos foram utilizados. Foi possível perceber ainda outros três aspectos, que serão descritos a seguir.

O primeiro deles é relativo a área destinada a construção dos gráficos. Como o foco das atividades foi a saída gráfica, em algumas delas notou-se que os alunos sentiram necessidade de um espaço um pouco maior para esse fim, pois assim o comportamento dos gráficos poderia ser observado por um tempo mais longo, permitindo que fizessem uma análise mais detalhada. Como existe uma proporção entre a barra de nível das variáveis e o eixo do tempo (1:1), sugere-se que esta proporção seja alterada para 1: 3, por exemplo.

O segundo aspecto a ser descrito relaciona-se ao fato de voltar os valores das variáveis antes da simulação. Será apresentada uma situação em que as duplas encontraram-se envolvidas, considerando como exemplo a Atividade Gráficos (pág. 74) realizada pela dupla 3. Ao iniciar a atividade a dupla desejava obter uma reta crescente. Sendo assim, a simulação foi iniciada conforme mostrado na figura abaixo (figura 5.1), obtendo uma reta como a apresentada na saída gráfica.

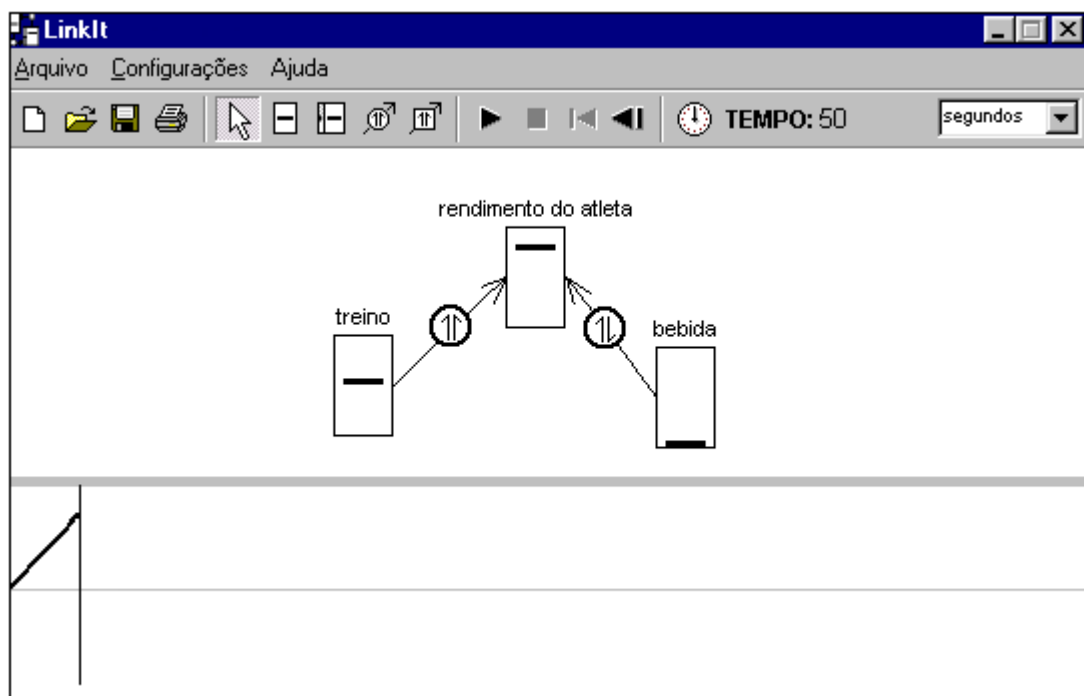


Figura 5.1 – Modelo utilizado pela dupla 3 para obter uma reta crescente

Posteriormente, desejavam construir uma reta indicando que o valor da variável estava decrescendo lentamente. Sendo assim, alteraram os valores das variáveis (diminuíram *treino* e aumentaram *bebida*). O resultado obtido aparece na figura 5.2.

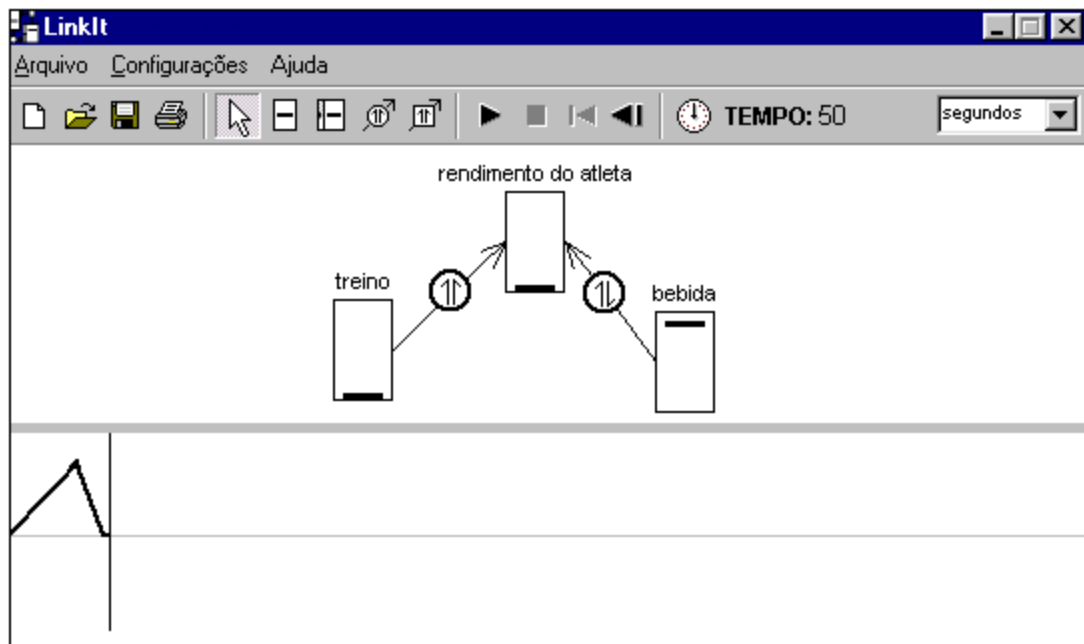


Figura 5.2 - Modelo utilizado pela dupla 3 para obter uma reta decrescente

A dupla não ficou satisfeita com o resultado obtido, sendo necessário, então, começar a atividade novamente. Na versão atual da ferramenta, existe a possibilidade de se retornar aos valores das variáveis antes da última simulação (barra de nível), mas seria interessante se retornasse também a figura do gráfico. No caso da situação apresentada, os alunos só precisariam refazer a reta decrescente, pois a crescente seria mantida.

O último aspecto a ser abordado é o fato de que quando o usuário termina a simulação de um modelo que utilizou a saída gráfica, ao iniciar a elaboração de um novo modelo, a área destinada ao gráfico não é reiniciada (limpa), conforme ocorre com a área de trabalho e com o tempo. Isso só ocorre se o relógio for zerado manualmente. Mas é bem provável que tal problema seja ocasionado por um *bug* do programa¹⁵, podendo ser corrigido com facilidade.

¹⁵ Erro nas linhas de código de um programa.

5.4 O MATERIAL INSTRUCIONAL

Para a realização desta pesquisa foi necessário o desenvolvimento de um material instrucional específico para esse fim, descrito no item 3.5, disponibilizado no Apêndice A. Pode-se dizer que as atividades que constituem esse material foram elaboradas basicamente com dois propósitos: familiarizar o aluno com a ferramenta e desenvolver neles algumas habilidades necessárias para a análise de gráficos.

Em relação às atividades desenvolvidas com o primeiro propósito, ou seja, apresentar a ferramenta e seus recursos aos alunos, observou-se que seus objetivos foram atingidos. Foi possível perceber que todas as duplas utilizaram com destreza os componentes básicos da ferramenta (item 2.5.3.1), empregando-os adequadamente na elaboração dos modelos, sendo capazes de fazer as alterações necessárias quando o resultado obtido não era o esperado. A maioria delas explicou de maneira adequada as alterações feitas no modelo, indicando que adquiriram um certo grau de conhecimento sobre o que estavam fazendo.

Nas atividades desenvolvidas com o segundo propósito, algumas observações puderam ser feitas. Por exemplo, na atividade da Dinâmica Populacional das Abelhas (seção 3.5.3, pág 61 e 148) os alunos apresentaram um pouco de dificuldade para iniciar a análise do texto, sendo necessária a ajuda da pesquisadora. Sugere-se, portanto, que tal atividade não seja proposta no primeiro encontro, mas numa situação em que os alunos já estejam mais confortáveis para utilizar a ferramenta e também em modelar situações.

Ainda em relação a esse tipo de atividade, as situações em que as variáveis apresentavam valores abaixo de zero foram pouco exploradas (figura 4.35). Durante o desenvolvimento da atividade Gráficos, a dupla 4 construiu um modelo no qual havia a necessidade de uma variável desse tipo, mas não souberam como fazer. Foi necessária a intervenção da pesquisadora para esclarecer essa dúvida. Assim, parece que existe a necessidade de elaborar atividades que exijam este tipo de conhecimento, uma vez que no WLinkIt, a Área de Gráficos permite que gráficos com valores negativos para o eixo y sejam construídos.

Para o desenvolvimento das atividades foram consideradas as sugestões citadas pelos PCN's (1998), que indicam que a Matemática pode se tornar mais interessante se trabalhada mais próxima da realidade. Buscou-se, portanto, contemplar temas relacionados a Meio Ambiente,

Saúde e Ética, dentre outros sugeridos como Temas Transversais. Levou-se em consideração também as colocações de alguns autores que relacionam o fato dos alunos apresentarem maior facilidade para interpretar e utilizar gráficos quando estes são criados em situação familiar para eles (AINLEY, 1994; NEMIROVSKY, 1998 *apud* GOMES FERREIRA, 2001).

Uma vez reformuladas as situações aqui citadas, a partir dos resultados deste estudo, é possível dizer que o material elaborado pode ser tomado como base para o desenvolvimento de materiais para a introdução de Modelagem Computacional no currículo de Matemática, pois a maior parte das atividades propostas atingiu seus objetivos.

5.5 TRABALHOS FUTUROS

De acordo com o que foi exposto nas seções anteriores, o principal objetivo desta pesquisa foi iniciar o estudo de gráficos lineares de uma forma diferente da que vem sendo proposta atualmente, procurando desenvolver habilidades de construção e interpretação sem exigir algumas formalidades matemáticas, como definir escalas e marcar pontos. Os resultados encontrados sugerem que os alunos da 7ª série do Ensino Fundamental são capazes de construir e interpretar gráficos lineares a partir da utilização da ferramenta de Modelagem Computacional WLinkIt. Os aspectos analisados relacionaram-se às habilidades trabalhadas com gráficos, englobando os tópicos de localização e classificação das variações, como os alunos entendem maior e/ou menor inclinação e como eles descrevem um gráfico.

Entretanto, esses resultados indicam também que outras questões de pesquisa podem ser estabelecidas, instigando o desenvolvimento de novos estudos para que possam ser respondidas.

Durante a construção dos modelos nas atividades propostas, observou-se que os alunos nomearam a maioria das variáveis como objetos, corroborando o argumento de Ogborn (1992) *apud* Camiletti (2001) de que estudantes entre 8 e 14 anos de idade tendem a ver o mundo constituído por objetos e eventos, em vez de variáveis quantificáveis. Como objetivo deste estudo não consistiu em averiguar tal assunto, não é possível afirmar se os estudantes estavam conceituando as variáveis como objetos ou se nomeavam como objetos, pensando de forma

quantificável. Assim, poderia ser desenvolvido um estudo que investigasse como o conceito de variável é interpretado pelos alunos.

Um outro aspecto que pode ser aprofundado, associa-se à relação de dependência entre as variáveis. Observou-se que os alunos não apresentaram dificuldades em identificar os pares de causa e efeito durante a construção dos modelos, assim como na atividade Pares de Causa e Efeito (seção 3.5.7) elaborada para esse fim. Indícios como esses apontam no sentido de que a ferramenta pode ser também propícia para a introdução do tópico de Funções de uma maneira mais simples e intuitiva, deixando todo o formalismo para uma segunda etapa.

A última questão a ser sugerida relaciona-se à introdução da **Modelagem Computacional** no currículo escolar, particularmente no ensino da Matemática. Os resultados dessa pesquisa e de trabalhos anteriores sugerem que a utilização de **Modelagem Dinâmica** no ensino tem um futuro promissor, podendo ser considerada como mais uma contribuição à integração de tais ambientes no contexto escolar, particularmente no ensino de matemática. Dessa forma, faz-se necessário investigações mais aprofundadas no sentido de desenvolver propostas pedagógicas para introdução de tal ferramental na sala de aula.

Capítulo 6

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIEMBENGUT, M.S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. São Paulo: Contexto, 2000.

BLISS, J. et al. **Learning with Artificial Words: Computer Based Modelling in the Curriculum**. Londres : The Falmer Press, 1994.

BLISS, J.; MONK, M.; OGBORN, J. **Qualitative Data Analysis for Educational Research: A guide to uses of systemic networks**. London: Croom Helm, 1983.

BLISS, J.; OGBORN, J. **Tools for Exploratory Learning. A Research Programme**. Journal of Computer Assisted Learning, vol. 5, 37-50, 1989.

BRASIL. MEC. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília, 1998.

BURNIER, S. **Pedagogia das Competências: Conteúdos e Métodos** - Boletim Técnico do SENAC, Rio de Janeiro, Volume 27, Número 3, Set/Dez 2001

CAMILETTI, G.G. **A Modelagem Computacional Semiquantitativa no Estudo de Tópicos de Ciências: Um Estudo Exploratório com Estudantes Universitários**. Dissertação (Mestrado) – Centro Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, 2001.

CAMILETTI, G.G.; FERRACIOLI, L. **A Utilização do Ambiente de Modelagem Computacional STELLA no Estudo do Sistema Mola-Massa**. In: IV Seminário sobre Representações e Modelagem no Processo de Ensino-Aprendizagem, Vitória, 2003, p. 255-272.

CNE – **Pareceres**. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/cne/parecer2.shtm#1999B>>
Acesso em: 10/11/2004.

CYSNEIROS, P.G. **A Assimilação da Informática pela Escola**. In: III Congresso da Rede Iberoamericana de Informática Educativa, Barranquilla, Colômbia, 1996.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática: da teoria a prática**. Campinas: Papirus, 1996.

DANTE, L.R. **Tudo é Matemática**. São Paulo: Editora Ática, 8ª série, p. 136-168, 2002.

ELIA, M.F. *et al.* **Gerador de Rede Sistêmicas: Uma aplicação para o levantamento de pré-concepções sobre as estações do ano**. In: XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, WIE 2003, Campinas, SP, 2003.

ENEM. **Revista do Exame nacional do Ensino Médio**. Ano II, nº 2. 2002

_____. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/basica/enem>>. Acesso em: 10/11/2004.

FERRACIOLI, L.; CASTRO, R. **Segunda Lei da Termodinâmica: Um estudo de seu entendimento por professores do ensino médio**. In: VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, EPEF, Águas de Lindóia, SP, 2002. Disponível em: <http://www.sbfl.if.usp.br/eventos/epf/viii/PDFs/CO19_3.pdf> . Acesso em: 10/11/2004.

FORRESTER, J. **Principles of Systems**. Cambridge, MA: Wright-Allen Press, 1968.

FORRESTER, J. *et al.* **The Future of System Dynamics and Learner-Centered Learning in k-12 Education**. Essex, Massachusetts, 2001. Disponível em: <<http://www.clexchange.org/>>. Acesso em: 10/11/2004.

FRIEL, S.N.; CURCIO, F.R.; BRIGHT, G.W. **Making Sense of Graphs: Critical Factors Influencing Comprehension and Instructional Implications**. Journal for Research in Mathematics Education 2001, Vol. 32. Nº 2, 124 - 158.

GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 2002.

GIOVANNI, J.R.; CASTRUCCI, B.; GIOVANNI JR., J.R. **A Conquista da Matemática**. São Paulo: FTD, v.4, p. 100-126, 284-290, 1998.

GIOVANNI, J.R.; GIOVANNI JR., J.R.. **Matemática – Pensar e Descobrir**. São Paulo: FTD, v.4, p. 147-156, 186-194, 218-223, 247-255, 2000.

GLASS, W.B. **Designing a Hands-On Approach to Calculus**. Massachusetts Institute of Technology, 1992.

GOLDENBERG, E.P. **Mathematics, Metaphors and Human Factors: Mathematical, Technical and Pedagogical Challenges in the Educational Use of Graphical Representation of Functions**. The Journal of Mathematical Behaviour, 1988.

GOMES FERREIRA, V.G.; GUIMARÃES, G.L.; ROAZZI, A. **Interpretando e Construindo Gráficos**. In: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, 24ª Reunião Anual, 2001. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/24/T1961055920448.DOC>>. Acesso em: 10/11/2004.

HADJIDEMETRIOU, C. ; WILLIAMS, J. S. **Assessing Graphical Literacy in Year 10 Mathematics Pupils**. British Educational Research Association Student Symposium, 2000. Disponível em: <<http://www.education.man.ac.uk/lta/ch/ch1.pdf>>. Acesso em: 10/11/2004.

IMENES, L.M.; LELLIS, M. **Matemática para Todos**. São Paulo: Scipione, 7ª série, p. 155-160, 2002.

JOHNSON-LAIRD, P. N. **Mental Models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.

KURTZ DOS SANTOS, A.C. **Introdução à Modelagem Computacional**. Rio Grande: FURG, 1995.

KURTZ dos SANTOS, A.C.; GONÇALVES, G.P.; ARAUJO, I.S. **A Modelagem Semiquantitativa e o Pensamento Sistêmico sobre um Problema Ambiental**. In: X Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Curitiba, PR, 1999.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Técnicas de Pesquisa : Planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. São Paulo: Atlas, 1986.

LANNES, W.; LANNES, R. **Matemática**. São Paulo: Editora do Brasil, v. 4, p. 116-127, 2001.

MANDINACH, E. B.; CLINE, H. F. **Classroom Dynamics: Implementing a Technology-Based Learning Environment**. Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum Associates, 1994.

MAZZOTTI, A.J.A.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998.

MONS, J. **A System Dynamics Primer - Introducing System Dynamics to Elementary Students**. In: “The 4th R” © GIST, 2000. Waters’ Foundation Project, 2001. Disponível em: <http://www.clexchange.org/conference/cle_2002conference.htm>. Acesso em: 10/11/2004.

MONTEIRO, C.; AINLEY, J. **Developing Critical Sense in Graphing**. In: Proceedings of III Conference of the European Society for Research in Mathematics Education, Bellaria, Itália, 2003. Disponível em: <http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/proceedings/Groups/TG5/TG5_monteiro_cerm e3.pdf>. Acesso em: 10/11/2004.

MOREIRA, G.S. **A Utilização de um Ambiente de Modelagem Computacional no Ensino/Aprendizagem de Economia**. Dissertação de Mestrado : Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ/DCC/IM/NCE, 2001.

RICHMOND, B.; PETERSON, S. **STELLA II: An Introduction to Systems Thinking**. High Performance Systems, 1994.

RUDIO, F.V. **Introdução ao Projeto de Pesquisa Científica**. Petrópolis: Vozes, 2002.

SAEB. **Relatório do SAEB 2001– Matemática**.

Disponível em:

<http://www.inep.gov.br/download/saeb/2001/relatorioSAEB_matematica.pdf>. Acesso em: 10/11/2004.

SAMPAIO, F.F. **Ferramenta de Modelagem Dinâmica Sem Matemática**. In: VI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Florianópolis, 1995.

_____. **LINKIT: Design Development and Testing of a Semi-Quantitative Computer Modeling Tool**. Tese (Doutorado) - Departamento de Ciência e Tecnologia, Instituto de Educação da Universidade de Londres, Inglaterra, 1996.

_____. **Modelagem Dinâmica Computacional e o Processo de Ensino-Aprendizagem: Algumas Questões para Reflexão**. In: Conferência Internacional de Informática e Educação do Chile – TISE’98.

_____. **WLinkIt – Some Hints To Use The System**.
Disponível em: <<http://www.nce.ufrj.br/ginape/wlinkit>>. Acesso em: 10/11/2004.

TINOCO, L.A.A. **Construindo o Conceito de Função no 1º Grau**. Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro – Projeto Fundação – SPEC/PADCT/CAPES, 1998.

VALENTE, J.A. **Computadores e Conhecimento – Repensando a Educação**. São Paulo: Unicamp, 1993.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

Apêndice A

MATERIAL INSTRUCIONAL

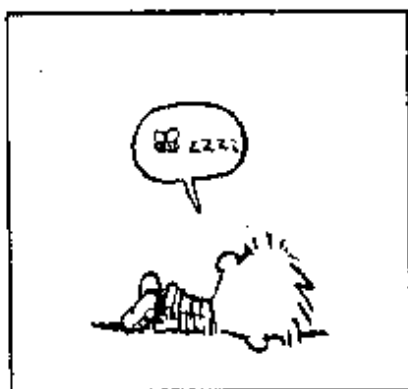
Nesse apêndice será apresentado o material instrucional desenvolvido para a realização dessa pesquisa. A seguir, serão apresentadas as atividades que foram entregues aos alunos através de material impresso. As tarefas que iniciaram diretamente no computador estão descritas na seção 3.5, assim como seus respectivos modelos.

HISTÓRIA EM QUADRINHOS DO CALVIN

Nomes: _____ Data: _____

1) Leia atentamente a história em quadrinhos abaixo:

É LUTRANTE! PORQUE EU DEVERIA IR PARA A CAMA? NÃO Tô CANSADO! SÃO SÓ 7:30! É TIRANIA! TÔ!



1



2



3



4



5



6



7



8



9

2) Responda as seguintes questões:

- a) Quais são os sentimentos de Calvin que você acha que estão envolvidos nesta história?

- b) Escolha um dos sentimentos citados na questão anterior. Este sentimento tem a mesma intensidade do começo ao fim da história? Descreva como ele evolui no decorrer da história.

- c) Como seria então o gráfico desse sentimento à medida que a história acontece?

DINÂMICA POPULACIONAL DAS ABELHAS

Nomes: _____ Data: _____

Leia atentamente o texto abaixo:

Dinâmica Populacional das Abelhas

Uma colméia em plena produção chega a ter entre 60 a 80 mil operárias, 400 zangões e uma rainha. O tempo de vida depende da abundância de alimentos, do clima e do período de atividade.

As abelhas operárias são estéreis e possuem um período de vida compreendido entre 38 e 40 dias; os zangões podem viver até 80 dias; a rainha pode viver até cinco anos. O período larval de uma abelha operária é de 21 dias e da rainha de 15 a 16 dias. A partir do segundo ano de vida, a rainha diminui a postura de ovos. As operárias então começam a preparar uma “nova” rainha, que uma vez fecundada, expulsa a “velha” rainha. A “velha” rainha sai da colméia, levando consigo aproximadamente 10 mil operárias: é o exame voador. A natureza mostra que este enxame voador forma uma nova colméia.

Para fazermos uma pequena análise do ciclo de vida das abelhas, vamos ter como base valores relativos ao processo de nascimento e morte das abelhas:

- Número de abelhas numa família nova: 10.000 abelhas
- Postura média de uma rainha: 2.000 ovos/dia
- Longevidade das operárias: 40 dias
- Período entre postura e nascimento: 21 dias (período larval)
- Mortalidade: 250 abelhas/dia

Objetivando fazer uma análise do ciclo de vida de uma nova colméia, responda as seguintes questões.

- 1) Como não temos informações quanto à idade dessas 10 mil operárias do enxame voador e, considerando que as novas operárias só começarão a nascer a partir do 21º dia, o que acontece com a população de abelhas nos primeiros 20 dias?

- 2) O que começa acontecer a partir do 21º dia da nova colméia? A partir de que dia esta situação começa a mudar?

3) O que acontece com a população entre o 21º dia e o 40º dia?

4) O que acontece a partir do 41º dia? Estão morrendo abelhas? Estão nascendo? Até quando esta situação permanece?

