

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

Programa de Pós Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

MARCELO PALMA DE OLIVEIRA

**ENSINANDO FÍSICA EM AULAS DE MATEMÁTICA NO
ENSINO FUNDAMENTAL**

Porto Alegre

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

Programa de Pós Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

MARCELO PALMA DE OLIVEIRA

**ENSINANDO FÍSICA EM AULAS DE MATEMÁTICA NO
ENSINO FUNDAMENTAL¹**

Dissertação realizada sob a orientação da Profa. Dra. Naira Maria Balzaretti e do co-orientador Prof. Dr. João Edgar Schmidt, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre

2011

¹ Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

AGRADECIMENTOS

a minha orientadora Naira Maria Balzaretto pela ajuda e persistência nos momentos difíceis durante a orientação deste trabalho.

a todos os excelentes professores do Instituto de Física da UFRGS pelas aulas e palestras de alta qualidade que participei.

aos colegas da turma MPEF/2005 pelos conhecimentos trocados e conjuntamente construídos.

aos meus colegas professores, diretores e supervisores das escolas em que trabalhei, pois sempre acreditaram na qualidade de meu trabalho.

a minha família que me apoiou incondicionalmente em minhas escolhas e decisões

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver tópicos de Física no contexto das aulas de Matemática no Ensino Fundamental com alunos de quinta a oitava série, em escolas públicas, sem prejuízo do ensino dos conteúdos de Matemática. Os temas abordados incluíram astronomia, cinemática, e termodinâmica. A metodologia e o material foram desenvolvidos à luz da teoria dos campos conceituais de Vergnaud em conjunto com a teoria da mediação de Vygotsky, desenvolvendo conceitos físicos, tornando as aulas mais atraentes e qualificando o entendimento da Física. Cada atividade foi composta por um pré-teste, um pós-teste, alguns textos de apoio ao professor e guia de atividades práticas. Aos alunos da quinta série foi apresentado um projeto para a construção de algumas maquetes que representassem alguns astros e ilustrassem alguns fenômenos do sistema solar. A cinemática foi trabalhada junto aos alunos de sexta e sétima séries com problemas relacionados e construção de simulações com o software Modellus. Termodinâmica foi abordada com os alunos da oitava série através de experimentos como a construção de um aquecedor solar. O material produzido consiste em um volume de textos de apoio ao professor.

ABSTRACT

The aim of this study was to introduce physics concepts in the context of mathematics classes in elementary school for students from fifth to eighth grades in parallel to mathematics topics, in public schools. The physics topics included astronomy, kinematics and thermodynamics. The methodology and materials were developed in the light of the theory of conceptual fields of Vergnaud and Vygotsky's theory of mediation. Each activity consisted of a simple test before and after the experimental activity which was developed based on a brief overview provided by the teacher and a guide specific for each activity. The fifth graders were presented to a project for the construction of some models that represent stars and illustrate some phenomena of the solar system. The kinematics was discussed with students in sixth and seventh grades based on construction-related problems with simulations using the software Modellus. Thermodynamics was discussed with the eighth grade students through experiments such as building a solar heater. The material produced in this work is presented as texts for teacher support.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Forma correta de medir	29
Figura 2: Forma incorreta de medir	29
Figura 3: Distância entre Terra e Lua imaginada pelos alunos	29
Figura 4: Distância entre Terra e Lua na mesma escala utilizada para os astros	30
Figura 5: Desenho do aluno ADO mostrando de forma incorreta o movimento dos astros	36
Figura 6: Desenho do aluno JCM mostrando de forma incorreta o movimento dos astros.	36
Figura A1 – Ícone do programa Modellus	66
Figura A2 – Janela Modelo	66
Figura A3 – Janela Partícula	66
Figura A4 – Janela Controle – Opções	67
Figura A5 – Janela Controle – Indicando o botão play	67
Figura A6 – Janela Animação ilustrando as duas partículas criadas	67
Figura A7 – Janela Condições Iniciais	68
Figura A8 – Janela Gráfico	68
Figura A1 – Janela Animação com o resultado após o comando play	68
Figura A2 – Janelas com as condições para ilustrar o problema 1	69
Figura A3 – Resultado esperado da modelagem do problema 2	69
Figura A12 – Resultado esperado da modelagem do problema 3	70
Figura A13 – Verificando o instante e a posição em que os móveis se encontram	70
Figura A14 – Resultado esperado da modelagem do problema 4	71
Figura A15 – Verificando o instante e a posição em que os móveis se encontram	71
Figura A16 - Resultado esperado da modelagem do problema 5	72
Figura A17 - Verificando o instante e a posição em que os móveis se encontram.....	72
Figura A18 - Resultado esperado da modelagem do problema 6	73
Figura A19 - Verificando o instante e a posição em que os móveis se encontram.....	73
Figura A20 - Resultado esperado da modelagem do problema 7.....	74
Figura A21 - Verificando o instante e a posição em que os móveis se encontram.....	74
Figura A22 - Resultado esperado da modelagem do problema 8	75
Figura A23 – Fase inicial da montagem	81
Figura A24 – Lixando a abertura no tubo de PVC	81