5) Como fica a população entre o 41º dia e o 60º dia ?

6) Vamos analisar a população de abelhas a partir do 61º dia. Morrem abelhas? Em caso afirmativo, quantas por dia? Nascem abelhas? Em caso afirmativo, quantas por dia?

7) Qual seria o resultado da população neste período (a partir do 61º dia)?

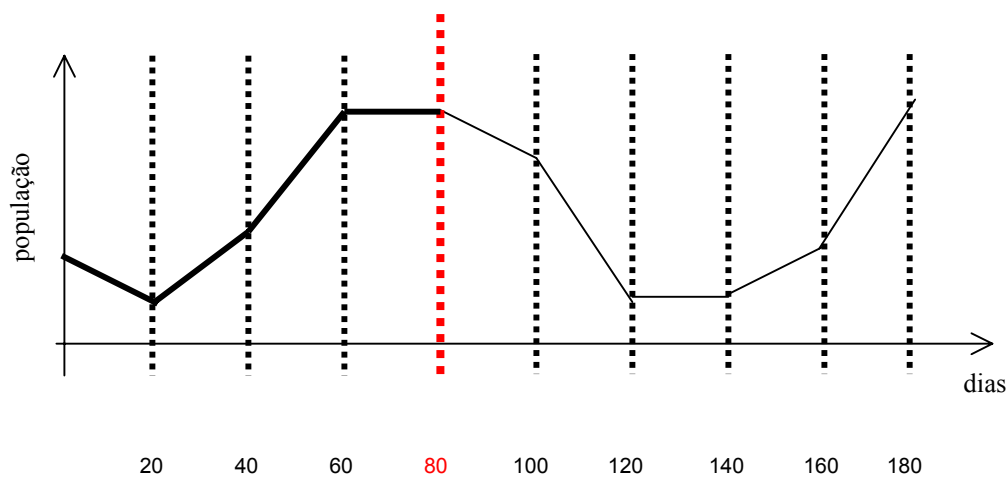
8) Em quantas fases (partes) podemos dividir o ciclo de vida de uma nova colméia? Você pode dar nomes a essas fases?

9) Considerando as respostas acima, como você acha que será o comportamento da população de abelhas nesta nova colméia?

10) Como você desenharia um gráfico para representar este comportamento?

Nomes: _____ Data: _____

Observe o gráfico abaixo.



Neste gráfico, a primeira parte está de acordo com o texto lido anteriormente. No entanto, foi acrescentado uma segunda parte com um novo conjunto de dias. Complete a história da nova colméia a partir do octogésimo dia, onde o comportamento desta nova parte possa ser representado pela segunda parte do gráfico.

PEQUENOS TEXTOS PARA MODELAGEM

Nome: _____ Data: _____

Abaixo estão apresentados alguns textos. Sua tarefa será ler estes textos e construir os modelos de acordo com o seu entendimento.

- 1) Uma banheira que possui uma torneira aberta.

Agora abrimos o ralo da mesma banheira.

A torneira joga mais água do que o ralo escoar.

O ralo escoar mais rápido do que a torneira jogar água.

Em cada uma das situações acima, como se comporta o volume de água?

- 2) Anúncio do jornal O Globo (17/08/2003) – Classificados

VENDEDOR(A). Interno(a). Ganhos R\$1.300,00. 2º grau, experiência. Oferece: vale- transporte +prêmio +registro em carteira. (...)

Como você faria um modelo para representar a situação acima?

Devemos lembrar que todo trabalhador com carteira assinada é descontado para contribuição do INSS. Como ficaria então o seu modelo?

- 3) Já é de conhecimento da população brasileira que a região nordeste do Brasil tem sérios problemas de seca. Muitos acham que isso ocorre devido a falta de chuvas, mas a opinião de um geólogo é diferente: “O problema lá não é que chove pouco, mas que evapora muito”. (Revista Galileu – março / 2003)

Faça um modelo que represente a frase do geólogo.

CONTINUAÇÃO DA ATIVIDADE PEQUENOS TEXTOS PARA MODELAGEM

Nome: _____ Data: _____

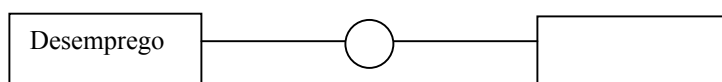
- 4) A sede não é o único problema causado pela falta de água. Anualmente milhões de pessoas morrem por causa de doenças transmitidas por parasitas que se disseminam na água, principalmente devido a falta de tratamento do esgoto doméstico. Com isso, o governo tem um gasto maior com despesas médicas. O governo deveria investir mais em saneamento básico, pois quanto mais saneamento básico existe, menos o governo precisa gastar em despesas médicas.
- 5) O estacionamento de um shopping tem, aparentemente, o seguinte comportamento: no momento da abertura ($\cong$ por 2h), somente entram carros; durante o dia ($\cong$ 6h) entram a mesma quantidade de carros que saem; no final do dia ($\cong$ 1h) somente saem carros. De acordo com esses dados, você acha que todos os carros irão sair do estacionamento? Como seria o gráfico da quantidade de carros no estacionamento durante 1 dia?

PARES DE CAUSA E EFEITO

Nome: _____ Data: _____

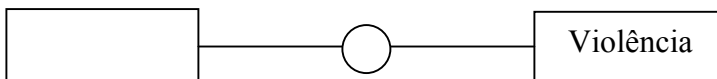
Abaixo estão alguns exemplos de pares de causa e efeito. Preencha as caixinhas em branco com a palavra que melhor representa a situação apresentada na frase. Depois verifique como devem ser colocadas as setinhas dos relacionamentos.

- 1) Quanto maior o número de desemprego, mais rapidamente cresce a violência na cidade.



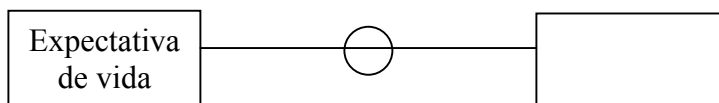
O que você acha que aconteceria se não houvesse desemprego? Por quê?

- 2) Se fossem oferecidos um maior número de empregos, a violência seria menor.



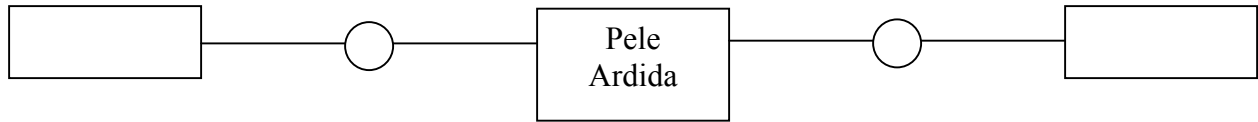
Considerando que hoje temos um baixo número de empregos disponíveis, como fica a violência? Por quê?

- 3) Se uma pessoa leva uma vida saudável, então ela pode ter uma maior expectativa de vida.



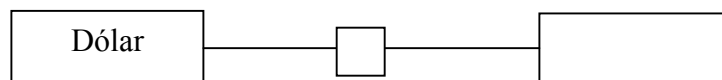
Qual é a expectativa de vida de uma pessoa que não possui hábitos de cigarro e bebida? Por quê?

4) Em dias de sol as pessoas devem usar filtro solar na praia para a pele não ficar ardida.



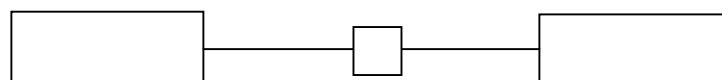
Uma pessoa foi a praia e teve uma insolação. Neste caso, como estavam os níveis das variáveis?

5) Se o valor do dólar sobe, o preço dos computadores também sobe.



Uma pessoa diz que comprou um computador por um baixo valor. Nesta situação, o dólar estava alto ou baixo? Por quê?

6) Quanto mais pessoas utilizam o cinto de segurança, menos mortes por acidente ocorrerão nas estradas.



O que acontece quando as pessoas deixam de usar o cinto de segurança? Por quê?

DESMATAMENTO DA FLORESTA AMAZÔNICA

(Fonte: Jornal O Globo – 31 / 07/ 2003)

TEMA EM DISCUSSÃO: *Floresta Amazônica*

NOSSA OPINIÃO

Conter a destruição

Por mais chocantes que sejam os dados que periodicamente mostram o crescimento da área desmatada da Amazônia, o Brasil parece incapaz de conter a destruição.

É verdade que no início do ano passado, talvez pela primeira vez desde que o problema foi detectado, o ritmo de devastação deu sinais de diminuição, segundo a revista "Science". Mas o otimismo durou pouco: de acordo com recentes informações do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, de agosto de 2001 a agosto de 2002 foram destruídos 25 mil quilômetros quadrados da floresta, cerca de 40% mais do que nos 12 meses anteriores. Para comparação: a área do estado de Sergipe é um pouco menos do que 22 mil quilômetros quadrados.

O que causa alarme é justamente que o desmatamento não

só continua como está em aceleração — a despeito da ação do governo anterior, que parecia promissora no combate às queimadas e promovendo mudanças na regulamentação do uso da terra. Muito mais poderosos, vê-se agora, foram os efeitos do avanço da fronteira agrícola e da pecuária, da atividade das madeireiras ilegais e das trágicas queimadas.

É claro que esse imenso desastre ambiental não pode ser debitado a um governo que mal completou seis meses, menos ainda a um único ministério, o do Meio Ambiente; nem se pode atribuir responsabilidade exclusiva pelo problema ao poder público: toda a sociedade precisa participar dessa luta. Mas o primeiro passo, de fato, caberá sempre ao governo, e precisa tomar a forma de um programa abrangente e realista de preservação do maior patrimônio natural do país.

O globo 31/07/03

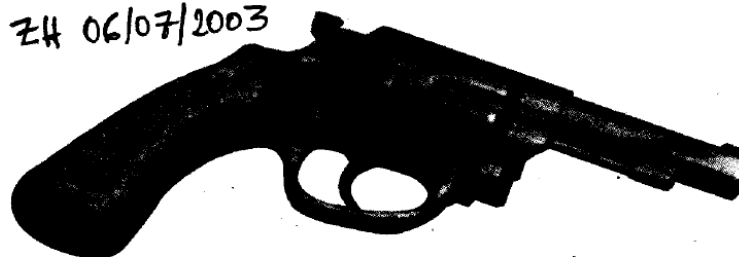
CAMPANHA PARA O DESARMAMENTO

Disponível em:

<http://www.fisica.furg.br/modelciencias/bin/materiais/files/contrarmas.pdf><http://www.fisica.furg.br/modelciencias/bin/materiais/files/favorarma.pdf>

(Fonte: Jornal Zero Hora – 06 / 07/ 2003)

ZH 06/07/2003



CONTRA

FABIANO BURKHARDT

◆ Especial/ZH

Em um país onde mais de cem pessoas morrem diariamente por disparos de armas de fogo, começa a ganhar força no Congresso a proposta de proibir o porte de armas.

O principal argumento de grupos pacifistas e de direitos humanos – os índices de mortalidade seriam proporcionais ao número de armas em circulação – convenceu o ministro da Justiça, Márcio Thomaz Bastos, a defender mudanças na lei.

Em uma década (1991 a 2000), 266 mil pessoas foram mortas, tornaram-se vítimas de acidentes ou cometeram suicídio com esse tipo de arma, segundo levantamento do Núcleo de Estudos da Violência da Universidade de São Paulo (USP) com base em dados do Ministério da Saúde. Estimativas indicam que, só em 2002, foram cerca de 40 mil mortes.

– Pesquisas internacionais provam que essa relação (entre os índices de mortalidade e a quantidade de armas em circulação) existe – afirma a médica Maria Fernanda Tourinho Peres, coordenadora da pesquisa.

No Brasil, o Mapa da Violência, publicado há quatro anos com base em dados da Organização Mundial de Saúde e do governo federal, indica que em 62,7% dos assassinatos são usadas armas de fogo. A falta de um sistema de controle eficiente no país impede que se saiba exatamente quantas armas (legais e clandestinas) existem.

A organização não-governamental Viva Rio desenvolveu uma pesquisa sobre armas apreendidas no Estado do Rio em 1999. Os dados, inéditos, indicam que 225 mil das

700 mil armas apreendidas naquele ano – mais de 30% – foram originalmente compradas por cidadãos comuns e posteriormente tomadas e usadas por criminosos.

– Em algum momento, a arma comprada legalmente chega à clandestinidade – afirma Antônio Rangel Bandeira, coordenador de desarmamento do Viva Rio.

Projeto do governo será enviado ao Congresso

No mesmo ano, 10 mil armas teriam desaparecido – furtadas, roubadas ou simplesmente desviadas – de empresas de segurança privada do Rio. No Rio Grande do Sul, existem 1 milhão de armas legais e cerca de 200 mil não-cadastradas pela Polícia Civil, mas não há estimativas sobre a quantidade de armas clandestinas.

O ministro Márcio Thomaz Bastos disse apoiar a proibição do porte e ter fortes restrições à posse de armas. Thomaz Bastos anunciou que o governo enviará até terça-feira o projeto de uma nova lei sobre o assunto ao Congresso.

Ele vai tentar aglutinar quase cem propostas de desarmamento, que vão desde mais restrições à compra até banir o uso de armas por cidadãos comuns. Os projetos tramitam no Congresso desde 1999, mas esbar-

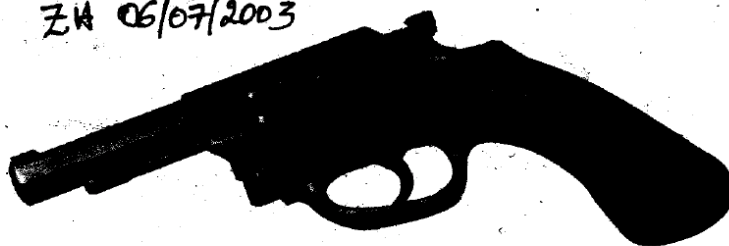
ram na oposição de parlamentares ligados às indústrias do setor – boa parte do Rio Grande do Sul.

fabiano.burkhardt@zerohora.com.br

Antônio Rangel Bandeira, sociólogo, coordenador de desarmamento do Movimento Viva Rio:

“Quase 40 mil pessoas morreram vítimas de armas de fogo no Brasil em 2002. É quase uma Guerra do Vietnã por ano”

ZM 06/07/2003



A FAVOR

Quem será desarmado se o porte de armas for proibido?

O crime organizado ou o cidadão comum? É a essa pergunta que se apegam os defensores da atual legislação – indústrias do setor, parlamentares e donos de armas para defesa pessoal.

Elas alertam que a medida teria como contrapartida o aumento da ousadia dos criminosos.

A extinção do porte de armas para os cidadãos comuns funcionaria, afirmam, como uma garantia dada aos assaltantes de que suas vítimas não têm como reagir em caso de um ataque. A proibição é defendida pelo ministro da Justiça, Márcio Thomaz Bastos.

O projeto do governo ainda não foi enviado ao Congresso, mas uma proposição aprovada na última quarta-feira pela Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania do Senado antecipou a punição mais rígida: o porte ilegal de arma pode passar a ser crime inafiançável.

A proposta ainda será votada pela Câmara.

Os efeitos da proibição do porte aos cidadãos comuns sobre o crime seriam mínimos, sustentam os empresários do setor. O governo tiraria de circulação apenas as armas legais, e não as clandestinas, usadas por criminosos.

Sob esse ponto de vista, proibir o porte de armas legais apenas estimularia o contrabando.

— O cidadão de bem estão sendo penalizado pelo excesso de ar-

mas nas mãos dos bandidos – afirma o delegado Aristóteles Jorge Bridi, da Divisão de Armas, Munições e Explosivos da Polícia Civil gaúcha.

Mais armas e menos mortes, dizem indústrias

Segundo as indústrias, a comparação entre a quantidade de armas legais e o número de homicídios nos Estados indicariam que ocorrem menos mortes em locais onde a população está mais armada. No Rio Grande do Sul, por exemplo, há uma arma registrada para cada 10,86 habitantes. Em 2000, a taxa de homicídios no Estado foi de 13,32 mortes para cada 100 mil habitantes. Em São Paulo, onde há menos armas, proporcionalmente – uma para cada 74,54 habitantes –, a taxa atingiu 50,71 mortes para cada 100 mil pessoas.

Segundo a Forjas Taurus, principal fabricante brasileira, com sede em Porto Alegre, o destino de quase toda a produção nacional de armas são a exportação e o fornecimento às Forças Armadas e às polícias Civil e Militar. As armas ilegais apreendidas no Brasil entrariam no país pelas fronteiras.

A alegação de que andar armado aumenta o risco também é contestada. Thompson Cardoso, diretor de uma escola de tiro, afirma que poucos atiradores registram ocorrência policial quando são bem-sucedidos ao reagir. Por isso, seriam conhecidos apenas casos de pessoas armadas que se deixaram dominar por assaltantes.

Na quinta-feira à noite, um empresário de Estância Velha frustrou um assalto usando uma pistola. Cinco homens tentaram atacá-lo quando ele estacionava o carro, mas o empresário reagiu, feriu três criminosos e escapou ileso.

“

Delegado Aristóteles Jorge Bridi, da Divisão de Armas, Munições e Explosivos da Polícia Civil gaúcha

“Se o porte for proibido no país, a circulação de armas ilegais vai aumentar.”

”

Apêndice B

TRANSCRIÇÃO DOS DIÁLOGOS E DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELA DUPLA 3

Este apêndice será apresentado em duas partes: a primeira parte exibirá um exemplar da transcrição dos diálogos da dupla 3 (na íntegra) e a segunda, as atividades desenvolvidas por esta mesma dupla. O primeiro encontro foi realizado com todas as duplas ao mesmo tempo, mas a partir do segundo encontro, cada dupla teve seu momento separadamente. Sendo assim, o leitor poderá perceber a fala de vários alunos na transcrição do 1º dia e, posteriormente, somente os alunos A5 e A6, pertencentes a dupla 3.

PARTE I – TRANSCRIÇÃO DOS DIÁLOGOS DA DUPLA 3

1º Dia – A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A 9 e A10

Data : 10/10/2003**Início: 12:10 h****Término : 13:30 h****Duração: 1h 20min**

O encontro foi iniciado com a pesquisadora dizendo a eles qual era a finalidade da pesquisa. Foi explicado que esses encontros faziam parte de uma pesquisa, sendo que esta seria um estudo sobre uma nova maneira de aprender matemática. Comentou-se que neste primeiro dia as atividades seriam feitas manualmente e, somente a partir do segundo dia, é que os computadores seriam utilizados. Mencionou-se sucintamente sobre o conteúdo do trabalho, que era sobre gráficos . A partir disso, as atividades foram iniciadas.

Para facilitar a transcrição, foram usadas as seguintes abreviaturas para os nomes dos alunos (tabela B.1):

A3	13 anos
A4	14 anos
A5	13 anos
A6	14 anos
A7	14 anos
A8	13 anos
A9	13 anos
A10	13 anos

Tabela B.1 – Componentes da pesquisa com suas respectivas idades

Os alunos A9 e A10 fizeram parte deste primeiro encontro, mas depois, por problemas de horário, não foi possível que continuassem a participar dos encontros. Então o trabalho foi continuado com os outros seis componentes.

A primeira atividade foi iniciada, na qual foram apresentados os materiais (garrafa de vidro e os feijões) e explicado que durante a atividade seria colocado e retirado feijões e, em determinados

momentos, a altura do nível de feijões na garrafa seria medido, utilizando tiras de papel. Solicitou-se três voluntários – um para colocar feijão (A9), outro para retirar feijão (A8) e outro para medir o nível dos feijões na garrafa (A7). O procedimento foi explicado: após colocar e retirar os feijões, de acordo com o que foi combinado (quantos potes), o aluno A7 deveria medir o nível da garrafa e cortar o papel indicando a altura e depois colar essa tirinha no quadro branco que existe na sala. A pesquisadora foi até o quadro e mostrou o desenho dos dois eixos: um para representar o tempo passando (eixo x) e então foi escrito “tempo” e outro eixo para representar o nível da garrafa (eixo y), descrito como “nível da garrafa”. A seguir ficou acertado que A9 iria colocar 3 potes e o A7 iria retirar 1 pote e após essa operação A7 iria fazer a medição.

Fizeram essa operação uma vez e então colaram a tira de papel no quadro. Repetiram esse procedimento por mais três vezes e após muita confusão entre eles concluíram a primeira etapa. Então até o momento o quadro branco estava como na figura B.1:

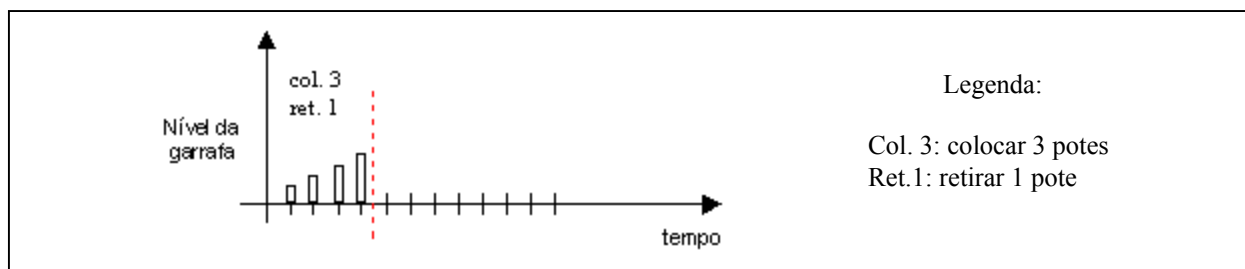


Figura B.1 – 1ª etapa do 1º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas

Ao terminar esta etapa:

A9: *O nível vai crescendo.*

Foi pedido para que olhassem para o quadro.

Prof: *Essas 4 barrinhas significam as 4 medições que fizemos. Esse tamanho (das barrinhas) é o tanto de feijão que tinha dentro da garrafa. Vou marcar uma bolinha no alto de cada barrinha, para ter uma referência do tamanho das barrinhas.*

Foi proposto para esta segunda etapa, colocar 2 potes e retirar 2 potes.

A9: *Ficaria a mesma coisa, estabilizava.*

A5: *Não ia ficar zero, sempre.*

Prof: *Zero sempre?*

A9: *Não, ficaria no quarto ali (apontando para a quarta barrinha colocada no quadro).*

Prof: *Vamos fazer então para tirarmos a dúvida.*

Retornou-se então para os feijões, colocando 2 potes e retirando 2 potes. Este mesmo processo foi repetido por quatro vezes. A5 colocava e A6 retirava.

A9: *As barrinhas vão ser iguais.*

As quatro barrinhas foram coladas no quadro e marcou-se os pontos no alto de cada uma delas (figura B.2):

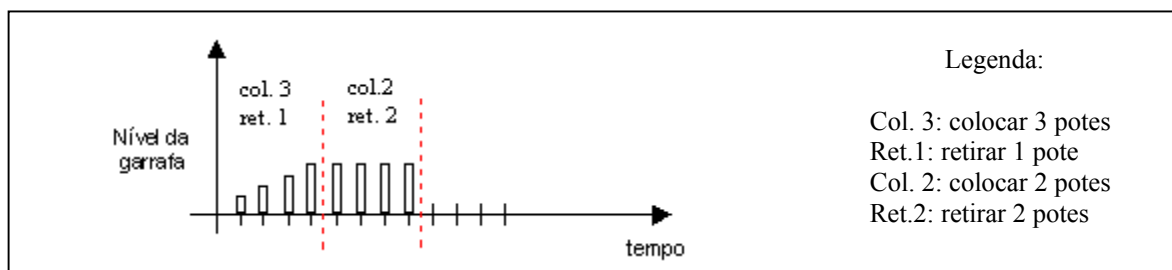


Figura B.2 – 2ª etapa do 1º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas

Foi proposto, então, para a terceira e última parte, colocar 1 pote e retirar 3. O processo foi iniciado e feito por três vezes, até que o pote esvaziou. O quadro ficou como na figura B.3:

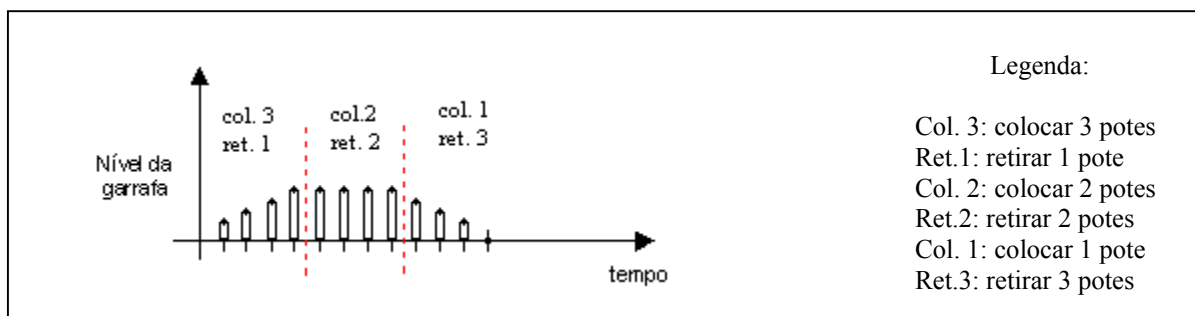


Figura B.3 – 3ª etapa do 1º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas

Prof: *Se a gente fosse olhar só para as tirinhas de papel, a gente vai ter um gráfico de barras, que nós muitas vezes vemos em pesquisas...*

A9: *Podia ser linha também.*

Prof: *E é exatamente o que nós vamos estudar. Em linha. Então para termos um gráfico de linha correspondente a este gráfico de barras, é só a gente tirar as barrinhas e unir os pontos.*

As barrinhas foram retiradas e o gráfico ficou como mostrado na figura B.4:

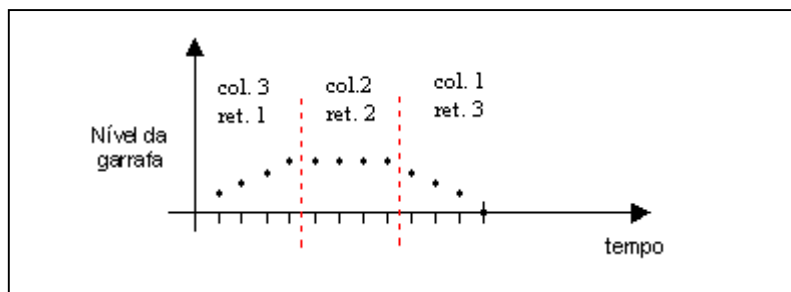


Figura B.4 – 4ª etapa do 1º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas

Prof: Então para ter o gráfico de linha, é só unir os pontos.

Antes de unir os pontos, a pesquisadora mostrou de onde iria começar a desenhar (foi apontado a origem) e questionado se eles sabiam porque seria iniciado ali.

P7: Porque é daí que começa.

(não souberam o motivo de começar por ali)

Então os pontos foram unidos (figura B.5).

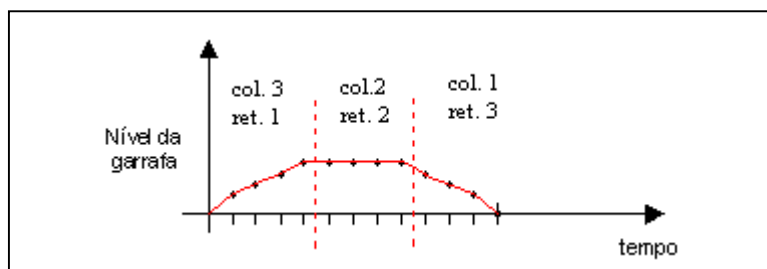


Figura B.5 – 5ª etapa do 1º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas

Foi feita então uma associação do que aconteceu com a garrafa e como estava o gráfico. Lembrou-se que na primeira parte do gráfico, a garrafa estava enchendo, na segunda parte estava estabilizada e na terceira estava esvaziando.

Prof: Alguém sabe o nome que recebe esta linha ? (foi apontado para a reta da primeira parte da figura)

A7: Ascendente.

A8: Crescente.

Prof: Isso, crescente. A gente diz que esta linha da primeira etapa é crescente. Conseqüentemente, a da terceira etapa é...

A6: *Decrescente.*

Prof: *E essa outra... (aponte para a segunda etapa)*

A9: *Estável.*

Prof: *Estável, mas ela pode ter um outro nome também.*

A7: *Transversal.*

A6: *Reta.*

Prof: *Constante.*

A pesquisadora disse a eles que a atividade seria repetida, porém mudando a quantidade de potes a serem colocados e retirados na terceira parte. Foram feitos os eixos do novo gráfico exatamente embaixo do primeiro gráfico e copiou-se as duas primeiras partes. A garrafa foi enchida com feijões até ficar com o nível correspondente as duas primeiras partes. Somente a última parte foi feita passo a passo, que era colocar 1 pote e retirar 2 potes, até a garrafa ficar vazia. Foram feitas muitas medições, e a garrafa ainda não ficou totalmente vazia, mas considerou-se que já era suficiente para o objetivo da atividade, que era comparar os dois gráficos. O quadro estava como na figura B.6:

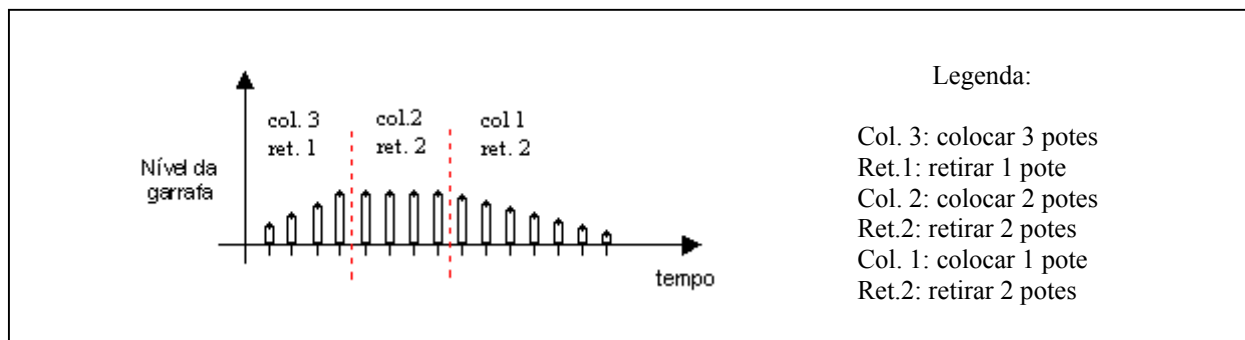


Figura B.6 – 1ª etapa do 2º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas

Pararam de colocar e retirar feijões e traçaram o novo gráfico, tirando as barrinhas e unindo os pontos. Antes de traçar o gráfico algumas perguntas foram feitas:

Prof: *Se a gente fosse traçar o gráfico dessa segunda vez (referindo ao segundo gráfico), como é que vocês acham que vai ficar a linha dessa parte aqui (a terceira parte)?*

A6: *Inclinada.*

A7: *Mais inclinada. Vai demorar mais tempo pra diminuir.*

A6: *É, vai demorar mais tempo pra diminuir.*

Prof: *Esse mais inclinada que vocês dizem, é mais inclinada pra deitada ou em pé?*

A6: *Deitada.*

Para que não houvesse interpretação errada, foi combinado que seriam usados os termos deitada ou em pé, ao invés de inclinada. Foi obtido o seguinte (figura B.7):

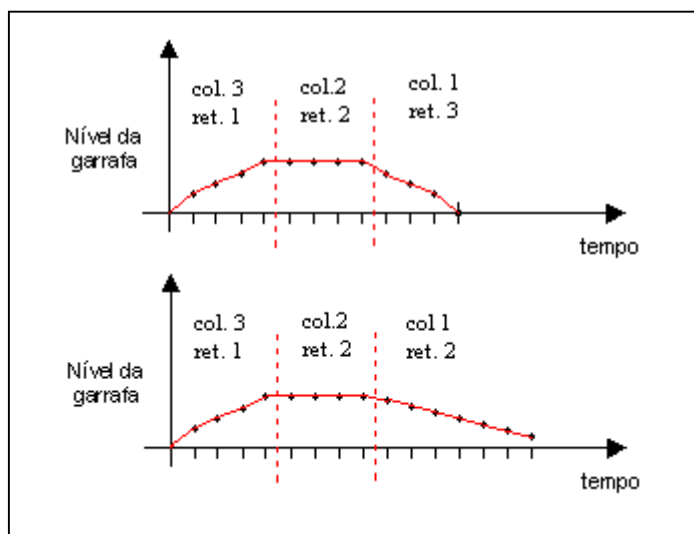


Figura B.7 – Comparação dos dois gráficos elaborados na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas

Em relação sempre a terceira etapa dos gráficos, foram feitas as seguintes perguntas:

Prof: *Essa aqui de cima, é uma reta decrescente?*

A7: *É.*

Prof: *Essa daqui é uma reta decrescente?* (apontei para o gráfico de baixo)

Todos: *É.*

Prof: *Existe alguma diferença entre essas duas retas decrescente?*

A8: *A segunda está maior.*

A6: *Porque é a que demorou mais.*

A4: *Porque retirava menos.*

Prof: *Se retirava menos, estava diminuindo...*

A6: *Devagar.*

Prof: *Então existe diferença entre as duas.*

A atividade do feijão foi encerrada.

Para dar início a segunda atividade do dia – atividade do Calvin, foi pedido para que sentassem em duplas e pegassem o seguinte material: lápis, caneta e régua. As folhas foram entregues e pedido que inicialmente eles somente lessem os quadrinhos. Houve um interesse da parte deles se era a mesma história para todos, e confirmou-se que sim. Logo que acabaram de ler questionaram:

A7: A gente vai ter que fazer um gráfico disso? Como?

Prof: Calma, primeiro nós vamos conversar sobre a história.

O início da atividade foi com perguntas que os ajudariam a traçar o gráfico.

Prof: Qual o sentimento de Calvin que vocês acham que existe nesta história?

Todos: Medo.

Prof: Todo mundo acha que é o medo?

Todos: É.

Prof: Então vai ser o medo que vamos analisar. A gente não fez o gráfico do nível da garrafa? O nível cresceu, manteve, diminuiu, diminui devagar, diminuiu rápido. A gente vai analisar o medo do Calvin. Virando o folha, temos umas perguntinhas... Qual é a primeira pergunta que está aí?

Alguns alunos: Quais são os sentimentos de Calvin que você acha que estão envolvidos nessa história?

Prof: Todos vocês disseram medo, não é?

A6: Então coloca medo.

Prof: As letras b e c vocês podem resolver qual fazer primeiro. Pode ser a b e depois a c ou fazer a c e depois a b. Diz assim a letra b, Escolha um dos sentimentos citados na questão anterior. Como vocês só citaram um, tem que ser esse mesmo. Esse sentimento tem a mesma intensidade do começo ao fim da história?

A9: Não. No começo é menor e depois aumenta.

Prof: Bom, então cada um vai colocar a sua resposta.

A6: Ah, o gráfico do medo então.

Prof: Olha, não necessariamente um gráfico tem que ter crescimento, constante e decrescente.

A atividade continuou sendo explicado o que deveria ser feito na letra b, ou seja, associar a intensidade do medo a cada quadrinho. Foi dado um tempo para que fizessem as questões. No momento que estavam fazendo as questões, um aluno perguntou:

A5: Mas acho que também teve coragem, porque num momento ele teve coragem para atacar o monstro.

Prof: Então na letra a você coloca medo e coragem, e na hora de fazer o gráfico você escolhe medo ou coragem.

A partir de então as duplas ficaram conversando entre si, analisando o que acontecia em cada quadrinho. Não foi possível entender o que cada dupla dizia exatamente, por ser um encontro com muitos alunos juntos.

A8: É para fazer tipo, só a reta?

Prof: O eixo deitado é o tempo passando, que seria os quadrinhos...

A6: Aí lá em cima (eixo y) é o medo.

Prof: É.

Para que fosse possível entender como eles fizeram o gráfico, foi solicitado que as duplas explicassem como fizeram, uma a uma. Cada dupla mostrava o seu gráfico para os outros alunos antes de começar a explicação.

Prof: Já começou diferente, começou daqui de cima.

A7: Porque antes que o pai dele chegasse no quarto dele, ele já estava com medo que tivesse monstros no quarto dele. Aí o medo subiu quando o pai dele não quis procurar no armário, porque aí ele ficou com medo que lá é que estivessem os monstros. Aí o medo subiu mais ainda... Subiu porque ele ficou sozinho no quarto.

A8: Aí subiu muito no 5,6,7 e 8, porque ele viu o monstro, ele imaginou que fosse o monstro. Terminou quando ele viu que era o pai dele.

Prof: Ótimo. Alguém quer explicar agora?

A5: Eu

Prof: Todo mundo dá uma olhada no gráfico do A5 e do A6.

A6: Até o terceiro quadrinho, ele estava com medo, porque em primeiro lugar o pai dele olhou embaixo da cama mas não olhou no armário, então ele já ficou com medo. Só aí, quando o pai dele foi embora, ele falou com esse bichinho que está do lado dele, aí o medo dele estava estável. Aí, quando ele viu o monstro, apesar dele estar com medo, ele teve coragem de atirar no monstro, então o medo dele diminuiu. Depois ele viu o pai e diminuiu também.

Prof: Ótimo. Agora a A9 e A10. Mostra para o pessoal o gráfico de vocês.

A9: Do primeiro ao quarto ele estava mantendo o nível de medo. Aí no quinto, quando o pai saiu do quarto, ele ficou com um medo maior. No sexto ele criou coragem de enfrentar os monstros, aí diminuiu um pouco. Aí no sétimo o medo dele aumentou. No oitavo ele chegou ao extremo, porque ele achou que tinha visto o monstro. E no nono, ele ficou sem medo nenhum porque ele tinha reparado que era o pai.

Prof: Está bem. E agora, A4 e A3, mostra para o pessoal o de vocês.

A4: No primeiro, segundo, terceiro e quarto quadrinho, foi um crescimento do medo, mas um pouco estável, porque o pai dele ainda estava no quarto e ele ainda estava meio se sentindo seguro. Aí o pai dele, no quatro (quadrinho), não quis ver se tinha monstro no armário. E aí no cinco e no seis ele começou a ficar com mais medo. Aí no sete ele ficou com muito medo, porque ele achou que o monstro tinha chegado. Aí no oito chegou no extremo porque ele viu o monstro. E aí no nove, quando ele viu que era o pai dele, aí acabou o medo.

Esta atividade acabou aqui. As folhas do Calvin foram recolhidas e entregue as folhas das abelhas. A última atividade do dia foi explicada. Foi dado um tempo para que lessem o texto. Percebeu-se que eles não estavam entendendo bem o que era para ser feito.

Prof: *Essas perguntas, essa análise dessa nova colméia, a gente vai fazer junto, porque ela é um pouco complicada e eu vou ajudando vocês. A gente vai dividir a vida da nova colméia sempre de 20 em 20 dias, o que acontece do primeiro dia ao vigésimo, o que acontece do vigésimo primeiro ao quadragésimo, e assim vai. Então, qual é a primeira pergunta que está aí?*

A aluna A4 leu a pergunta.

Prof: *Então vamos pensar. Dez mil abelhas saíram com a rainha, foram expulsas com a rainha. Fundaram uma nova colméia, inauguraram uma nova colméia. Essas abelhas que chegaram lá, ninguém sabe a idade delas. Aí, tem alguns dados pra gente considerar, por exemplo, uma rainha coloca 2 mil ovos por dia, diz que uma abelha vive 40 dias só, e diz que ela fica dentro do ovo, até nascer, 21 dias. Então vamos considerar o seguinte...*

A5: Uma pergunta: esses 40 dias é após elas saírem do ovo ou dentro do ovo também?

Prof: *Após. Então, olha só, chegou todo mundo na colméia nova, a rainha e as operárias. O que vocês acham que vai acontecer com a população de abelhas nesses primeiros 20 dias?*

A9: Vai crescer.

Prof: *Vai crescer?*

A8: Não, vai diminuir.

Prof: *Por que?*

A8: Porque a rainha vai botar os ovos, só que até eles nascerem já vai ter dado 20 dias, e até lá as outras abelhas vão morrendo, porque elas têm vida só de 40 dias e elas já tinha nascido.

A9: Concorde.

Prof: *Alguém tem outra opinião?*

A5: Depende de quantas abelhas tem lá dentro.

Prof: *Por mais que a abelha coloque ovos, eles demoram 21 dias para nascer. No primeiro dia ela colocou 2 mil ovos.*

A9: Mas não chega a falir a colméia.

Prof: *Então como fica a primeira resposta?*

Todos os alunos: *A população diminui.*

Tempo para escreverem.

Prof: *E a segunda, alguém quer ler?*

A9 leu.

A7: *Começa a crescer.*

Prof: *Vamos lá A7, explica aí porque que começa a crescer.*

A7: *Porque a rainha chega na colméia, aí com 21 dias, as abelhinhas nascem.*

Prof: *Quantas abelhas vão começar a nascer no 21º dia?*

Respostas variadas foram obtidas: 2 mil, 10 mil, nenhuma, até que concordaram que seriam 2 mil.

A7: *Nenhuma, não acha? Porque quando ela chega, ela vai preparar a colméia primeiro.*

Prof: *Não, ela chega e já coloca ovos. Ela tem as operárias para organizarem a colméia.*

Prof: *Então as abelhas chegaram e no 21º dia vão nascer 2 mil abelhas novas, pois ela colocou 2 mil ovos, e vão morrer quantas?*

A maioria dos alunos: 250.

Prof: *250, porque ainda são as velhas que estão morrendo. Aí a população vai crescer ou vai diminuir?*

A9: *Crescer.*

Prof: *Mesmo morrendo 250, estão nascendo quantas?*

A maioria dos alunos: 2 mil.

Prof: *Então a população vai...*

A5: *Aumentar.*

Tempo para eles escreverem.

A6: *E a segunda resposta?*

Prof: *Qual é a segunda pergunta aí?*

A6: *A partir de que dia esta situação começa a mudar?*

Prof: *Então, a partir do 21º dia, até que dia que vai continuar isso?*

A9: *Até o 40º dia.*

Prof: *Agora a terceira pergunta. (Eles leram a pergunta)*

A5: *Começa a nascer.*

A6: *No quarto ... (leu a questão)*

Prof: *Então vamos lá, estamos no 41º dia. Vamos pensar...*

A5: *As abelhas velhas morrem e as novas nascem.*

Prof: *As abelhas velhas já morreram todas. Elas não vivem 40 dias?*

A5: *É.*

A9: *As abelhas que nasceram morrem.*

Prof: *Olha só, vamos pensar naquelas abelhas que vieram da colméia velha.*

A9: *Morreram todas.*

Prof: *Já morreram todas.*

A7: *As novas já morreram também.*

Prof: *Só tem abelha nova agora, que já nasceram na colméia.*

A9: *Aí as que já nasceram na colméia vão morrer.*

A5: *No 41º dia já estão nascendo novas.*

Prof: *Aqui, já está nascendo nova, mas está morrendo abelha?*

A9: *Está.*

A5: *Não, já morreu.*

A9: *Vão morrer as que já nasceram na colméia, as novas.*

A8: *Não, não vão morrer. Elas ainda têm mais tempo de vida.*

Neste momento fez-se um silêncio e todos olharam para a aluna A8, que continuou:

A8: *Elas nasceram no 21º dia, até 40 são quantos dias?*

Todos ficaram pensativos.

A9: *Elas vão morrer no 60º dia.*

Prof: *Mas eu perguntei até o 60º dia e não no 61º dia. Olha a pergunta. A partir do 41º dia. Está morrendo abelhas?*

A7: *Está.*

Todos os outros: *Não.*

Prof: *Quem está morrendo, A7?*

A7: *As abelhas...* (os outros alunos falaram juntos e não consegui entender bem a explicação do A, que não soube se expressar bem)

Prof: *As abelhas que nasceram na colméia não nasceram no 21º dia?*

Todos: *É.*

Prof: *Se é o 41º dia, vai morrer alguém?*

Todos: *Não.*

Prof: *Mas vai continuar nascendo?*

A9: Está nascendo. Ela bota ovo todo dia.

Prof: *E está morrendo?*

Todos: *Não.*

Tempo para escrever. A aluna A6 ficou com dúvidas em como escrever. Pedi para a aluna A8 explicar para ela.

A8: Está nascendo, mas não morre. As novas não estão morrendo.

Após isso, a aluna A6 escreveu sua resposta. A9 leu a quinta questão.

Prof: *Nesse mesmo período que acabamos de falar, entre 41° e 60° dia.*

A9: Está nascendo.

Prof: *A população vai aumentar ou diminuir?*

Todos: *Vai aumentar.*

Tempo para escrever.

Prof: *Qual é a próxima pergunta? (A aluna A6 leu)*

A7: Morrem abelhas.

Prof: *É, morrem abelhas.*

Alguns alunos: *2 mil por dia.*

Prof: *Vão morrer 2 mil por dia? Nascer? E morrer?*

Alguns alunos: *Também* (referindo ao fato de nascer e morrer 2 mil por dia)

A9: Vai estabilizar.

Prof: *Então escreve aí. Qual é a sete? (sétima questão – A aluna A6 leu).*

A9: Estabilizaria.

A6: Constante.

Tempo para escrever. Leram a próxima pergunta.

Prof: *Então, em quantas fases?*

A7: Três.

A5: Dois.

Prof: *Quais seriam as fases?*

A5: A que a nova rainha chegou...

Prof: *Seria a primeira fase. E depois?*

A7: A diminuição da população, depois o aumento da população e depois a estabilização da população.

Prof: *Só tem um aumento de população?*

A5: Não, tem vários.

Prof: *Quantos têm?*

A5: Quatro, e dois aumentos de população.

Prof: *Então, primeiro a população diminuiu, depois ela aumentou mas ainda tinha mortes, então ela aumentou mais ou menos, depois ela aumentou sem mortes, depois ela estabilizou. Então foram 4 fases.*

Tempo para escrever.

Prof: *Tem a nove? (pergunta nove – A9 leu)*

Prof: *Como é que vocês acham que vai ser?*

As respostas foram escritas, e a questão 10 eles construíram o gráfico.

A segunda parte da atividade foi iniciada, em que um gráfico pronto foi dado. A parte inicial do gráfico foi explicada, ou seja, até o 80º dia.

Prof: *Vamos ver a primeira parte do gráfico que eu coloquei aí. Coloquei a população já começando com alguma coisa.*

A7: Queda.

Prof: *Aí vocês me disseram que inicialmente a população ia diminuir, aí foi feito ele descendo. Entre o 20º e o 40º dia, subiu um pouco, porque nascia mas também morria. Depois do 40º ao 60º dia...*

A7: Ficou mais pra cima.

Prof: *Ficou mais pra cima, mais em pé, porque só nascia, vocês disseram que não morria. Depois estabilizou. Aí eu inventei um gráfico, que ela descia, depois descia muito...*

A7: Descia aqui porque os zangões morriam.

Prof: *Então eu quero o seguinte: que vocês inventem uma história que seja compatível com esse final do gráfico. Mas histórias do tipo que o A7 está falando, os zangões morreram, aí veio uma tragédia...*

Começaram a falar todos ao mesmo tempo, cada um querendo contar uma história. Foi pedido para que as duplas falassem somente entre elas e escrevessem no papel. Eles escreveram e cada um quis ler a sua história, mas percebeu-se que já estavam um pouco cansados. Dessa forma, a

pesquisadora achou conveniente não ficar questionando-os. As atividades do dia forma encerradas.

2º Dia – A5 e A6**Data : 13/10/03****Início: 16:10h****Término : 17:17h****Duração: 1:07h**

O encontro foi iniciado recordando as atividades feitas no encontro anterior e explicando que existe uma ferramenta capaz de fazer tudo que foi feito anteriormente e que nos permite fazer várias vezes a mesma atividade, utilizando um tempo bem menor.