Figura A25 – Encaixando a placa de PVC no tubo	81
Figura A26 – Alinhando a placa de PVC e o tubo	82
Figura A27 – Encaixando a placa de PVC no tubo	82
Figura A28 – Placa encaixada e pronta para colar	82
Figura A29 – Vista superior do recipiente	83
Figura A30 – Vista lateral do recipiente	83
Figura A31 – Vista lateral do recipiente	83
Figura A32 – Montagem final	84
Figura A33 – Montagem final	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 1: Qual a forma da Terra? Faça um desenho representativo	28
Tabela 2: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 2: Qual o motivo da existência do dia e da noite?	31
Tabela 3: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 3: Qual o motivo da existência das estações do ano?	33
Tabela 4: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 4: O que é um eclipse?.	35
Tabela 5: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 5: A Lua gira ao redor da Terra?	37
Tabela 6: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 6: O Sol gira ao redor da Terra?	38
Tabela 7: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 7: O nosso Sol é uma estrela?	39
Tabela 8: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 8: Quanto tempo leva a Terra para dar uma volta em torno de seu eixo?	40
Tabela 9: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 9: As estrelas possuem uma forma esférica ou possuem pontas?	40
Tabela 10: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 10: A Lua possui luz própria? Explique seu brilho.	41
Tabela 11: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 11: Desenhe o caminho feito pela Terra em torno do Sol durante um ano.	41
Tabela 12: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 12: Todos os planetas giram em torno do Sol com a mesma velocidade?	42
Tabela 13: Resultados do pré e dos pós-testes de cinemática realizado com a turma de sexta série	45
Tabela 14: Resultados do pré e dos pós-testes de cinemática realizado com a turma de sétima série	45

Sumário

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	8
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	12
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA	14
CAPÍTULO 3 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1 A teoria dos campos conceituais de Vergnaud.....	19
3.1.1 Conceito	19
3.1.2 Situações	20
3.1.3 Esquemas	20
3.1.4 Invariantes operatórios.....	21
3.2 A teoria sócio interacionista de Vygotsky:	22
3.2.1 Interação social	23
3.2.2 Significados	23
3.2.3 Zona de desenvolvimento proximal.....	24
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA.....	25
CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 Sistema Solar.....	27
5.1.1 Análise das atividades e testes sobre astronomia.....	27
5.1.2 Outras considerações.	43
5.2 Cinemática.....	43
5.2.1 Análise das atividades e testes sobre cinemática	43
5.2.2 Outras considerações	46
5.3 Termodinâmica.....	46
5.3.1 Análise das atividades e testes sobre termodinâmica	46
5.3.2 Outras considerações	49
CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO E OUTRAS CONSIDERAÇÕES	50
7 REFERÊNCIAS	52

APÊNDICES

- A – Pré-teste sobre astronomia
- B – Atividade sobre o sistema solar: Fazendo medidas com a régua
- C – Atividade sobre o sistema solar: Montagem do sistema Terra – Lua
- D – Atividade sobre o sistema solar: Desenhando a Terra em um papel A4
- E – Atividade sobre o sistema solar: Translação e rotação da Terra
- F – Atividade sobre o sistema solar: Terra inclinada
- G – Atividade sobre o sistema solar: Eclipse
- H – Pré-teste sobre cinemática
- I – Atividade sobre cinemática: Referencial
- J – Atividade sobre cinemática: Modelagem de sistemas no programa Modellus
- K – Atividade sobre termodinâmica: Pré-teste sobre termodinâmica
- L – Atividade sobre termodinâmica: Construção do termômetro
- M – Atividade sobre termodinâmica: Escalas termométricas
- N – Atividade sobre termodinâmica: Balões no freezer
- O – Atividade sobre termodinâmica: Construção do aquecedor solar

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

A presente proposta tem como objetivo explorar conteúdos de Física em aulas de Matemática no Ensino Fundamental utilizando atividades de caráter experimental, desenvolvidas, preferencialmente, em grupo, sem prejuízo ao ensino dos conteúdos de Matemática, pois estes serão tratados no contexto das atividades.