Com o computador já ligado, o programa foi iniciado, e a primeira atividade – a do feijão – foi reapresentada. Esta atividade foi feita pela pesquisadora, e foi explicado passo a passo os recursos do programa. A função de cada botão foi descrita de acordo com que fosse sendo necessária. A atividade do feijão foi recordada: primeiramente colocava três potes e retirava um, depois colocava dois e retirava dois e por último colocava um e retirava três.

Foi lembrado que na atividade do feijão, o objetivo era medir o nível de feijão dentro da garrafa, então deveria ser colocada uma caixinha para representar o nível de feijão na garrafa. Foi criada uma caixinha chamada *Quant. de feijão*.

Prof: *Quais eram as coisas que influenciavam na quantidade de feijão?*

A5: *Quanto colocava e quanto tirava.*

Prof: *Então vou criar mais duas variáveis: uma chamada coloca feijão e outra chamada retira feijão.*

O aluno A6 quis manipular o computador e criou as variáveis. Foi explicado ainda que era necessário informar quem influenciava quem, e para isso os relacionamentos deveriam ser usados. Utilizamos o relacionamento do tipo bolinha e seu funcionamento foi explicado, assim como o significado das setinhas. Falei que o programa não mostrava os números precisamente, mas somente estimativa. Foi explicado a significado da barra de nível. As barras foram colocadas para representar colocar três potes e retirar um pote. A animação foi iniciada e observou-se o nível de *quant. de feijão* subindo. Comentou-se porque a barra de nível das outras duas variáveis não mudava. Deixou-se por um tempo e a próxima etapa foi iniciada (colocar dois potes e retirar dois). Então, colocou-se a barra de nível de *coloca* e *retira* na mesma altura. Simulou-se por mais algum tempo.

Prof: *O que vocês acham que vai acontecer com a barra de nível da quant. de feijão?*

B: *Não vai crescer nem abaixar.*

Prof: *Isso, vai ficar no mesmo lugar.*

Foi chamada a atenção para o fato de que o tempo estava passando e o nível de *quant. de feijão* continuava o mesmo. Mostrou-se que era possível também que o gráfico de *quant. de feijão* fosse traçado. A simulação foi iniciada novamente, onde não tinha nada na garrafa e então era colocado três potes e retirado um pote. Fez-se um acordo para deixar a unidade de tempo em segundos e deixar trinta segundos para cada etapa.

Prof: *Está enchendo a garrafa, está ficando crescente, vocês lembram?*

Deixamos por trinta segundos e paramos.

Prof: *Aí depois era colocar dois e retirar dois. Vocês lembram como ficou o gráfico no quadro?*

A5: *Meio que se mantendo, estável.*

A6: *Uma linha que não abaixava e nem subia.*

Prof: *Então vamos ver o gráfico.*

Observamos que aconteceu o que eles disseram. A terceira etapa foi iniciada, que era colocar um pote e retirar três.

A6: *Agora vai descer.*

A simulação foi iniciada e então comprovado o que foi dito. Conversou-se sobre a outra parte dessa atividade, na qual resultava um gráfico que no início era igual ao que foi feito, mas no final decrescia mais devagar, pois eram retirados dois potes e colocado um.

A5: *É, e ao invés de dar assim (mostrou o gráfico anterior) ficava mais deitado.*

Prof: *Olha só como está diminuindo bem devagar, por isso que o gráfico está mais deitado.*

O modelo foi gravado para que a atividade das abelhas fosse iniciada. Alguns fatos foram recordados, e lembrou-se que foi observado o comportamento da população de abelhas. A partir desta atividade, os alunos é que estavam manipulando o computador, e a pesquisadora estava apenas auxiliando. Criaram uma caixinha com o nome de *população*.

Prof: *O que afetava a população de abelhas?*

A5: *Morte e nascimento.*

A6: *Aí faz mais duas.*

Criaram mais duas caixinhas, chamadas *morte* e *nascimento*.

Prof: *Como é que morte e nascimento influenciam população?*

A5: *Morte fica uma setinha para cima e outra para baixo e nascimento as duas para cima.*

Prof: *Concorda? (foi perguntado para A6)*

A6: *Concordo.*

Criaram os relacionamentos. O modelo ficou como na figura B.8:

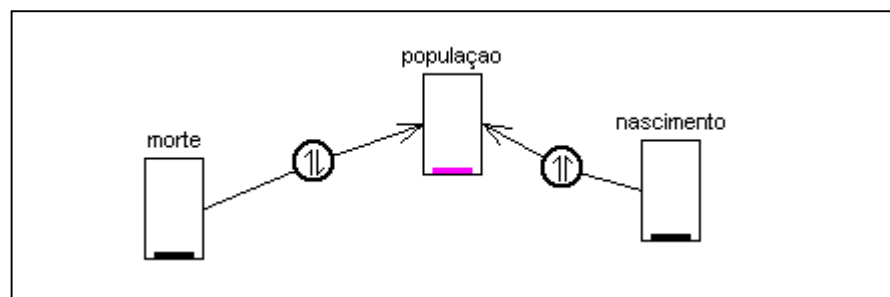


Figura B.8 – Modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas

Prof: *Do jeito que o modelo está, se fizermos uma simulação, vocês acham que vai acontecer alguma coisa?*

A6 e A5: *Não.*

Prof: *Por que?*

A5: *Porque não está nem morrendo e nem nascendo.*

Foi recordado, então, as fases da população de abelhas.

Prof: *A população da colméia já inicia com 10 mil abelhas. Como podemos representar isso?*

A5: *Aumentando até um ponto a população.*

Prof: *É, colocando alguma coisa para população. (A barra de nível foi elevada até um determinado ponto, supondo que representasse as 10 mil abelhas). Dizia o problema também que nos primeiros 20 dias não nasciam abelhas e morriam 250 abelhas por dia. Como seria?*

A6: *Seria um pouquinho aqui (em morte).*

A5: *E tem que colocar o tempo em dias e esperar por 20 dias para ver até onde vai. (fizeram a mudança na unidade de tempo)*

Prof: *Vamos colocar o gráfico de população para desenhar.*

A simulação foi iniciada. Os alunos esperaram por 20 dias e interromperam a simulação.

Prof: *Olha só o gráfico como é que está.*

A6: *Está descendo devagar.*

Prof: *Aí dizia que entre o 21° e o 40° dia, ainda morriam 250 por dia e nasciam 2 mil por dia. Morte fica com a mesma quantidade.*

A5: *Então coloca nascimento maior que morte.*

Prof: *O que vocês acham que vai acontecer com o gráfico agora?*

A6: *Vai aumentar devagar.*

Simularam até o 40° dia e confirmaram o que foi dito.

Prof: *Aí dizia que entre o 41° dia e o 60° dia, não morriam, só nasciam essa mesma quantidade. Como podemos representar isso? (baixaram o nível de morte para zero e mantiveram o de nascimento)*

Fizeram a simulação até o 60° dia.

A6: *Está um pouquinho mais rápido.*

Prof: *Vocês estão vendo que tem uma diferença entre esses dois trechos? (Estava como na figura B.9)*

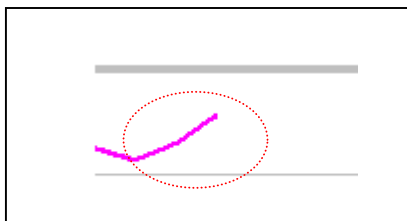


Figura B.9 – 1ª versão do gráfico elaborado no computador pela dupla 3 na Atividade Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas

A5: *Está aumentando mais rápido.*

Prof: *Ela está mais em pé.*

A6: *É isso que eu estou falando, ela cresceu mais rápido.*

Prof: *Aí depois nascia o mesmo tanto que morriam, 2 mil abelhas por dia.*

A6: Tem que igualar. Aí não vai crescer nem diminuir, vai ficar estável.

Fizeram e o gráfico final ficou como apresentado na figura B.10:

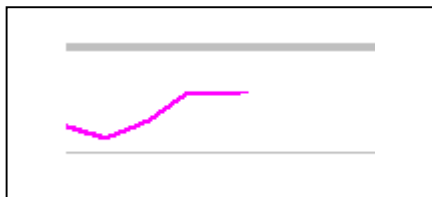


Figura B.10 – 2ª versão do gráfico elaborado no computador pela dupla 3 na Atividade Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas

Foi mostrado a eles o gráfico feito no encontro anterior para que pudesse ser feita uma comparação (figura B.11).

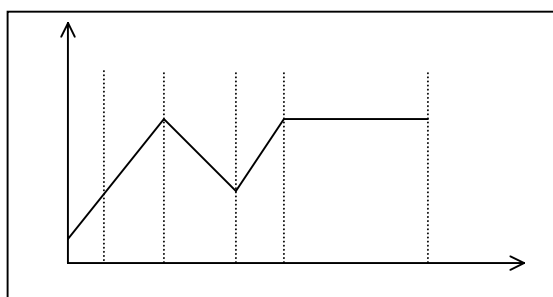


Figura B.11 –Gráfico elaborado no papel pela dupla 3 na Atividade Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas

A6: O meu só nascia, nascia, nascia, aí a maior parte morreu, aí nasceu de novo e ficou estável.

Prof: *A única coisa que está diferente aqui é que na história não diz que no início só nascia, nascia, nascia*

A5: Morria, morria, morria.

Prof: *Vocês perceberam a diferença? E no de vocês tem uma coisa certa. Não começou do zero.*

A5: Porque já existiam abelhas.

A terceira atividade do dia foi iniciada, que eram pequenos textos para que eles pudessem elaborar os respectivos modelos.

Prof: *Uma banheira que possui uma torneira aberta.*

A5: Tem que fazer um gráfico da banheira, um da torneira e um do ralo.

Prof: *Você já está lendo até a frase debaixo.*

A5: *Então tem que fazer a banheira e a torneira.*

Criaram duas caixinhas: *banheira* e *torneira*.

Prof: *Quem influencia quem aí?*

A5: *A torneira influencia a banheira jogando água.*

Prof: *Então como é que vai ser o relacionamento ?*

Construíram o modelo mostrado na figura B.12:

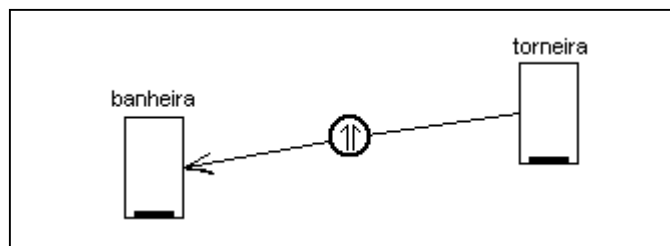


Figura B.12 – 1ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Nível de Água de uma Banheira

Neste momento foi esclarecida a diferença entre os relacionamentos de bolinha e quadradinho (foi feita uma comparação entre torneira e balde de água). Foi falado também sobre pares de causa e efeito.

Prof: *Quem vocês acham que é causa e quem é efeito?*

A5: *Esse é causa (torneira) que causa um efeito nesse (banheira).*

A6: *É claro.*

Prof: *Do jeito que está vocês acham que vai acontecer alguma coisa?*

A5: *Não.*

A6: *Vai.*

Prof: *Um falou que vai e outro falou que não.*

A5: *Não, porque a banheira está vazia e a torneira está fechada.*

Subiram o nível de torneira até mais ou menos no meio e iniciaram a simulação. Observaram o nível de banheira, que foi subindo.

Prof: *Agora abrimos o ralo da mesma banheira.*

Aumentaram o modelo (figura B.13):

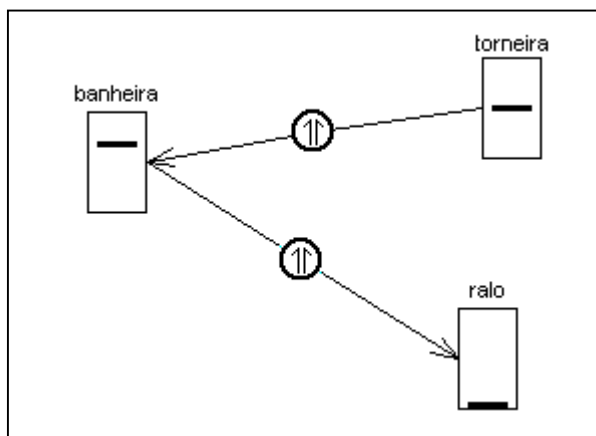


Figura B.13 – 2ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Nível de Água de uma Banheira

Prof: Agora tem que abrir o ralo, só que com uma condição: a torneira joga mais água que o ralo.

A5: Mas eu acho que seria diferente.

Prof: Como você colocaria?

A5: eu botaria o ralo influenciando a banheira só que no oposto, tirando.

A6: É.

Alteraram para (figura B.14):

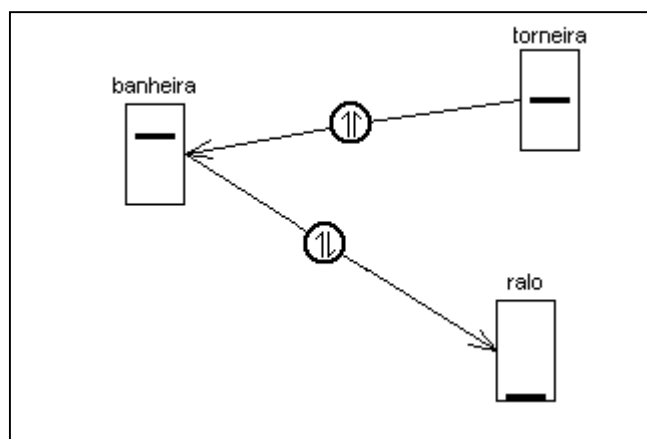


Figura B.14 – 3ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Nível de Água de uma Banheira

Subiram um pouco a barra de nível do ralo, mas mantiveram menor que o da torneira.

Prof: O que vocês acham que vai acontecer com a banheira?

A5: Vai transbordar.

Fizeram a simulação, viram que continuou subindo e interromperam antes que transbordasse.

Prof: *Agora o ralo escoia mais rápido do que a torneira joga água.*

Subiram a barra de nível do ralo, quase no topo e abaixaram um pouco a da torneira.

Prof: *O que vai acontecer com o nível da banheira?*

A5: *Vai abaixar, abaixar, abaixar.*

A6: *Vai baixar muito porque o ralo está maior que a torneira.*

Continuaram a simulação e obtiveram a confirmação. Foi fornecida a eles uma folha para desenharem o gráfico da situação que fizeram com a banheira. A pesquisadora chamou a atenção para o fato de desenharem os eixos para fazer o gráfico.

Prof: *Quais serão os eixos do gráfico?*

A5: *Torneira e ralo.*

Prof: *O que nós estamos medindo?*

A5: *O nível da água.*

Prof: *O nível da água da banheira.*

A5: *Então o nível da água e tempo.*

Fizeram o gráfico conforme a figura B.15:

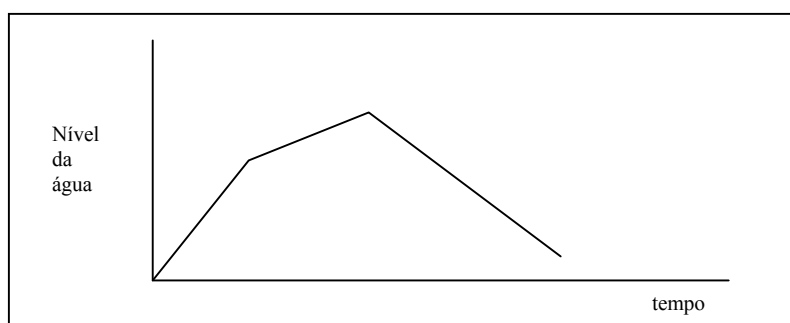


Figura B.15 – 1ª versão do Gráfico elaborado no papel pela dupla 3 na Atividade Nível de Água de uma Banheira

Repetiram a simulação, só que agora habilitando a saída gráfica e compararam os resultados. Os dois gráficos ficaram iguais.

Prof: *Se a gente fosse dividir esse gráfico em três partes...*

A5: *Aqui só torneira, aqui torneira e ralo e aqui ralo mais forte que torneira.*

Então completaram o gráfico (figura B.16)

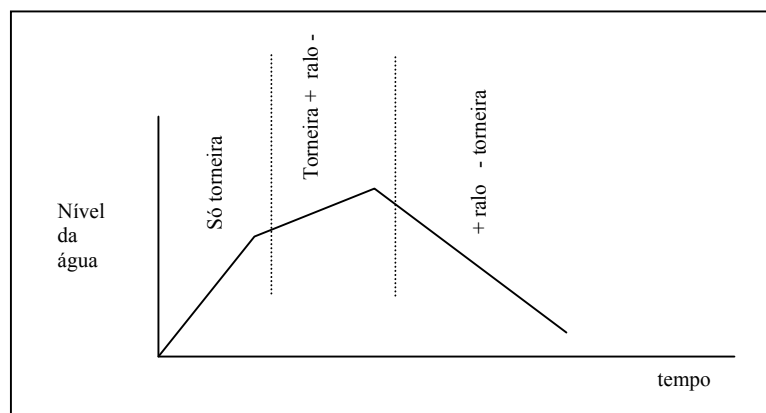


Figura B.16 – 2ª versão do Gráfico elaborado no papel pela dupla 3 na Atividade Nível de Água de uma Banheira

Prof: *Na primeira parte e na segunda é um gráfico crescente, e na terceira decrescente. Qual a diferença entre a primeira parte e a segunda?*

A5: *Aqui (na primeira parte) teve um crescimento maior porque não tinha o ralo escoando.*

Prof: *E aqui... (na segunda parte)*

A5: *O ralo estava escoando, cresceu mais devagar.*

Prof: *Aqui (na primeira parte) a reta está mais em pé, e na segunda a reta está mais deitada. Quanto mais devagar, mais deitada ou mais em pé a reta?*

A5: *Mais deitada.*

Foi pedido para que fizessem o modelo do segundo texto, que era sobre a oferta de emprego.

Prof: *Qual é o foco da nossa pesquisa aí?*

A5: *É quanto dinheiro ele vai ter.*

Prof: *Então vamos precisar de uma caixinha para representar isso.*

Criaram uma caixinha chamada *saldo*.

Prof: *O que é que inicialmente vai influenciar no saldo?*

A5: *O vale transporte, o prêmio e o registro em carteira. E o ganho de 1.300 reais.*

Criaram mais uma caixinha chamada *salário* para representar o ganho de 1300. Surgiu uma dúvida do que seria o prêmio, e então foi explicado como funciona o esquema de comissão.

Prof: *Nós queremos analisar quanto a pessoa vai ganhar ao final de cada mês.*

A5: *Depende do trabalho dele.*

Prof: *Então precisamos de mais uma caixinha para representar quem?*

A5: *Comissão.*

Criaram mais uma caixinha chamada *comissão*. Criaram os relacionamentos todos de bolinha. Questionou-se quantas vezes por mês o salário era calculado e eles disseram que somente uma, então concluíram que o relacionamento deveria ser de quadradinho (figura B.17).

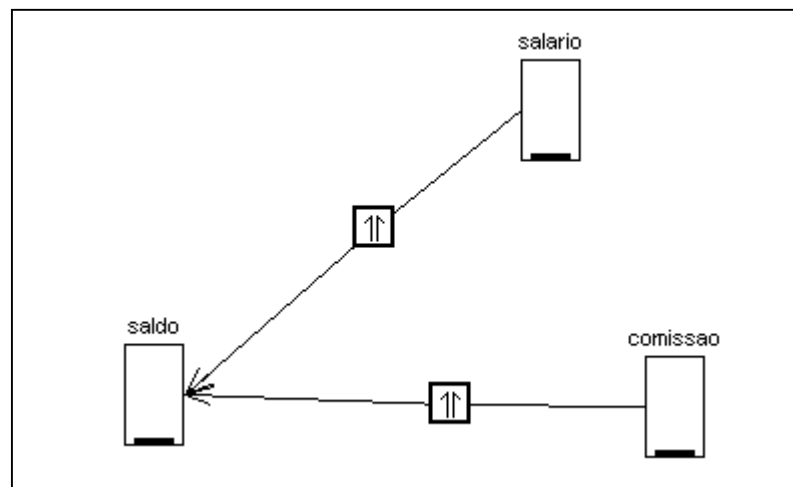


Figura B.17 – 2ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Salário de um Vendedor

Prof: *Salário de 1300. Supondo que 1300 seja aqui no meio (o nível de salário foi elevado até a metade), olha só o que vai acontecer com o saldo dele. Não tem comissão. A pessoa não vendeu.*

A5: *Vai subir, subir, subir. Ah não, só vai subir uma vez.*

Foram feitas várias simulações aumentando e abaixando o salário para que eles pudessem observar o comportamento de saldo e como funciona o relacionamento de quadradinho. Depois foi incluída a *comissão* durante as simulações. Por último completaram o texto, criando mais uma caixinha para o *INSS* (figura B.18) :

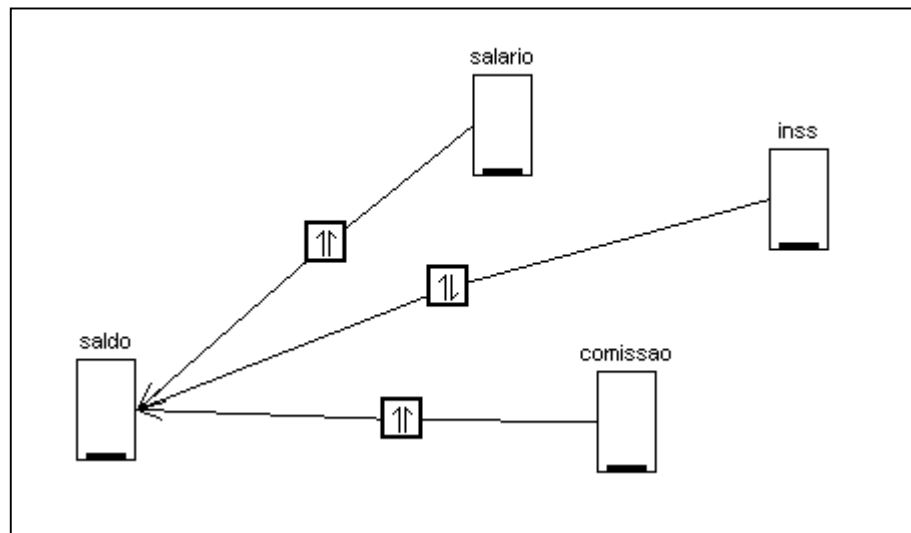


Figura B.18 – 3ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Salário de um Vendedor

Fizeram algumas simulações, aumentando e diminuindo o *inss* para verificar o saldo. Finalizaram esse texto e iniciaram o terceiro texto, que era sobre o problema da seca no nordeste.

A5: Temos que ter um que é o nível de chuva, um de evaporação e um terceiro que é o de água, de abastecimento.

Prof: E quem influencia quem?

A6: Chuva influencia evaporação... não.

A5: É sim.

A6: É.

A5: A chuva ...

A6: Sei que abastecimento influencia chuva, e a chuva influencia evaporação.

A5: Claro que não. A chuva influencia o abastecimento e a evaporação influencia no oposto, tirando a água com mais quantidade que a chuva.

A6: É.

O modelo ficou como na figura B.19:

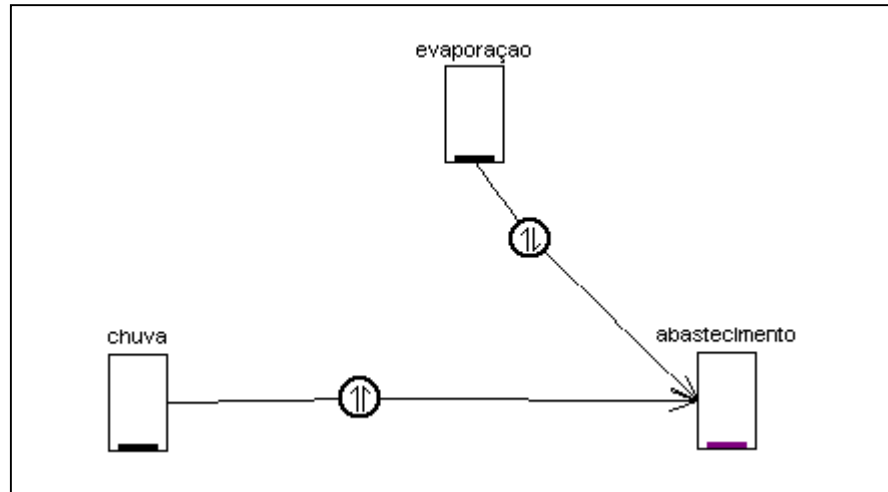


Figura B.19 – 1ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Seca do Nordeste

Prof: Diz assim no texto: o problema lá não é que chove pouco, mas evapora muito.