É bastante comum ouvirmos relatos de alunos de que a Física é uma matéria difícil, que somente os mais inteligentes a entendem, que é pura matemática, etc. E também é bastante comum observarmos no Ensino Fundamental o ensino de Ciências ficar a cargo de professores com formação em Biologia lecionando conteúdos de 5ª e 8ª séries para os quais foram pouco preparados, ou até, nem preparados foram. Professores com deficiências nos conteúdos básicos tendem a tornar as aulas pobres na formalização e conceituação, tornando o assunto desinteressante e tedioso. Acreditamos que, trabalhando de forma integrada a Física e a Matemática no Ensino Fundamental por meio de temas experimentais em sala de aula, possamos modificar o quadro apresentado, mediante a motivação, incentivo, estímulo a questionamentos e reformulação de conceitos, despertando a curiosidade, procurando tornar a aula algo desejado pelos alunos. Como professor de escola pública, preocupa-me, fundamentalmente, os elementos: qualidade das aulas e manutenção dos alunos na escola. A qualificação das aulas passa pelo amplo domínio científico e cultural do professor e, para contribuir para que os alunos permaneçam em sala de aula, é necessário evitar o fracasso escolar, como coloca George Snyders (1991, p. 164) “A maior parte das crianças em situação de fracasso escolar são as de classe popular e elas precisam ter prazer em estudar; do contrário, desistirão, abandonarão a Escola, se puderem. Se não puderem, continuarão, mas não aprenderão muito”. É importante salientar que um trabalho de resgate da importância da ciência e da cultura deve ser um objetivo de toda a escola. Assim o trabalho em conjunto dos professores é essencial para o sucesso de uma proposta que incentive os alunos a se apropriarem do conhecimento e tecnologia já produzidos pela humanidade.

Neste contexto, a proposta do presente trabalho tem por meta, por um lado, oferecer material de apoio a professores do Ensino Fundamental que aceitem o desafio de tornar as aulas de Física e Matemática interessantes por meio de atividades lúdicas e, por outro lado, motivar e estimular os alunos a aprender conceitos de Física e Matemática utilizando estas atividades.

No capítulo 2 será apresentada uma revisão da literatura sobre outras iniciativas de caráter semelhante ao trabalho desenvolvido, procurando por referências próximas ao construtivismo.

No capítulo 3 serão descritos os referenciais teóricos adotados no desenvolvimento do trabalho.

No capítulo 4 será descrita a metodologia utilizada e, no capítulo 5, serão apresentados e analisados os resultados obtidos.

Finalmente, no capítulo 6 serão apresentadas as conclusões e comentários finais.

O produto final desta dissertação é a publicação das atividades desenvolvidas na série *Textos de Apoio ao Professor de Física – IF-UFRGS* para que possam ser disseminadas junto aos professores interessados.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA

Até o momento, foi realizada uma pesquisa junto ao banco de teses e dissertações da CAPES e publicações em revistas relacionadas com a inserção de Física em aulas de Matemática no Ensino Fundamental ou trabalhos que tenham como base o desenvolvimento interdisciplinar, para levantamento do panorama do material produzido nesta área. Dos trabalhos encontrados no banco de dados da CAPES nesta área, destacamos alguns que tratam de assuntos relacionados à proposta apresentada.

Duas dissertações de mestrado se referem à utilização da balança, como aparato experimental, para favorecer a aprendizagem no Ensino Médio.

Esta pesquisa teve por objetivo estudar como um experimento centrado na produção e na aplicação de um objeto técnico, a balança analítica, pode favorecer a aprendizagem e o estabelecimento de relações entre o referencial empírico, os conceitos, as leis, as teorias e as linguagens simbólicas e matemáticas, envolvendo alunos de quatorze a dezesseis anos de idade, da primeira e segunda séries do Ensino Médio, do Colégio Santa Teresinha, da cidade de Taquara. Optou-se por uma abordagem construtivista, tendo por hipóteses a educação pela pesquisa e a atividade científica como prática social de referência. (SCHEIN, 2004)

Este estudo teve como objetivo investigar eventuais diferenças de desempenho na resolução de problemas e equações algébricas em função de seqüência didática para introdução ao campo conceitual da álgebra elementar, utilizando a balança de dois pratos como auxiliar didático no processo de construção de significado para o princípio de equivalência em álgebra. (COSTA, 1998)

A dissertação de mestrado de Carlos Schroeder, em especial, chama a atenção para a preocupação de um currículo de Física para as primeiras séries do Ensino Fundamental e também do uso de atividades do tipo “hands-on”.