A5: Então tem que colocar chuva num nível médio e evaporação maior.

Foi sugerido que, para iniciar, colocassem um pouco de água no abastecimento (subiram o nível para aproximadamente no meio)

Prof: Do jeito que está agora, o que vocês acham que vai acontecer com abastecimento?

A5: Vai diminuir até secar o reservatório de água.

Simularam e verificaram que diminuiu até acabar. Foi feita a seguinte proposta: eles foram eleitos presidente e vice do Brasil e tinham como missão acabar com a seca no nordeste. Qual seria a sugestão que eles dariam?

A5: Fazer um ataque científico, tipo jogar sal nas nuvens causando mais chuva.

A6: Não, coloca uma tampa na água.

A5: Evapora de qualquer jeito.

Prof: Então vamos fazer a sugestão do Pedro.

Criaram mais uma caixinha (figura B.20):

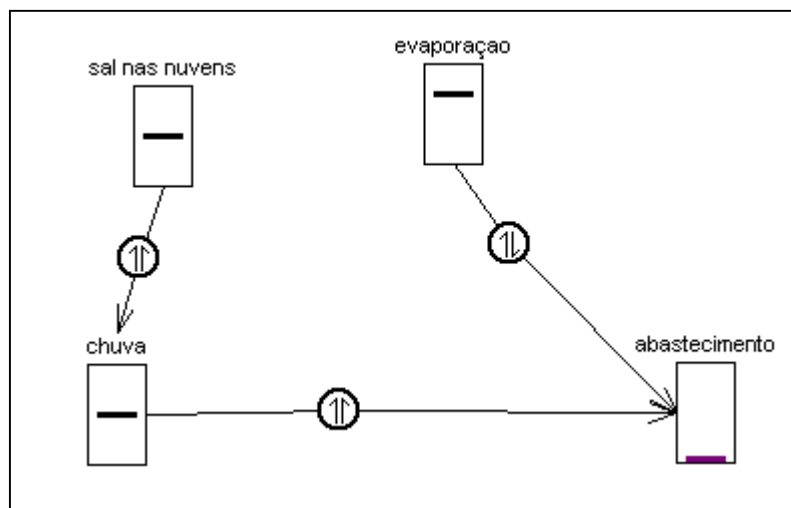


Figura B.20 – 2ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Seca do Nordeste

A5: *Coloca bastante sal para ter bastante chuva.*

Prof: *Vamos ver o que vai acontecer agora.*

Verificaram que o nível de abastecimento estava subindo. Foi pedido para que eles traçassem o gráfico do abastecimento de água, antes e depois do governo deles.

Prof: *Vamos recordar: tinha alguma coisa no reservatório aí acontecia o que, nas situações iniciais (colocamos o nível de chuva no meio e de evaporação acima).*

Apresentaram o seguinte gráfico (figura B.21):

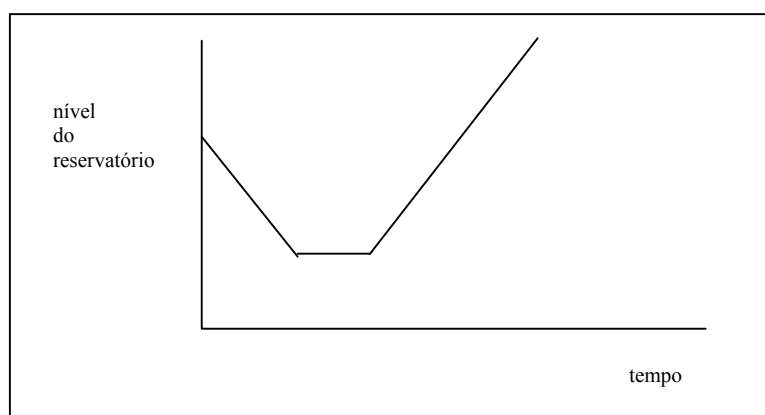


Figura B.21 – Gráfico elaborado no papel pela dupla 3 na Atividade Seca do Nordeste

3º Dia – A5 e A6

Data : 20/10/03**Início: 16:02h****Término : 17:15h****Duração: 1:13h**

As atividades desse dia foram iniciadas na mesma folha que terminamos o dia anterior. A folha é composta de 5 pequenos textos para serem elaborados modelos, mas eles só haviam feito 3 modelos. O procedimento foi o mesmo: após entregar a folha a eles, foi dado um tempo para que pudessem ler e discutir entre eles. A única coisa comentada foi que, apesar de alguns textos serem um pouco grande, eles não precisariam representar todas as variáveis na tela. Deveriam selecionar as que eles achavam mais importantes.

Prof: *O que vocês acham que é importante nesse texto?*

A5: *Tem que ter a água...*

A6: *A sujeira...o esgoto*

A5: *Tem que ter a água, a morte, a doença e o saneamento básico. E as despesas médicas.*

Prof: *Vamos tentar simplificar isso. Vamos nos concentrar mais na última frase. O governo deveria investir mais em saneamento básico, pois quanto mais saneamento básico existe, menos o governo precisa gastar em despesas médicas.*

A6: *Médico, água e saneamento básico.*

Prof: *Concorda Pedro?*

P: *Não. Tem que ter o governo, saneamento básico e despesas médicas.*

Criaram essas três caixinhas (figura B.22).

Prof: *Quem vai influenciar em quem?*

A5: *Saneamento básico vai influenciar nas despesas médicas, que vão influenciar no governo.*

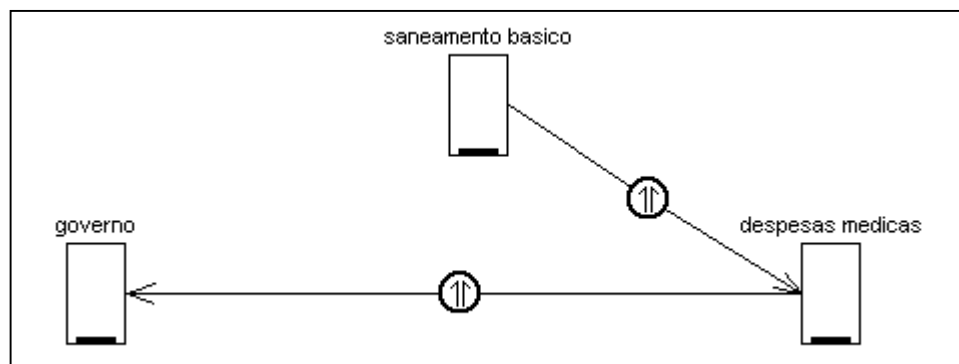


Figura B.22 – 1ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Saneamento Básico

Prof: Deixa eu tentar entender o sentido das setinhas dos relacionamentos.

A5: Como é mesmo esse sentido?

Prof: Significa que se saneamento básico aumenta, despesas médicas aumentam também.

A5: Não, tem que diminuir.

Prof: Então tem que ser como?

A5: Tem que inverter. (Apontou o sentido das setinhas)

Prof: Agora, se despesas médicas aumentam, o dinheiro do governo vai aumentar ou diminuir?

A5: Vai aumentar.

Prof: Então está certo. Acho melhor mudarmos o tipo de relacionamento entre despesas médicas e governo...

A5: Por quadrado.

Prof: É.

A5: Não vai mudar com o tempo...

Prof: Vai calcular uma vez só. Então neste caso nós estamos analisando o governo, se ele tem dinheiro ou se vai ficar sem dinheiro.

A5: Acho que deveria ter mais uma.

Prof: Qual?

A5: Do saneamento básico para o governo, porque o governo tem que dar dinheiro para o saneamento básico.

Prof: Então é do governo para o saneamento.

O modelo agora ficou como mostrado na figura B.23:

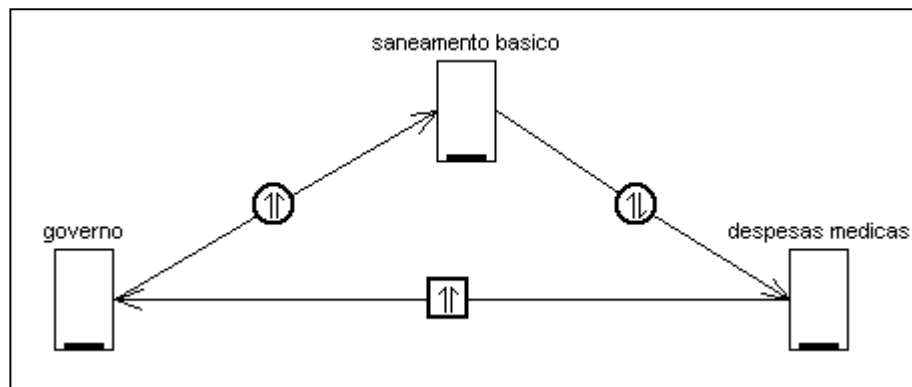


Figura B.23 – 2ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Saneamento Básico

Prof: Do jeito que está, se fizermos uma simulação...

A5: Não vai acontecer nada, porque está tudo no zero.

Prof: Então vamos colocar algum valor. Para quem?

A5: O governo tem que ter um dinheiro.

Subiram o nível de governo até a metade e mantiveram os outros no zero. Fizeram a simulação e o nível de governo baixou e nada aconteceu com os outros.

A6: Acabou o dinheiro para saneamento básico e despesas médicas.

Prof: Não deu muito certo assim, não é?

A5: Aqui tem que ser quadrado (entre governo e saneamento básico), porque ele só vai mandar uma vez.

Mudaram o relacionamento para quadrado, colocaram o nível de governo novamente no meio e repetiram a simulação. Aconteceu a mesma coisa.

Prof: O que está estranho aí é que o saneamento estava descendo e despesas médicas estava descendo junto, e não é isso. Vamos mudar todos os relacionamentos para bolinha.

Mudaram e iniciaram uma nova simulação com os seguintes níveis (figura B.24):

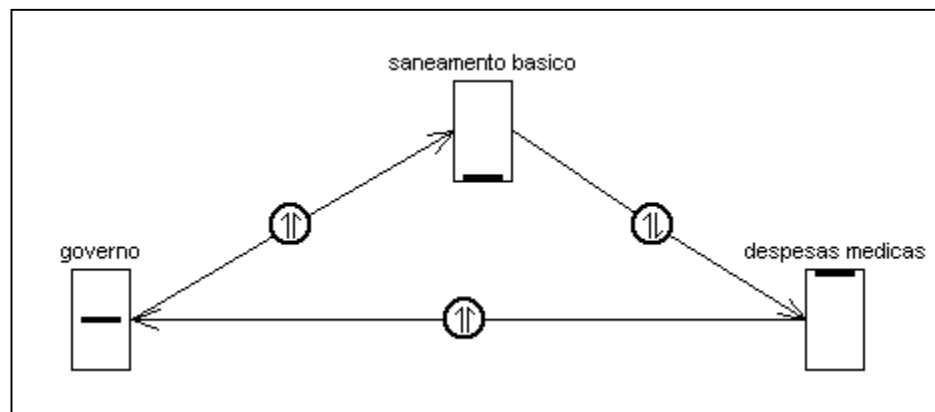


Figura B.24 – 3ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Saneamento Básico

Simularam e saneamento subiu, o governo subiu e despesas médicas desceu.

Prof: Vamos analisar despesas médicas. Entre despesas médicas e governo. Se despesas médicas aumentam, significa que o governo não deu dinheiro para saneamento, sem saneamento despesas médicas foi lá em cima. Vamos mudar as setinhas do relacionamento entre governo e despesas médicas para sentido oposto.

Então simularam o modelo iniciando desta maneira (figura B.25):

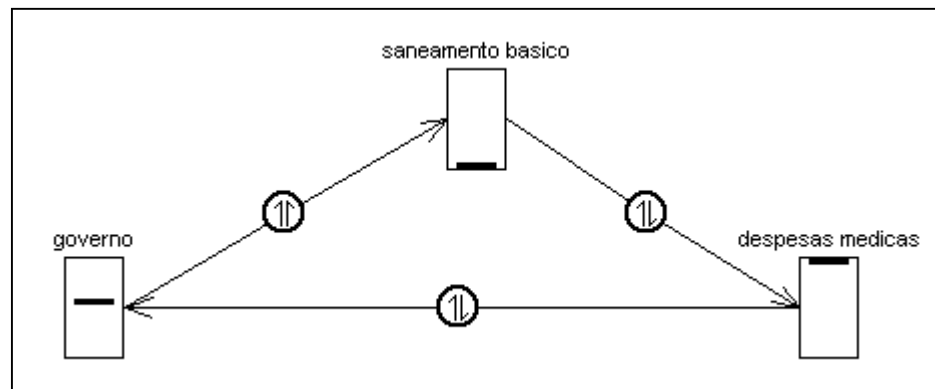


Figura B.25 – 4ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Saneamento Básico

Quando simularam, despesas médicas foi descendo lentamente.

O último texto foi iniciado, o do estacionamento. Eles leram, mas foi necessário explicar o procedimento do estacionamento (de entrada e saída de carros).

Prof: De acordo com esses dados, vocês acham que todos os carros vão sair do estacionamento?

A6: Não. Mais ou menos.

A5: Não. Porque tem uma hora a mais para entrar do que para sair, então entram muito mais carros do que saem.

A6: Eu acho que sai mais carro do que entra.

A5: Ficam duas horas só entrando carros. Seis horas entrando e saindo, então não altera nada. E uma hora para sair, sobra uma hora...

A6: E o que ele faz de 11 as 5, sai carro, não sai?

A5: Mas entram a mesma quantidade.

A6: Então... (ficou na dúvida)

Foi pedido para que montassem o modelo do estacionamento e verificassem se ficam carros ou saem todos do estacionamento.

A6: Entra carros, pode ser?

A5: Entrada.

A6: Entra e sai. E o outro sai.

Criaram três caixinhas com os nomes acima.

A5: Não tem que ter mais uma?

Prof: Qual?

A5: O estacionamento.

Prof: O que vocês vão medir aí?

A5: Se no final fica algum carro lá dentro.

Prof: Dentro de onde?

A5 e A6: Do estacionamento.

A5: Então tem que ter estacionamento.

Criaram mais uma caixinha chamada *estacionamento*.

Prof: Olha só uma coisa: quando vocês criaram uma caixinha chamada *entrada*, quando levantamos a barra de nível estamos representando o fluxo de carros que estão entrando, e quando vocês criaram uma caixinha chamada *saída* é a mesma coisa, só que quando levantamos a barra de nível estamos representando o fluxo de carros que estão saindo. Se eu quero depois representar o mesmo número de carros entrando e saindo eu preciso de mais uma caixinha chamada *entra e sai*?

A5: Não. Tem que ter só duas ou nenhuma.

Prof: Que duas?

A6: Entrada e saída?

A5: Então tira esse *entra e sai*.

Então o modelo ficou como o apresentado na figura B.26:

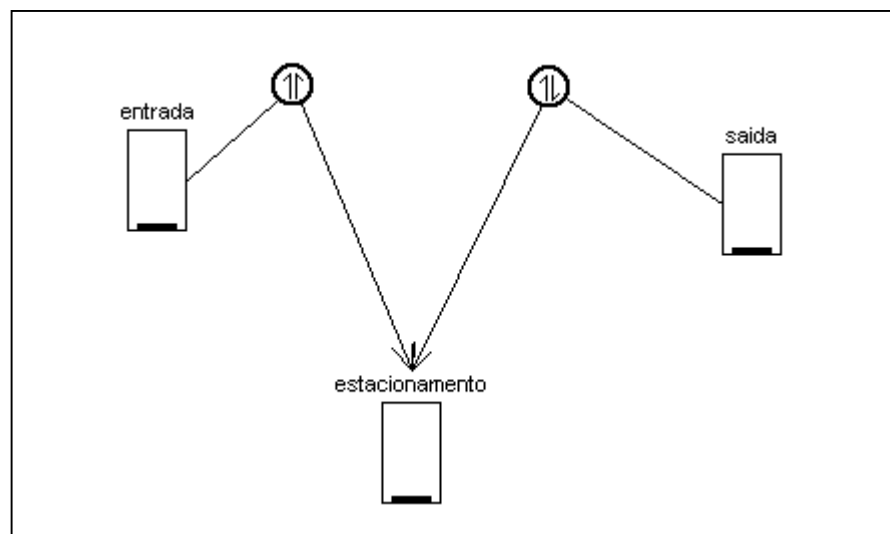


Figura B.26 – Modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento

Mudaram a unidade de tempo para minutos.

Prof: Diz aqui, que nas primeiras duas horas só entram carros. Como vocês representam isso?

Subiram um pouquinho a barra de nível de *entrada*, e deixaram *estacionamento* e *saída* no zero. Deixaram simulando o equivalente a duas horas. Verificaram a barra de nível de *estacionamento* subindo. Interromperam.

Prof: Agora, por aproximadamente 6 horas, entram o mesmo número de carros que saem. Como podemos fazer isso?

A5: Tem que igualar a saída. (Levantaram a barra de nível de *saída* até ficar igual a barra de nível de *entrada*)

Deixaram simulando por 6 horas e verificaram que o nível de *estacionamento* se manteve o mesmo durante todo o período.

Prof: Agora a última etapa. Por uma hora só saem carros. Como representamos isso?

A5: Zera a entrada.

Colocaram a barra de nível de *entrada* no zero e deixaram simulando por uma hora.

Prof: Olha o nível de estacionamento. Chegou no fim?

A5 e A6: Não.

Prof: Tem carros lá dentro ainda?

A5: Tem.

Foi solicitado que fizessem o gráfico deste dia do estacionamento no papel. Apresentaram o seguinte (figura B.27):

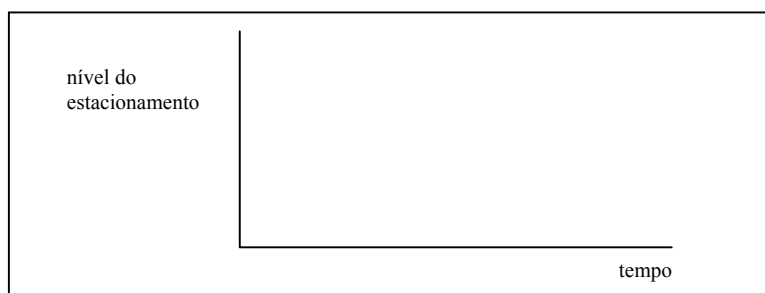


Figura B.27 – Eixos construídos pela dupla 3 para a elaboração do gráfico da Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento

Prof: Então agora, nas primeiras duas horas como será o gráfico?

A6: Sobe para cá. (figura B.28)

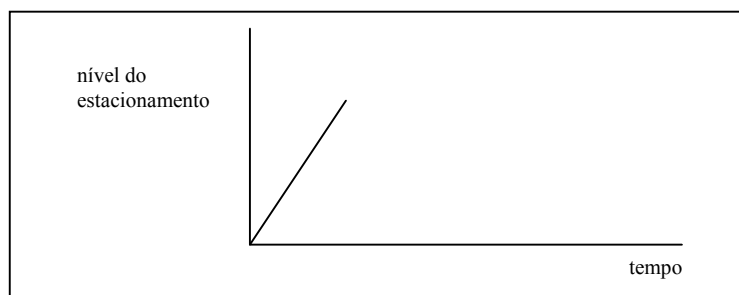


Figura B.28 – 1ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento

Prof: Nas seis horas seguintes.

A6: Mantém estável. (figura B.29)

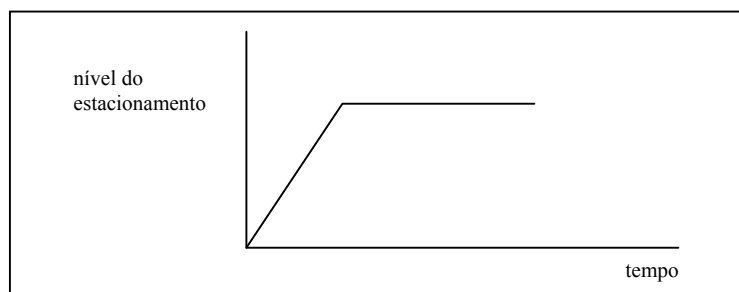


Figura B.29 – 2ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento

Prof: E no final? (figura B.30)

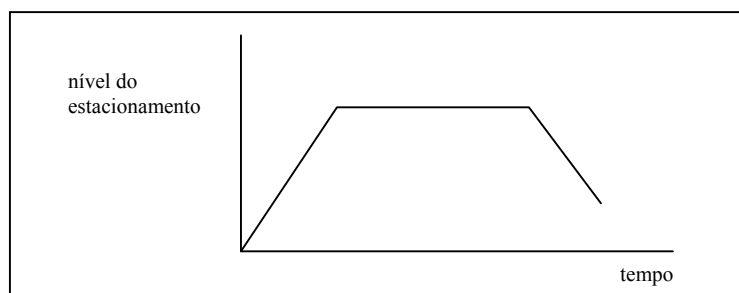


Figura B.30 – 3ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento

Prof: Por que essa reta parou aqui? (parte decrescente)

A5: *Porque o estacionamento não esvaziou tudo.*

Foi pedido para que repetissem a simulação, mas agora desenhando o gráfico para que pudessem comparar os dois gráficos. O desenho obtido foi o mesmo, mas o feito pelo computador estava (a parte da entrada) um pouco mais deitado que o deles.

Prof: *O de vocês eu acho que está um pouco mais em pé que o do computador, a parte da entrada.*

A5: *Está.*

Prof: *E o que isso significa?*

A5: *Que entrou mais carro.*

Prof: *E a saída? Ali (no computador) também está mais deitado.*

A5: *Saiu mais carro.*

A6: *Saiu mais rápido.*

Prof: *Mais deitado saiu mais rápido? Quem saiu mais rápido? O de lá (do computador) ou o daqui (do papel)?*

A5 e A6: *O de lá (do computador)*

A5: *Quanto mais deitado mais rápido. Se você vai assim (inclinou a mão a quase 90°) demora muito mais que se você for assim (deitou um pouco a mão).*

A6: *Depende.*

Prof: *Você também concorda com isso, Bárbara?*

A6: *Não.*

Prof: *O que você acha?*

A6: *Se for assim (mostrou mais deitado) está indo devagar e se for assim (mostrou mais em pé) está indo bem mais rápido.*

A5: *Não, se você está com um carro 1.0 você não consegue subir a ladeira.*

Prof: *Não estamos subindo a ladeira.*

Um exemplo foi elaborado para explicar a situação (figura B.31):

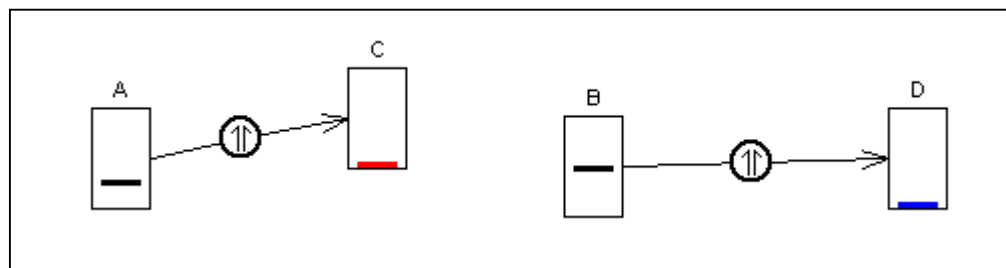


Figura B.31 – Modelo construído pela pesquisadora para esclarecimento da dúvida apresentada por um dos componentes da dupla 3

Foi explicado que A enche C com um certo fluxo e que B enche D com um fluxo um pouco maior que A.

Prof: *Quem enche mais rápido?*

A5 e A6: B.

Prof: *B não vai encher, nem A.*

A5 e A6: D.

Prof: *Imaginem que sejam duas banheiras: C e D. Vocês disseram que D vai encher mais rápido, então o gráfico de D vai ficar mais em pé ou mais deitado que C?*

A6: *Mais em pé o D e esse aqui mais (o C) mais deitado.*

Fizeram a simulação e obtiveram o seguinte (figura B.32):

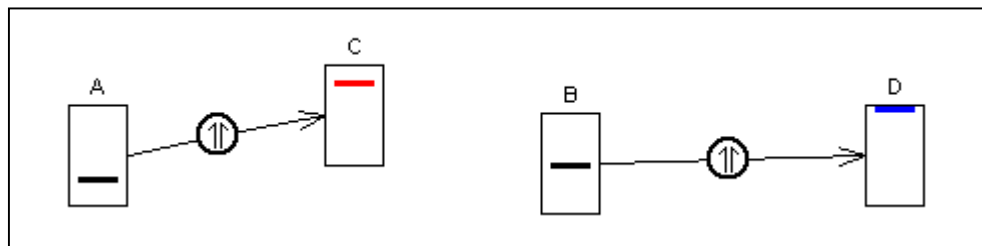


Figura B.32 – Situação Final do modelo construído pela pesquisadora para esclarecimento da dúvida apresentada por um dos componentes da dupla 3

A simulação foi interrompida e chamou-se a atenção para os níveis de C e D. Ficaram enchendo o mesmo tempo e D encheu mais rápido, e os gráficos resultantes foram (figura B.33):



Figura B.33 – Gráfico construído no computador resultante da simulação do modelo elaborado pela pesquisadora para esclarecimento da dúvida apresentada por um dos componentes da dupla 3

Prof: *Olha lá o gráfico. A banheira D, que é a azul, está muita mais em pé o gráfico, ela encheu mais rápido.*

Com isso, aparentemente, ficou esclarecido essa dúvida. A segunda atividade do dia foi iniciada, que era o exercício de pares de causa e efeito (tabela B.2).

	Identificação das variáveis	Relação de dependência	Direção dos relacionam. (setinhas)	Respondeu corretamente
Frase 1	Sim	Sim	Sim	Sim
Frase 2	Sim	Sim	Sim	Sim
Frase 3	Sim	Sim	Sim	Sim
Frase 4	Sim	Sim	Sim	Sim
Frase 5	Sim	Não	Sim	Sim
Frase 6	Sim	Sim	Sim	Sim

Tabela B.2 – Resultado obtido pela dupla 3 na Atividade Pares de Causa e Efeito

Depois disso, começaram a terceira atividade do dia, o texto da Amazônia, onde o modelo já estava iniciado e eles deveriam completar. Dei um tempo para a leitura, e quando eles terminaram, foi aberto o seguinte modelo (figura B.34):

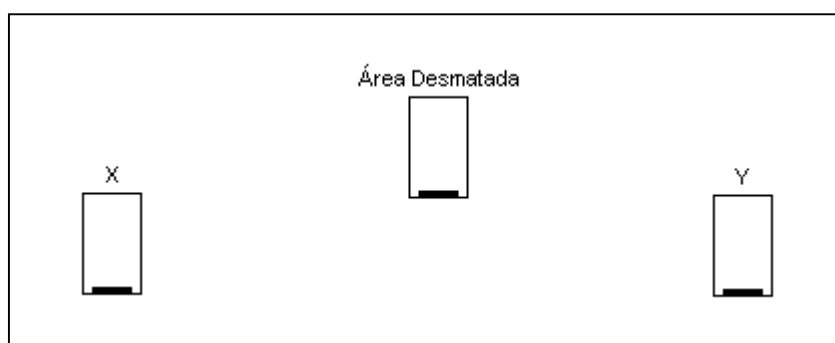


Figura B.34 – Modelo apresentado para dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

Prof: Neste modelo eu já coloquei três variáveis, sendo que em uma delas eu já coloquei o nome de área desmatada, e é o que vamos medir, se vai aumentar, se diminui. E coloquei também duas outras que chamei de X e de Y que não sei quem são. Mas quero que de acordo com o texto que vocês leram, identifiquem duas coisas que afetem a área desmatada. Se forem três e quiserem acrescentar mais uma, pode.

A5: Pode mudar o nome dessa? (área desmatada)

Prof: Qual o nome que você queria?

A5: Floresta amazônica. Aí aqui colocava desmatamento e aqui a replantação (referindo-se a X e Y).

A6: É melhor área desmatada, queimadas e poluição.

A5: Não. Floresta, desmatamento e replantação.

Prof: Pode ser. (Re-nomearam as caixinhas). Agora quem influencia quem e de que maneira?

Construíram o modelo com os seguintes valores iniciais (figura B.35):

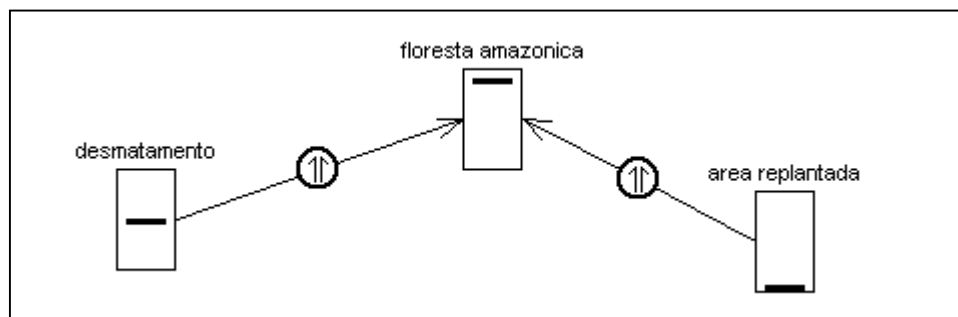


Figura B.35 – 1ª versão do modelo construído pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

Prof: O que vocês acham que vai acontecer com esse modelo?

A5: A floresta vai sumir rapidamente.

Simularam e floresta subiu lentamente.

Prof: Sumiu?

A5: Não.

Prof: Por que?

A5: Não sei... ah tá, é porque aqui tem que tirar. (mudou o relacionamento entre desmatamento e floresta, como na figura B.36)

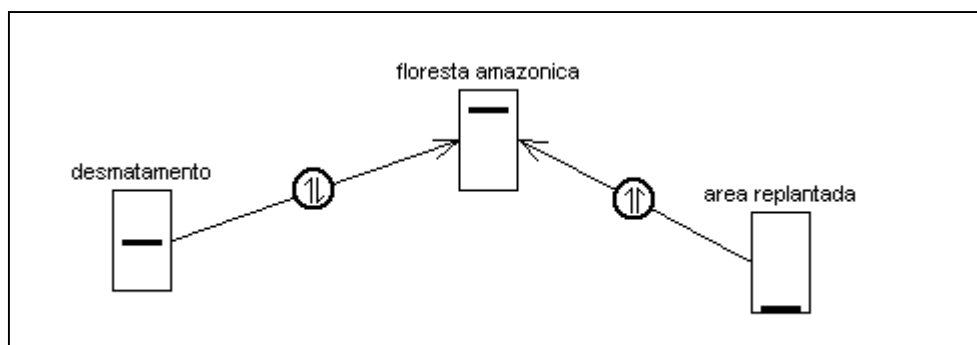


Figura B.36 – 2ª versão do modelo construído pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

Simularam novamente e o nível de *floresta* foi descendo. Foi sugerido o seguinte:

Prof: *Está diminuindo bem devagar. O que pode acontecer para a floresta diminuir um pouco mais rápido? Aliás, mais devagar ainda?*

A6: *O desmatamento põe pouco. Aí vai diminuir devagar.*

A5: *Ou então replantar.*

Diminuíram o nível de *desmatamento* e não mexeram em *replantar*. *Floresta* diminuiu mais lento ainda.

Prof: *Aí agora o governo entrou com um programa para melhorar a Floresta Amazônica, para ela voltar a crescer. O que é que tem que acontecer?*

Subiram o nível de *área replantada* um pouco acima de *desmatamento*, e *floresta* começou a subir lentamente. Foi pedido para que eles desenhasssem o gráfico da *floresta* nas condições descritas acima.

Prof: *Como é que era a situação inicial do modelo?*

A5: *O desmatamento estava lá em cima e não tinha nenhuma área replantada.*

Prof: *Então como é que é o gráfico disso aí?*

A5: *Tem que começar sem ser do zero, porque já tinha árvore e ir descendo.*

A6: *Devagar ou rápido?*

A5: *Devagar.*

Prof: *Aí depois o que aconteceu?*

A5: *Aí depois o desmatamento diminuiu, aí ficou mais devagar ainda.*

Prof: *E depois?*

A5: Depois subiu, porque a área replantada estava maior que o desmatamento.

Apresentaram o seguinte gráfico (figura B.37):

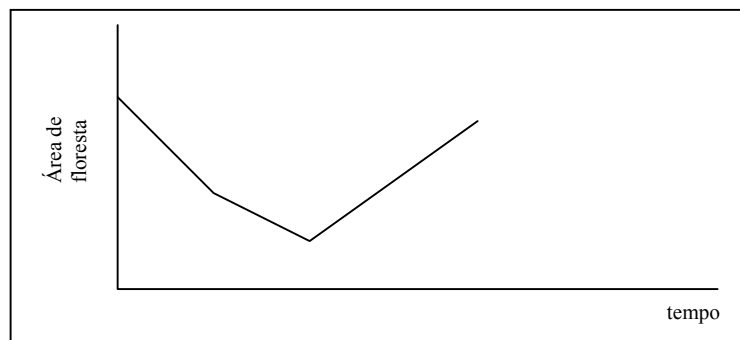


Figura B.37 – 1ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

Repetiram as situações para refazerem as simulações e comparar os gráficos, que ficaram bem parecidos.

Prof: Em quantos lugares vocês acham que o gráfico mudou de inclinação?

A5: Três.

Prof: Então vamos fazer tipo uma legenda. Coloca assim...

A5: Um, dois, três.

Prof: Coloca uns pontinhos e numera (coloquei os pontinhos e numerei 0,1,2,3).

Eles fizeram a seguinte legenda (figura B.38):

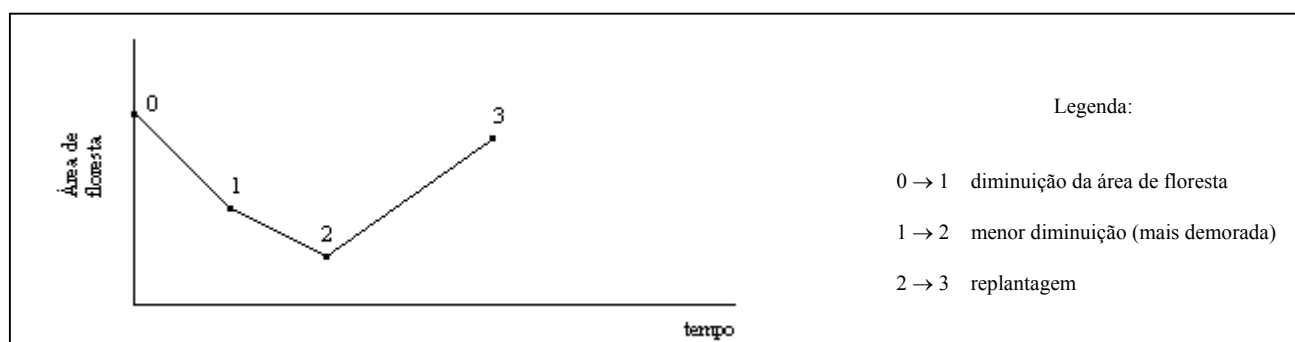


Figura B.38 – 2ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

As atividades do dia terminaram.

4º Dia – A5 e A6

Data : 21/10/03**Início: 12:05h****Término : 13:20h****Duração: 1:15h**

As atividades do dia tiveram início quando o arquivo chamado “aFavor” foi aberto. Este modelo já estava totalmente pronto, com todas as variáveis nomeadas adequadamente e todos os relacionamentos. Este modelo é composto de três variáveis: *Desarmamento*, *Armas em circulação* e *mortes violentas*; e dois relacionamentos: de “desarmamento” para “armas em circulação” do tipo bolinha no sentido oposto e outro de “armas em circulação” para “mortes violentas” do tipo quadradinho no mesmo sentido. Inicialmente todos os níveis estavam no zero (figura B.39).

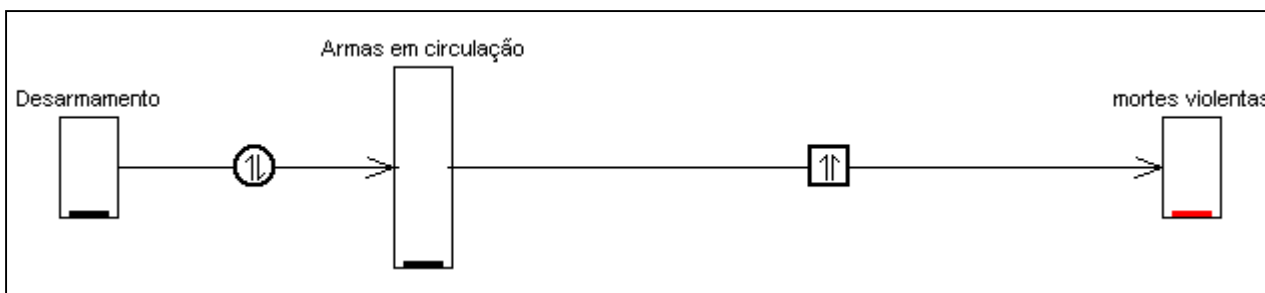


Figura B.39 – 1ª parte do modelo apresentado para a dupla 3 na Atividade Campanha para o Desarmamento

Prof: *O que você acha?*

A5: *Ou é armamento ou é morte.*

Prof: *Nós vamos analisar esta variável mortes violentas. Queria que vocês analisassem o que acontece com ela (mortes violentas) sem desarmamento e com desarmamento. Assim está sem desarmamento, olha só o nível de desarmamento, está lá em baixo (foi mostrado como no modelo acima) e assim com desarmamento (elevou-se a barra de nível de desarmamento acima do meio).*

Foi explicado também sobre o tipo de variável qualquer valor (*armas em circulação*), pois ela estava presente no modelo. Esclareceu-se que é um tipo de variável que pode ser utilizada para representar valores positivos e negativos. No caso desse modelo, deveriam considerar que o nível do meio representa um valor aceitável, e foi feita uma comparação com reservatórios de água, que podem estar acima ou abaixo do nível.

Prof: *Se não tem desarmamento, como é que vocês acham que vai estar o nível de armas em circulação?*

A5: *Acima do nível. (Levantamos o nível de armas em circulação quase que totalmente)*

Prof: *Vamos fazer uma simulação para ver o que acontece com mortes violentas.*

Fizeram a simulação e *mortes violentas* subiu de um vez.

Prof: *O que aconteceu com mortes violentas?*

A6: *Subiu.*

A5: *Subiu muito e depois se manteve.*

Prof: *Agora coloca um pouco de desarmamento para ver o que vai acontecer.*

Subimos a barra de nível de *desarmamento* até quase a metade. Simularam.

Prof: *O que está acontecendo agora com mortes violentas?*

A6: *Está descendo devagar.*

Prof: *Vocês têm idéia do que se trata este modelo? O que ele está representando?*

A5: *Representando as mortes.*

Prof: *Isso, e qual é a relação que existe entre essas variáveis? O que é que uma implica na outra?*

A5: *Que as armas de fogo causam um grande número de mortes e quando ela é combatida, diminui.*

Prof: *Concorda Bárbara?*

A6: *Concordo.*

Finalizada esta parte, foi aberto um outro arquivo chamado “ContraEFavor” (figura B.40). Neste modelo, foram representadas duas vertentes de opiniões sobre porte de armas: as pessoas que são a favor do desarmamento (como o visto anteriormente) e as pessoas que são contra o desarmamento (incluído o modelo nesta etapa).

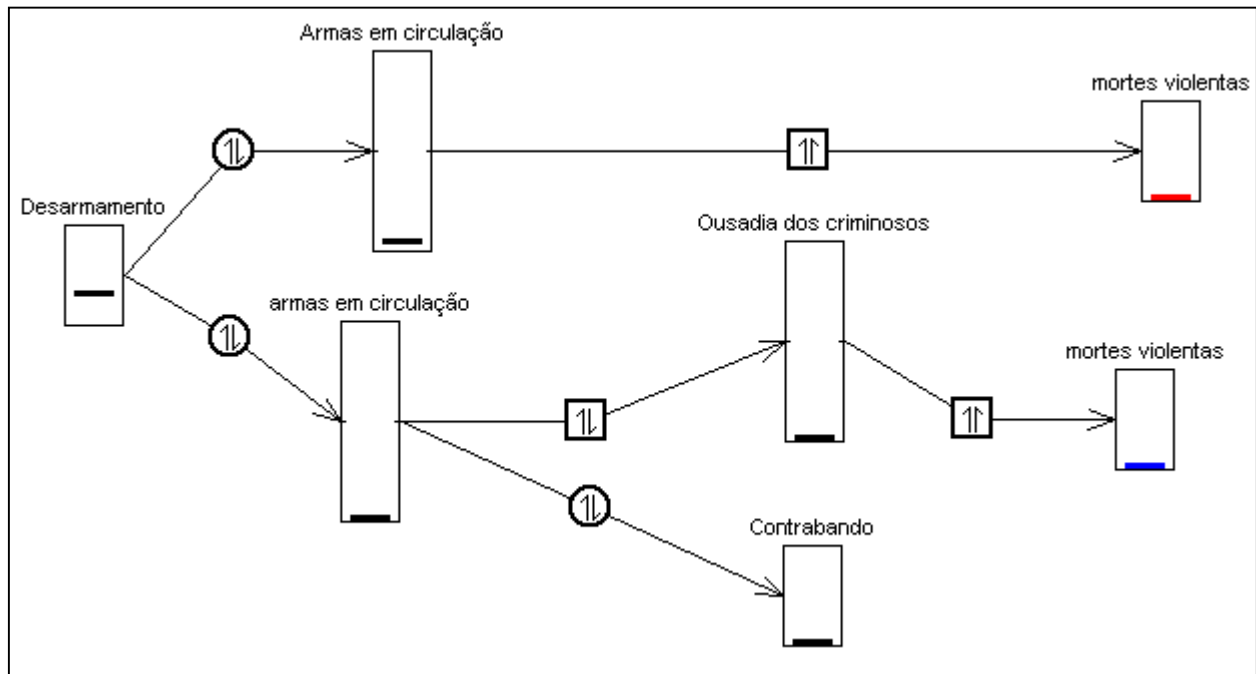


Figura B.40 – 2ª parte do modelo apresentado para a dupla 3 na Atividade Campanha para o Desarmamento

Os alunos foram orientados para que olhassem para o modelo, inicialmente, como sendo duas partes. A superior era exatamente a que já haviam analisado, e agora foi acrescentada a parte inferior, com algumas variáveis de mesmo nome e que representavam a mesma coisa. As únicas variáveis diferentes eram *ousadia dos criminosos* e *contrabando*.

Prof: *Vamos analisar primeiro essa parte de baixo, sem desarmamento e com desarmamento, como fica mortes violentas.*

A6: *Contrabando vai aumentar e mortes violentas vai aumentar.*

Prof: *Sem desarmamento...*

A6: *Armas em circulação está lá em cima. (elevou-se a barra de nível de armas em circulação – nas duas caixinhas – para quase no topo)*

Iniciaram a simulação. Verificaram (na parte inferior) que somente *ousadia dos criminosos* subiu um pouquinho e nada aconteceu com *contrabando* e nem com *mortes violentas*. Resolveram então colocar um pouquinho de *desarmamento* (elevaram a barra de nível para um pouco abaixo do meio).

Prof: *O que está acontecendo agora?*

A5: *Está diminuindo armas.*

Prof: *É, está diminuindo armas em circulação. Vou aumentar mais um pouco desarmamento. (elevou-se a barra de nível um pouco acima do meio).*

A6: *Armas em circulação está descendo. Ousadia dos criminosos está aumentando.*

Prof: *A ousadia dos criminosos está ficando acima do nível aceitável agora. O que ele causou?*

A5: *O contrabando e as mortes violentas.*

Prof: *Vocês conseguem me dizer o que esta parte inferior do modelo está representando?*

A6: *Armas em circulação estava alta, certo? Ai o desarmamento ficou alto e tirou as armas em circulação e a ousadia dos criminosos aumentou, e as mortes violentas aumentaram.*

A5: *E sem armas em circulação, eles tinham que contrabandear as armas.*

Feito isso, os textos que serviram como base para a elaboração do modelo foram mostrados. Os alunos leram os dois textos e, após a leitura, perguntou-se:

Prof: *Esse texto aqui que é a favor, é a favor do que?*

A6: *Das armas.*

Prof: *E esse aqui? (Texto com o título “Contra”)*

A6: *Contra as armas.*

Prof: *Então lho só: essa linha de cima (parte superior do modelo) vocês acham que representa o que?*

A5 e A6: *A favor é embaixo e contra é em cima.*

Prof: *Como vocês identificaram?*

A6: *porque aqui no a favor tem ousadia dos criminosos e contrabando.*

A5: *E também tem no texto: “a extinção do porte de armas para os cidadãos comuns funcionaria, afirmam, como uma garantia dada aos assaltantes de que suas vítimas não têm como reagir em caso de um ataque”.*

Prof: *Se fôssemos traçar o gráfico de mortes violentas nessa situação (apontei a parte superior) e na situação debaixo, vocês têm idéia de como seriam? Primeira eu quero saber sem desarmamento, como é que seria.*

A6: *Vai ficar embaixo, não.*

Prof: *Vamos ver. Sem desarmamento como é que está o nível de armas em circulação?*

A5: *Vai subir.*

Prof: *Diz esse pessoal aqui (mostrou-se o modelo das pessoas que defendem o desarmamento) que se tem muitas armas em circulação, o que acontece?*

A5: *Aumenta mortes, vai subindo.*

A6: *É.*

Prof: *E esse pessoal aqui (mostrou-se o modelo das pessoas que são contra o desarmamento), o que vai acontecer com mortes violentas?*

A5: *Vai subir.*

A6: *Subir mais.*

Prof: *Também?*

A5: *É.*

Prof: *Então vamos ver.*

Iniciou-se uma nova simulação, mas antes que começasse:

A5: *Não, eu acho que aqui não vai subir (a parte inferior)*

Após a simulação.

Prof: *Olha lá, o que aconteceu com mortes violentas? (mostrou-se a parte superior)*

A5: *Subiu.*

Prof: *É, eles falam isso, que se tiver muitas armas em circulação, muita gente vai morrer por arma de fogo. Já esse pessoal diz (a parte inferior) que se tiver muitas armas em circulação, os bandidos...*

A5: *Não ousam.*

Prof: *Conseqüentemente...*

A5: *Não tem mortes. E muita arma também não vai precisar de contrabando.*

Prof: *Agora, se eu aumento desarmamento, olha o de cima. Armas em circulação está abaixando nos dois (na parte inferior e superior)*

Verificaram que na parte superior, de acordo com que *armas em circulação* estava descendo, descia junto *mortes violentas*, e na parte inferior, de acordo com que *armas em circulação* estava descendo, fazia *mortes violentes* subir. Foi dado um papel para eles tentarem traçar os gráficos de *mortes violentes* nos dois casos (a favor e contra), primeiramente sem desarmamento e depois com desarmamento. Sugeriu-se que traçassem os eixos e que os dividissem em duas partes (figura B.41):

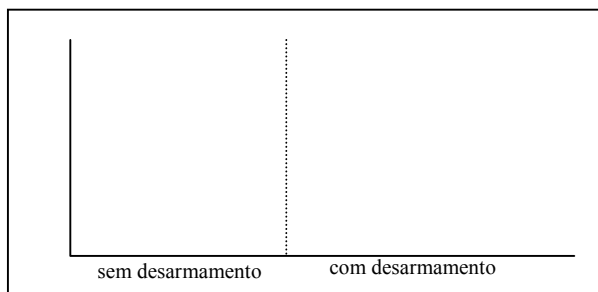


Figura B.41 – Construção dos eixos no papel feitos pela dupla 3 para a elaboração dos gráficos na Atividade Campanha para o Desarmamento

Para construírem o gráfico azul, precisaram fazer mais uma simulação. Apresentaram o gráfico mostrado na figura 4.42: (em vermelho é o pessoal a favor do desarmamento e em azul é o pessoal contra)

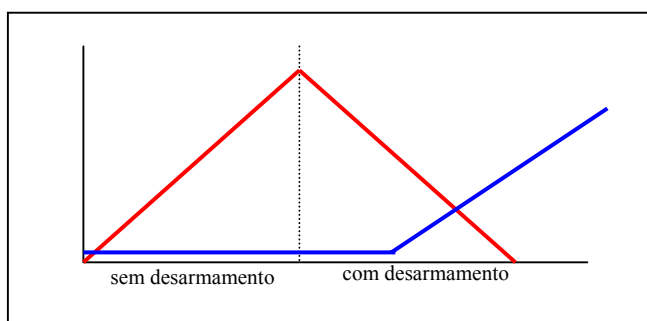


Figura B.42 – Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Campanha para o Desarmamento

Para conferir, repetiram a simulação, e agora, com a saída gráfica habilitada. O resultado dos gráficos feitos pelo computador é apresentado na figura B.43:

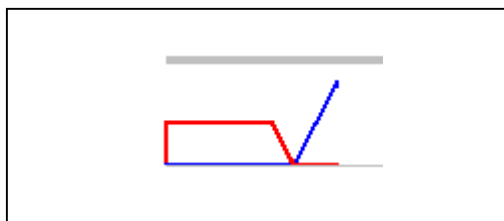


Figura B.43 – Gráfico construído no computador pela dupla 3 na Atividade Campanha para o Desarmamento

A6: *O nosso ficou errado.*

Prof: *O que ficou diferente?*

A5: É que o nosso foi subindo aos poucos, e o do computador subiu rápido demais e depois se manteve.

Iniciou-se a segunda tarefa do dia. Esta atividade teve início com um modelo pronto, com todos os relacionamentos, mas com todas as variáveis sem nomes. Foi pedido então que eles pensassem numa história que pudesse ter esse comportamento. Nesta história deveriam selecionar 4 variáveis para serem representadas no modelo, respeitando o sentido dos relacionamentos (figura B.44).

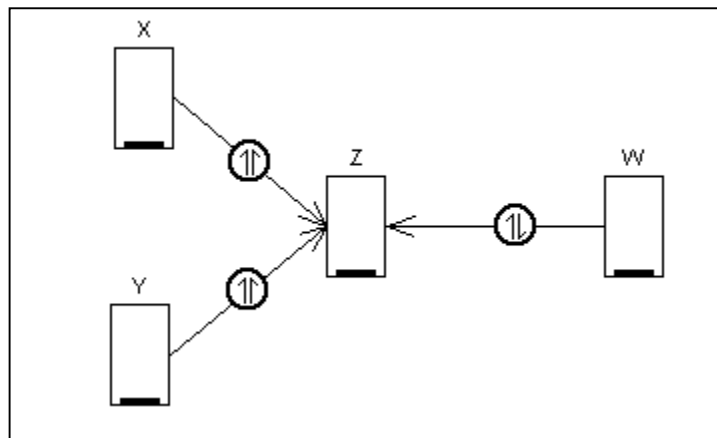


Figura B.44 – Modelo apresentado para dupla 3 na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo

Prof: *Vocês têm alguma idéia de qual variável iremos analisar?*

A5: *Essa (apontou para a var Z)*

Prof: *Por que a Z?*

A6: *Todo mundo está influenciando ele.*

Prof: *Então eu queria que vocês pensassem em qualquer história, que pudéssemos destacar algumas variáveis que se encaixam aí.*

Apresentaram o seguinte modelo (figura B.45):

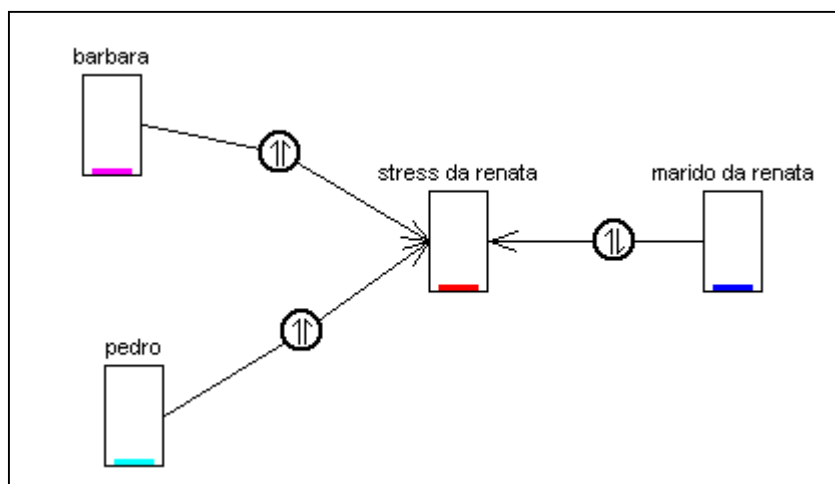


Figura B.45 – Modelo construído pela dupla 3 na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo

Formularam a seguinte história: subiram um pouco as barras de nível de *Bárbara* e *Pedro*, dizendo que eles estavam fazendo bagunça, portanto deveria crescer o nível do *stress da Renata*. O nível de *marido da Renata* permaneceu zero, pois eles disseram que *Renata* estava longe de casa (estava no colégio). O nível de *stress da Renata* já estava um pouco levantado, pois disseram que ela já chegou irritada. Iniciaram a simulação e o nível de *stress da Renata* começou a subir. Foi pedido para interromperem a simulação e sugerido que a partir de agora o *stress da Renata* tinha que subir mais rápido. Subiram a barra de nível do *Pedro*, pois ele perturbou mais ainda. Então o nível de *stress da Renata* subiu mais rápido. Depois eles disseram que acabou a aula, então o nível de *stress da Renata* foi descendo e depois que encontrou o *marido da Renata*, desceu rapidinho.

Solicitou-se que eles colocassem essa história e o gráfico correspondente no papel (figura B.46).

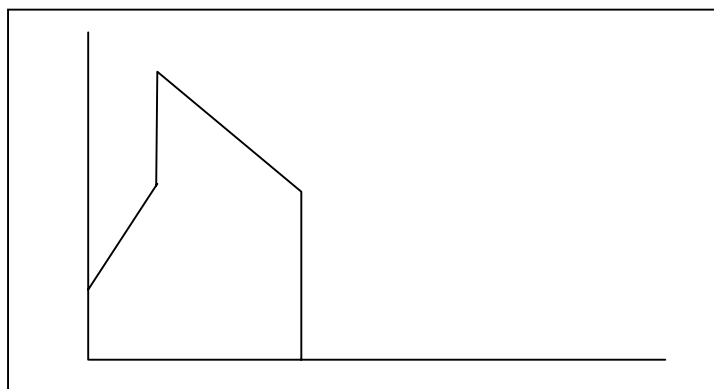


Figura B.46 – Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo

Prof: Mas o stress da Renata já começou assim?

A5: Já.

Prof: E quando o Pedro a estressou mais ainda?

A5: Ai fez assim...Bum.

A6: Ai foi acabando devagarzinho.

A5: A Renata foi acalmando, acalmando.

A6: Foi para casa.

A5: E despençou.

Foi pedido para que então fizessem a simulação do modelo e que resultasse no gráfico apresentado. Iniciaram a simulação com o modelo de acordo com a figura 4.47:

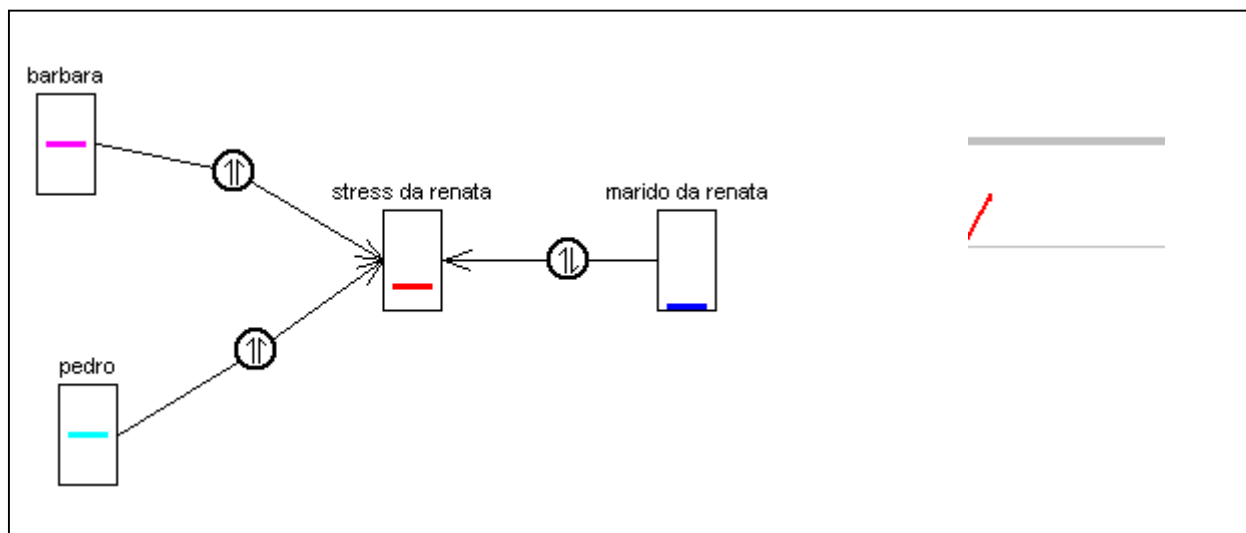


Figura B.47 – 1ª versão do modelo construído pela dupla 3 para resultar na 1ª parte do gráfico na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo

Continuaram a história, dizendo que o *Pedro* estressou mais ainda a *Renata*. Subiram um pouco a barra de nível do *Pedro* (figura B.48):

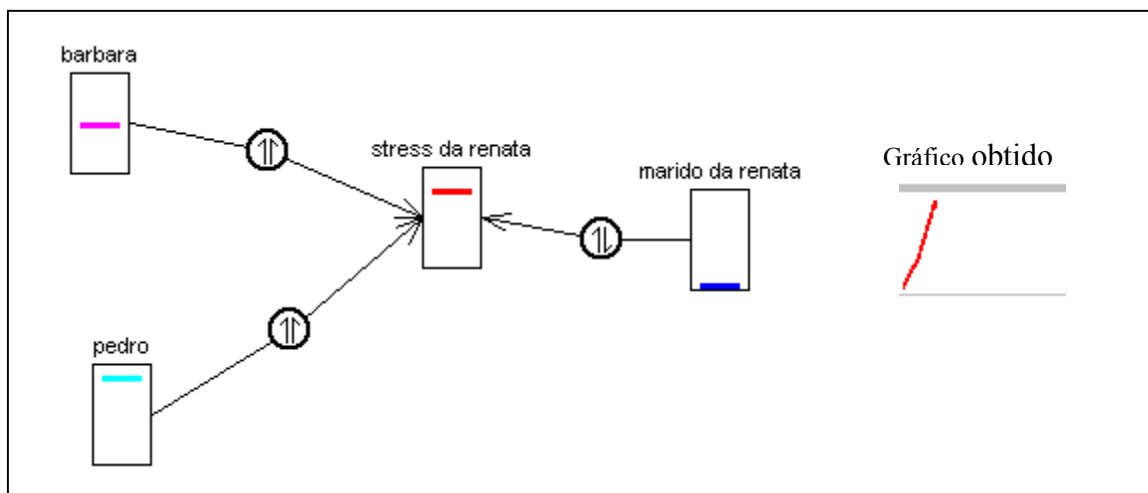


Figura B.48 – 2ª versão do modelo construído pela dupla 3 para resultar na 2ª parte do gráfico na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo

Depois a aula acabou e *Renata* começou a pensar no *marido* (figura B.49):

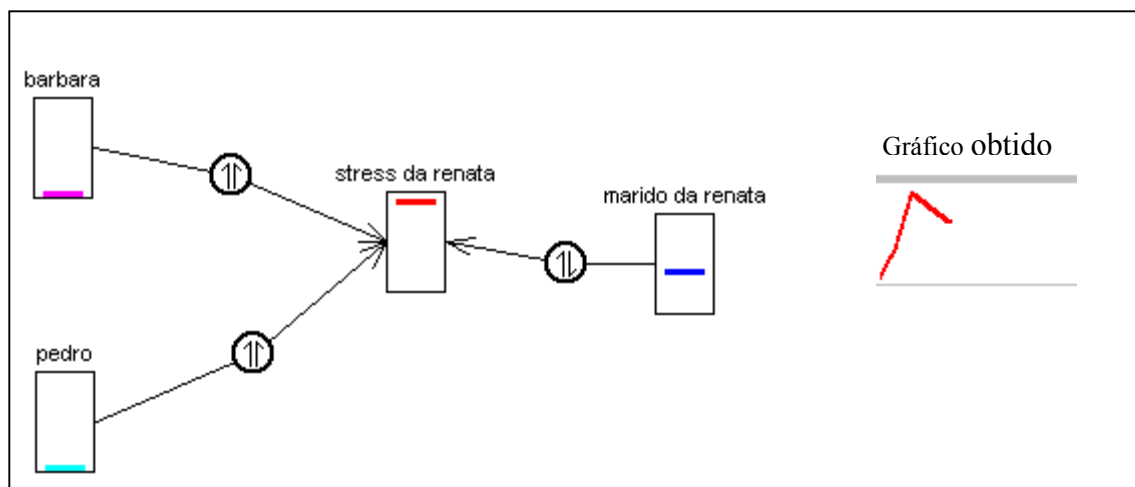


Figura B.49 – 3ª versão do modelo construído pela dupla 3 para resultar na 3ª parte do gráfico na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo

Renata chegou em casa e encontrou o *marido* (figura B.50).

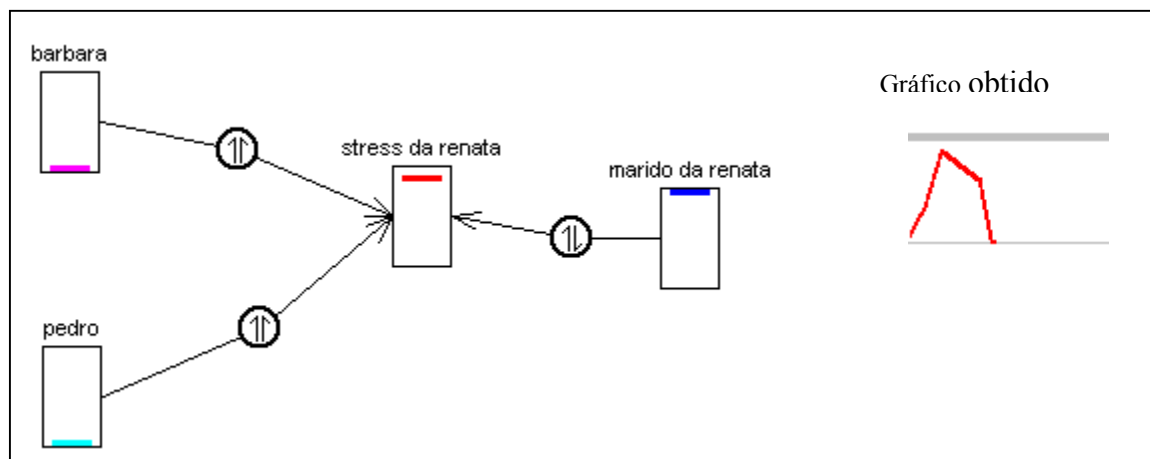


Figura B.50 – 4ª versão do modelo construído pela dupla 3 para resultar na 4ª parte do gráfico na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo

Prof: *Acham alguma diferença?*

A6: *No nosso você estressou mais rápido.*

Prof: *Como você percebeu?*

A6: *Está mais em pé.*

Foi dado início a última atividade. Nesta atividade foram mostrados alguns gráficos a eles e pedido um modelo que tenha o gráfico apresentado como resultado. Comentou-se que eles estavam livres para escolher o modelo, inclusive quantas variáveis quisessem. Eles estavam sem idéia, então foi sugerido que fizessem alguma coisa ligada com esporte, rendimento físico (figura B.51):

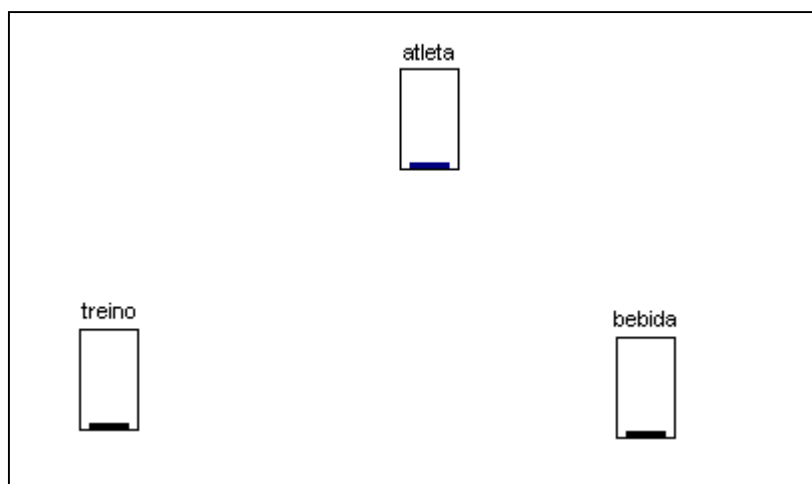


Figura B.51 – Variáveis escolhidas pela dupla 3 na Atividade Gráficos

Inicialmente A5 sugeriu que o relacionamento entre treino e atleta fosse de quadrado, mas depois ele mesmo achou melhor colocar de bolinha.

A5: Quadrado do treino para o atleta. Não bolinha, porque vai ter que ir subindo, subindo, subindo.

Então o modelo ficou como na figura B.52:

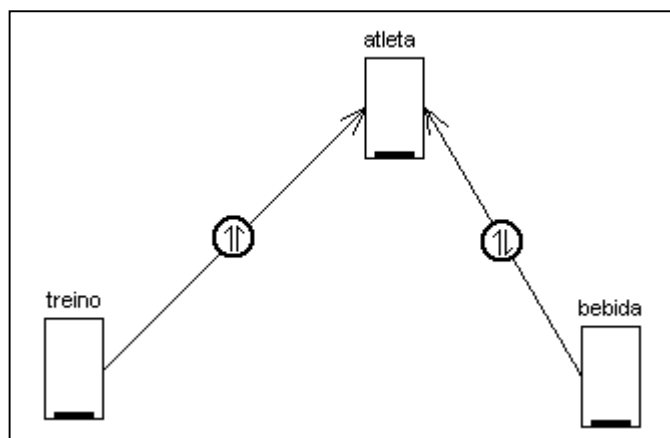


Figura B.52 – Modelo construído pela dupla 3 na Atividade Gráficos

1º gráfico (figura B.53):

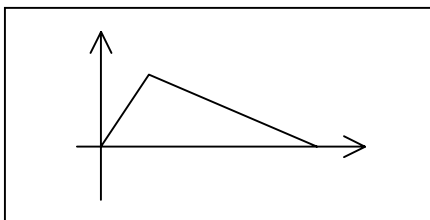


Figura B.53 – 1º gráfico solicitado na Atividade Gráficos

Inicialmente levantaram bem a barra de nível de *treino*. Mas antes que fizessem a simulação:

A5: Tem que ter menos treino, porque não é tão ... (mostrou com a mão algo muito em pé)

Deixaram a barra de nível *bebida* no zero e colocaram a de *treino* um pouco acima do meio. A parte crescente do gráfico ficou muito parecida, inclusive a inclinação. Para resultar na parte decrescente, colocaram a barra de nível de *treino* no zero e subiram a de *bebida* até quase no topo. O resultado é mostrado na figura B.54:

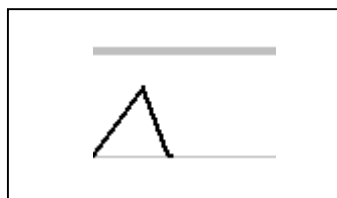


Figura B.54 – 1ª versão do gráfico elaborado no computador pela dupla 3 na Atividade Gráficos

Prof: *O que no de vocês deu de diferente?*

A5: *É porque ele bebeu demais. Exagerou.*

Repetiram o início, e para a segunda parte foi perguntado:

Prof: *A descida do gráfico apresentado é rápida ou é devagar?*

A5: *É devagar.*

A6: *Então ele treinou um pouco e começou a beber.*

Para a parte decrescente o modelo ficou como na figura B.55:

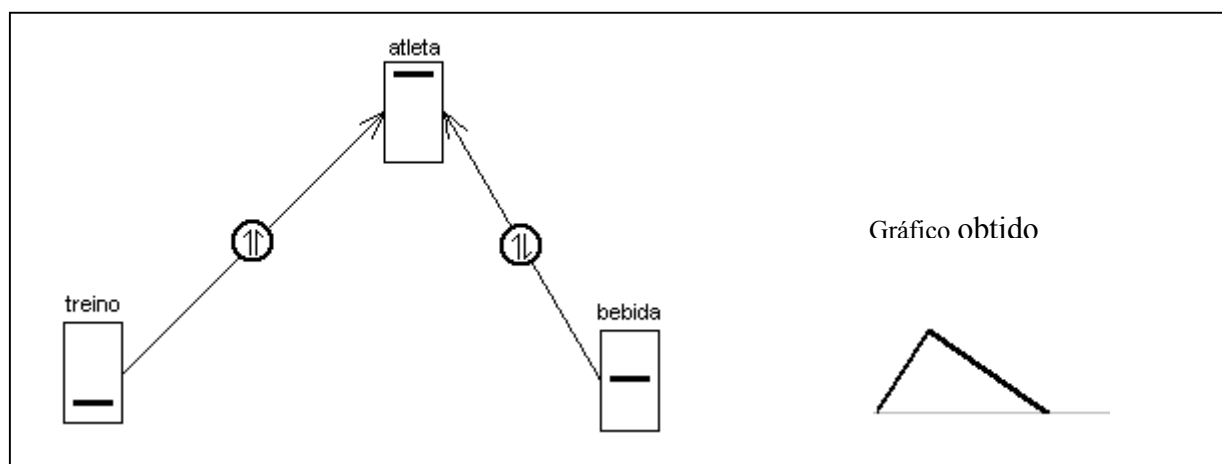


Figura B.55 – 2ª versão do gráfico elaborado no computador pela dupla 3 na Atividade Gráficos

A6: *Eu acho que está indo muito rápido.*

Prof: *Qual? O de vocês ou o apresentado?*

A5: *O nosso. Esse segundo tinha que deitar mais.*

Prof: *Como é que vocês podem fazer para ele descer mais devagar?*

A5: *Aumentar um pouco o treino.*

Neste momento foi comentado que o nome da variável *atleta* não estava muito explicativo, pois não dava para saber o que do atleta. Então alteraram para *rendimento do atleta*. Refizeram a simulação e deixaram a barra de nível de *treino* um pouquinho abaixo do meio e a de *bebida* um pouco acima do meio, e então obtiveram o gráfico desejado.

2º gráfico (figura B.56):

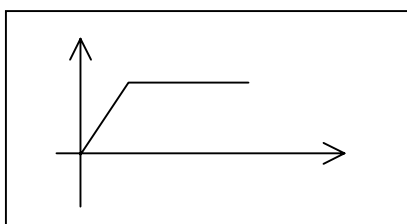


Figura B.56 – 2ª gráfico solicitado na Atividade Gráficos

A5: Começou a treinar, como um desesperado.

Colocaram a barra de nível de *treino* acima do meio e simularam. Para a segunda parte, colocaram a barra de nível de *bebida* tão alto quanto a do *treino* e obtiveram o gráfico pedido.

3º gráfico (figura B.57)

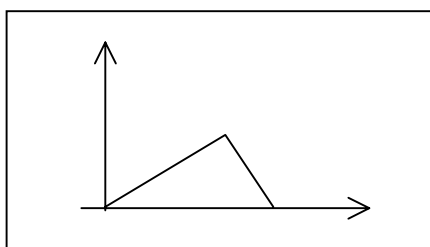


Figura B.57 – 3ª gráfico solicitado na Atividade Gráficos

A primeira parte fizeram corretamente na primeira tentativa. Colocaram a barra de nível de *treino* um pouco abaixo do meio.

Prof: *E a descida? Está mais em pé ou mais deitada?*

A5: Está mais em pé.

Prof: *Então é mais rápido ou mais devagar?*

A6: Mais rápido.

Prof: *E o que vai fazer descer rápido?*

A5: Bastante bebida.

Deixaram a barra de nível de *treino* no mesmo lugar e colocaram a de *bebida* quase no topo. Ficaram satisfeitos com o resultado obtido.

4º gráfico (figura B.58)

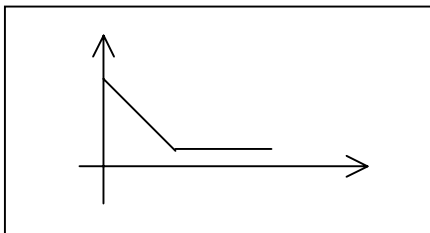


Figura B.58 – 4ª gráfico solicitado na Atividade Gráficos

A5: Esse é fácil. Já tem um rendimento, não começa do zero.

Colocaram a barra de nível de *rendimento* e a de *bebida* bem no alto e a de *treino* deixaram no zero. E para a segunda parte:

Prof: Agora o que tem que fazer?

A5: Estabilizar. Coloca tudo no zero.

Mas A6 achou melhor subir a barra de nível de *treino* igual a de *bebida*. O resultado ficou bem parecido com o que foi pedido.

5º gráfico (figura B.59)

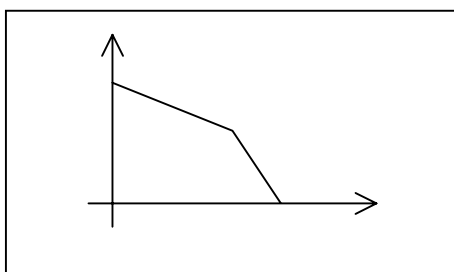


Figura B.59 – 5ª gráfico solicitado na Atividade Gráficos

Prof: O que acontece com esse gráfico?

A6: Primeiro começa alto e vai descendo.

Prof: Rápido ou devagar?

A6: Devagar.

Colocaram a barra de nível de *rendimento* bem no alto, a de *treino* um pouco abaixo do meio e a de *bebida* no meio. Simularam e obtiveram a primeira parte do gráfico.

A6: Agora tem que descer mais rápido ainda. Tem que ter muito mais bebida.

Mantiveram a barra de nível de *treino* e colocaram a de *bebida* quase no topo. Obtiveram o gráfico pedido. As atividades do dia foram encerradas.

PARTE II – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELA DUPLA 3¹⁶

• Atividade do Calvin

2) Responda as seguintes questões:

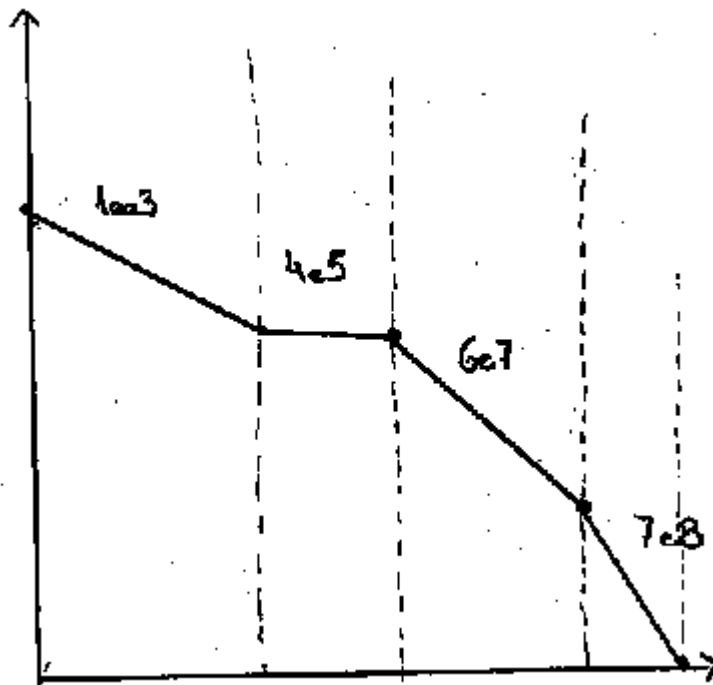
a) Quais são os sentimentos de Calvin que você acha que estão envolvidos nesta história?

Medo e coragem

b) Escolha um dos sentimentos citados na questão anterior. Este sentimento tem a mesma intensidade do começo ao fim da história? Descreva como ele evolui no decorrer da história.

Nos primeiros quadrinhos Calvin estava com muito medo, aí depois ele criou coragem e o medo dele diminuiu.

c) Como seria então o gráfico desse sentimento à medida que a história acontece?



¹⁶ As respostas dadas pelos alunos foram transcritas (na íntegra) utilizando outra fonte (“Monotype Corsiva”, itálico), pois em alguns casos o texto original ficou ilegível.

- **Atividade da Dinâmica Populacional das Abelhas**

Objetivando fazer uma análise do ciclo de vida de uma nova colméia, responda as seguintes questões.

- 1) Como não temos informações quanto à idade dessas 10 mil operárias do enxame voador e, considerando que as novas operárias só começarão a nascer a partir do 21º dia, o que acontece com a população de abelhas nos primeiros 20 dias?

A população diminui.

- 2) O que começa acontecer a partir do 21º dia da nova colméia? A partir de que dia esta situação começa a mudar?

Começa a nascer novas abelhas do 22º ao 40º.

- 3) O que acontece com a população entre o 21º dia e o 40º dia?

A população aumenta.

- 4) O que acontece a partir do 41º dia? Estão morrendo abelhas? Estão nascendo? Até quando esta situação permanece?

Estão nascendo e não morrendo. Até a colméia ser destruída.

- 5) Como fica a população entre o 41º dia e o 60º dia ?

Aumenta a população.

- 6) Vamos analisar a população de abelhas a partir do 61º dia. Morrem abelhas? Em caso afirmativo, quantas por dia? Nascem abelhas? Em caso afirmativo, quantas por dia?

Nasce o mesmo do que morre.

7) Qual seria o resultado da população neste período (a partir do 61º dia)?

Constante.

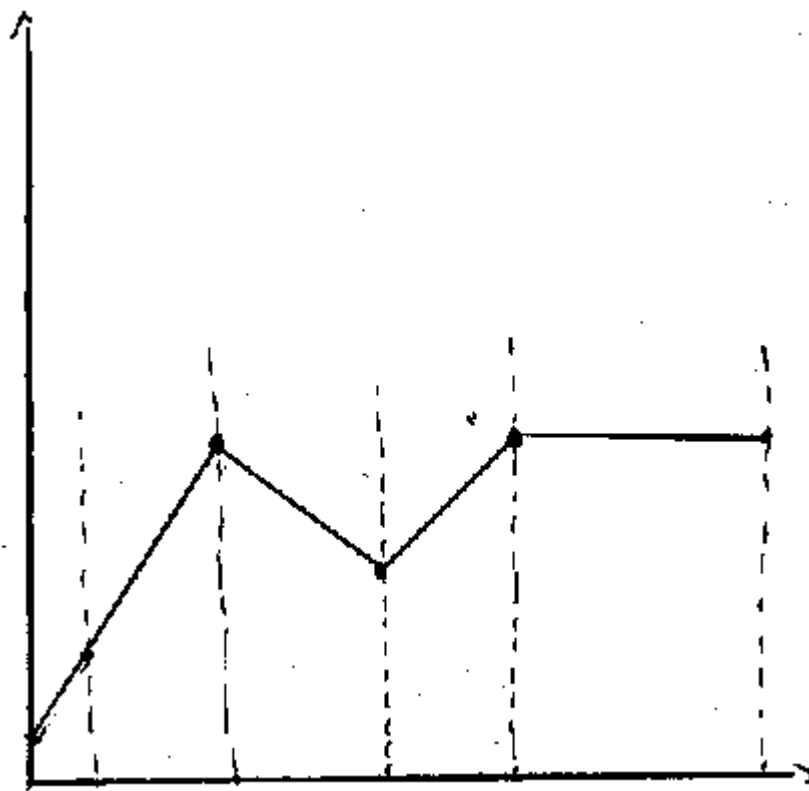
8) Em quantas fases (partes) podemos dividir o ciclo de vida de uma nova colméia? Você pode dar nomes a essas fases?

Diminui aumentou aumentou manteve

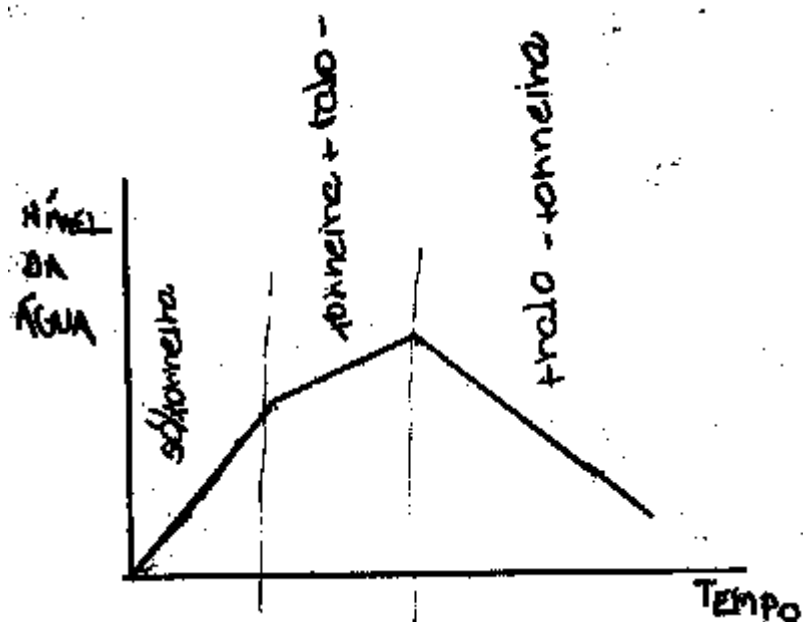
9) Considerando as respostas acima, como você acha que será o comportamento da população de abelhas nesta nova colméia?

Uma nova colméia será criada.

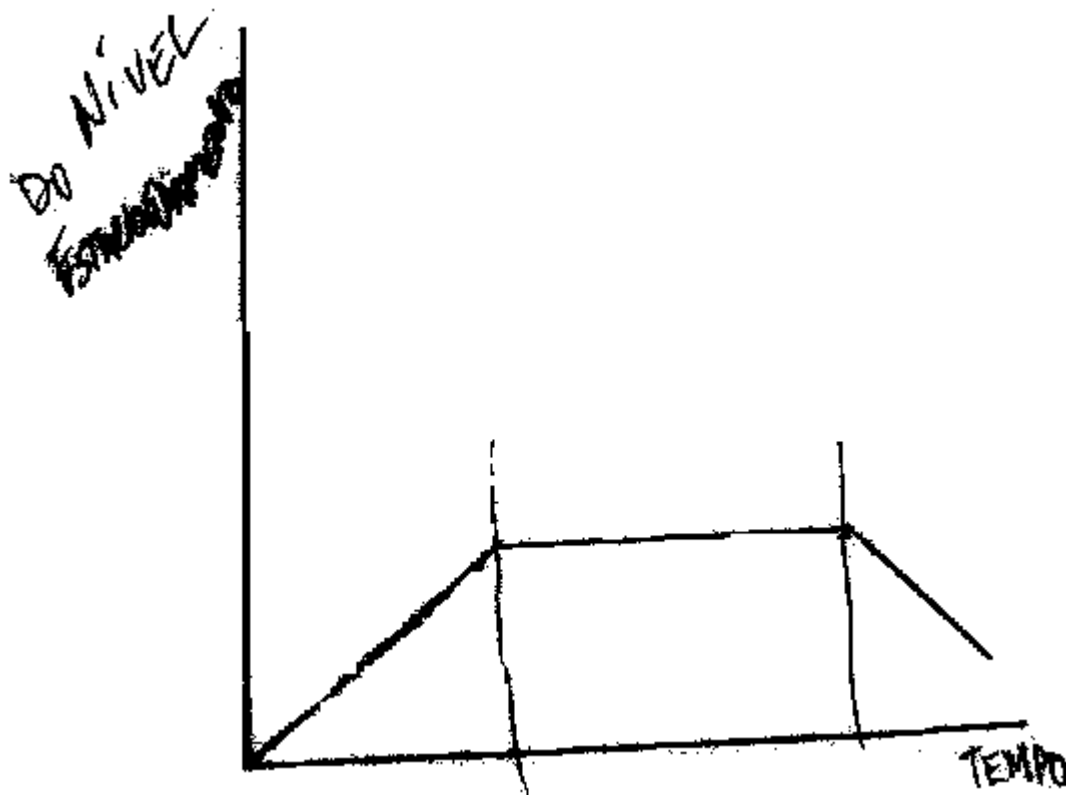
10) Como você desenharia um gráfico para representar este comportamento?



- Atividade Nível de Água de uma Banheira

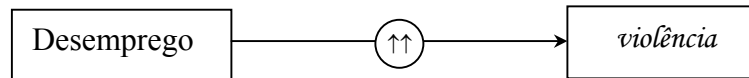


- Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento



- **Atividade Pares de Causa e Efeito**

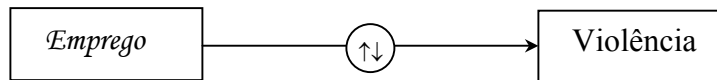
1) Quanto maior o número de desemprego, mais rapidamente cresce a violência na cidade.



O que você acha que aconteceria se não houvesse desemprego? Por quê?

Se não houvesse desemprego não haveria violência, porque as pessoas roubam para sustentar a família ou coisa parecida.

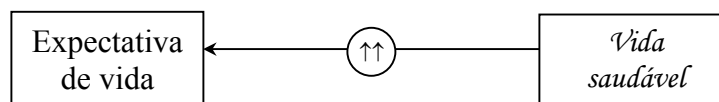
2) Se fossem oferecidos um maior número de empregos, a violência seria menor.



Considerando que hoje temos um baixo número de empregos disponíveis, como fica a violência? Por quê?

A violência aumenta, porque as pessoas têm que sustentar suas famílias.

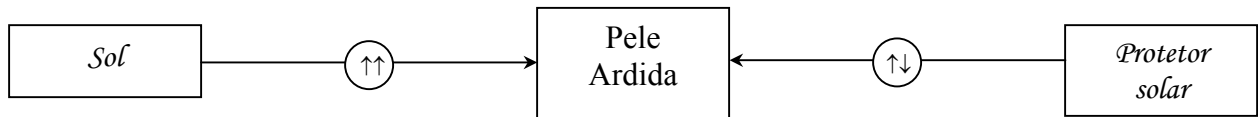
3) Se uma pessoa leva uma vida saudável, então ela pode ter uma maior expectativa de vida.



Qual é a expectativa de vida de uma pessoa que não possui hábitos de cigarro e bebida? Por quê?

Boa, porque ela está prevenindo sua vida.

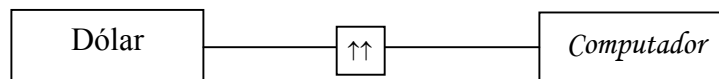
4) Em dias de sol as pessoas devem usar filtro solar na praia para a pele não ficar ardida.



Uma pessoa foi a praia e teve uma insolação. Neste caso, como estavam os níveis das variáveis?

O sol estava forte, ela não usou protetor solar. Então teve insolação.

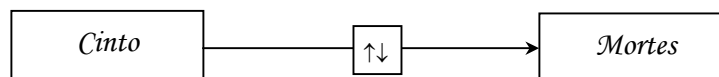
5) Se o valor do dólar sobe, o preço dos computadores também sobe.



Uma pessoa diz que comprou um computador por um baixo valor. Nesta situação, o dólar estava alto ou baixo? Por quê?

Baixo, porque só aumenta o preço quando o dólar está em alta, e quando ele comprou isso não ocorreu.

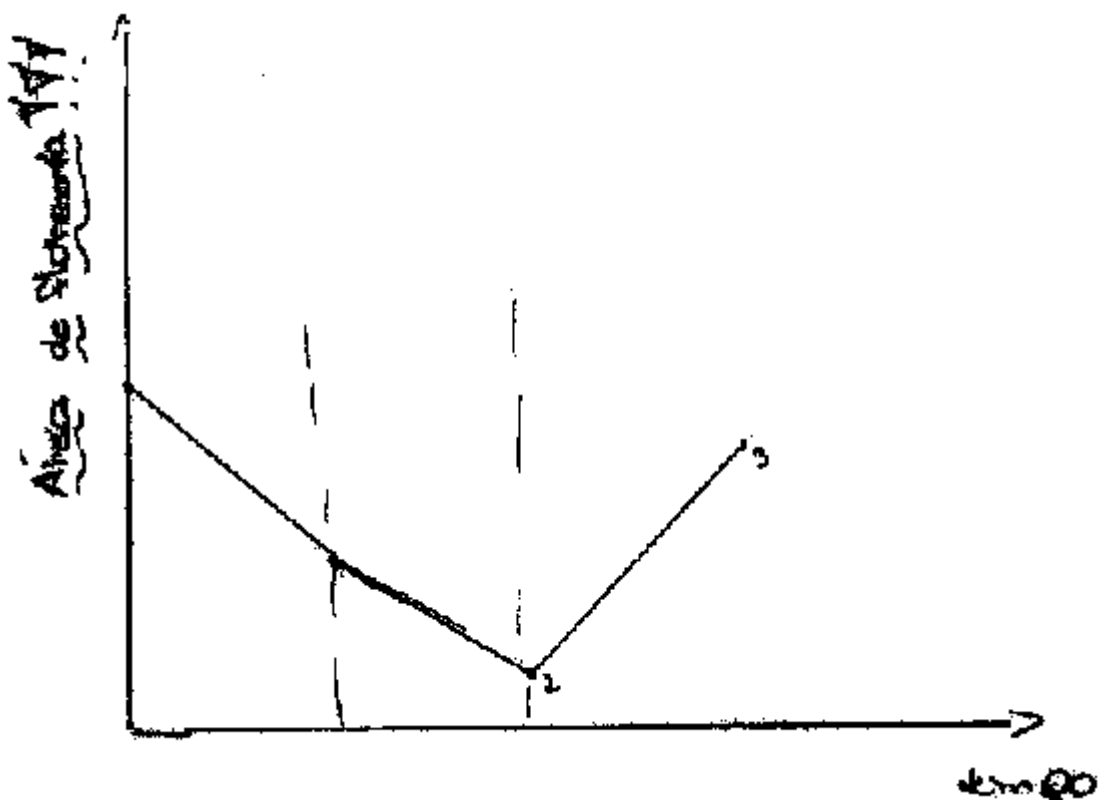
6) Quanto mais pessoas utilizam o cinto de segurança, menos mortes por acidente ocorrerão nas estradas.



O que acontece quando as pessoas deixam de usar o cinto de segurança? Por quê?

Ocorrem mais acidentes, porque o cinto previne os acidentes, que previnem as mortes.

- Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica

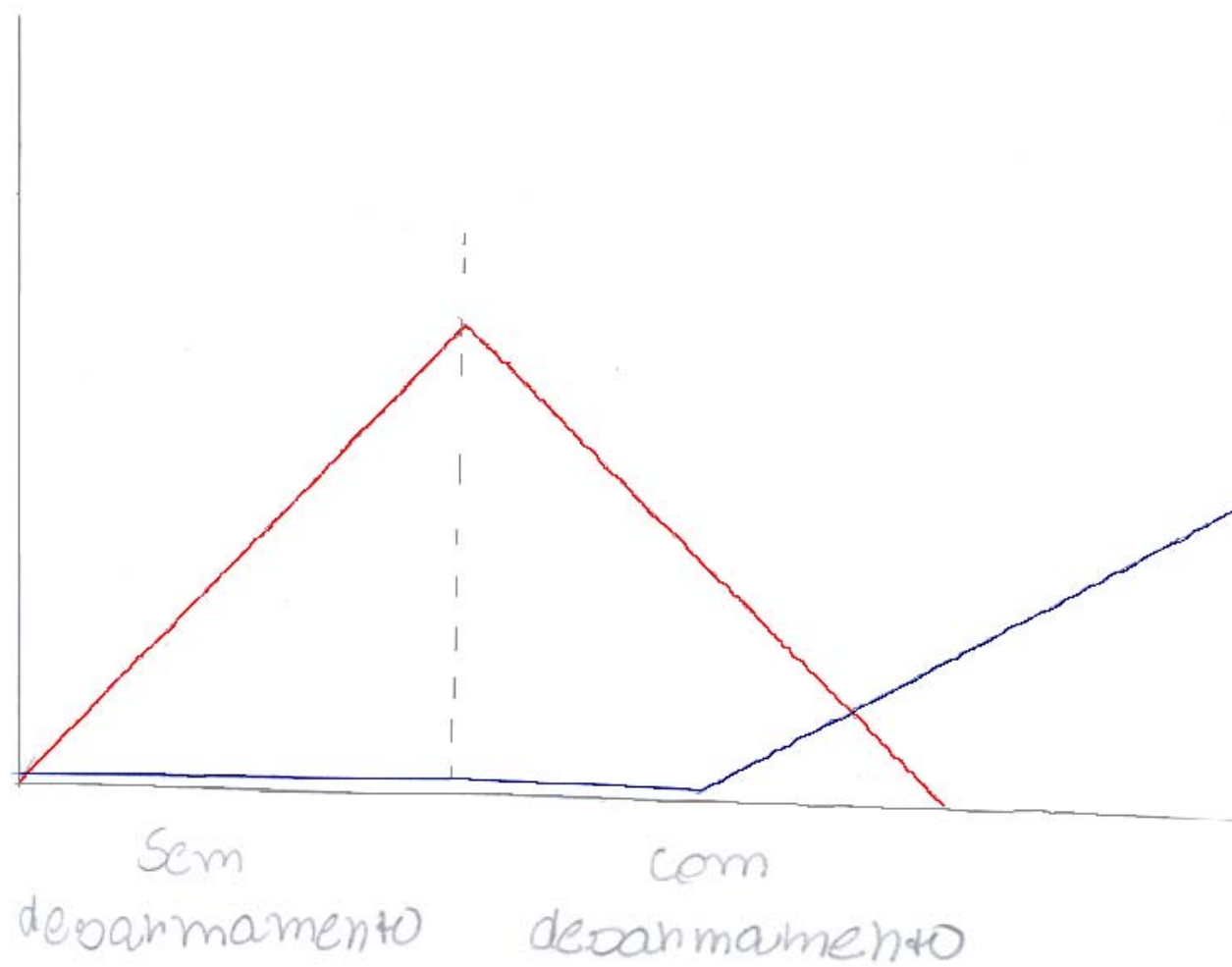


0 → 1 diminuição da área de floresta

1 → 2 menor diminuição (1 demorada)

2 → 3 replantagem

- **Atividade Campanha para o Desarmamento**



- **Atividade Modelo Pronto, mas sem Conteúdo**