...programa desenvolvido para crianças de idades entre sete e dez anos, às quais foi oferecida a oportunidade de aprender Física através de atividades do tipo mão-na-massa (hands-on) como parte de um ensino baseado em projetos de pesquisa (inquiry-based). Os resultados colhidos ao longo desse período mostram, além do entusiasmo da maioria das crianças, um claro desenvolvimento em suas capacidades de observar fenômenos, propor teorias baseadas nessas observações e analisar criticamente essas teorias à luz de novas situações e novos dados observados. Também tem sido observada uma atitude continuamente mais independente por parte dessas crianças, que passaram a tomar a iniciativa de desenvolver projetos de pesquisa, construir modelos e propor testes às suas próprias teorias. (SCHROEDER, 2004)

As demonstrações através de experimentos são avaliadas no trabalho de Isabel Monteiro, orientada por Alberto Gaspar, e tratadas como um meio eficaz de aprendizagem.

Nosso trabalho avaliou as atividades experimentais de demonstração dentro da sala

de aula. Nesse intuito, enfatizamos inicialmente suas características, quando apresentadas em diferentes ambientes: na sala de aula, num museu ou centro de ciências e numa conferência. A partir das semelhanças do processo de ensino e aprendizagem nesses ambientes, devido à utilização das demonstrações, justificamos o uso do referencial sociocultural de Vygotsky para analisar e orientar essas atividades em sala de aula. Análises de aulas de ciências do Ensino Fundamental e aulas de física do Ensino Médio indicam que a teoria de Vygotsky orienta adequadamente essas atividades demonstrativas e oferece parâmetros para que elas possam se constituir em um meio eficaz para auxiliar o desenvolvimento de interações sociais, e, por consequência, de aprendizagem. (MONTEIRO, 2002).

A aproximação entre as áreas das Ciências, Física, Química, Biologia e Matemática é abordada no trabalho de Luiz Carlos Barcelos Rodrigues.

... as iniciativas que vêm sendo tomadas para enfrentar as contingências do ensino de Ciências no Ensino Fundamental, a formação de um grupo de professores implementando iniciativa de aproximação colaborativa entre as áreas de Física, Química, Biologia e Matemática, a ação do grupo junto ao curso de Pedagogia - séries iniciais, do Programa Especial da Faculdade de Educação / UFPel, para formação de docentes em serviço. Discutem-se algumas referências que foram incorporadas como importantes para a iniciativa de intervenção pedagógica e, por fim, elencam-se sugestões de alternativas que possam contribuir para uma transformação e auxiliar o nosso aluno-professor a desenvolver suas atividades curriculares com uma consciência mais crítica sobre o papel das Ciências e das Tecnologias na formação do aluno-cidadão. (RODRIGUES, 2003)

A importância de um projeto interdisciplinar na escola é defendida no trabalho de Rita Brauna:

... trabalho busca compreender a natureza das modificações produzidas na prática pedagógica de professoras das séries iniciais do Ensino Fundamental, a partir da vivência durante um ano e meio em um Projeto de Formação Continuada desenvolvido pela USP numa perspectiva interdisciplinar, envolvendo conteúdos de História, Geografia, Biologia, Química e Física e utilizando o estudo do meio enquanto eixo metodológico, buscando identificar dimensões envolvidas no processo de mudanças e os limites do projeto. ... Observou-se a partir da análise dos dados que a vivência no projeto interdisciplinar desenvolvido pela USP possibilitou a superação de inúmeras dicotomias na prática pedagógica das professoras: teoria/prática, reprodução/construção de conhecimentos, conteúdo/método e obrigação/satisfação. Alguns procedimentos metodológicos característicos das ciências também foram incorporados às suas práticas pedagógicas. Com relação aos aspectos pessoais e profissionais as professoras sentiram-se valorizadas e estimuladas a desenvolver novos projetos numa direção interdisciplinar. Entende-se, portanto, que o estudo do meio enquanto eixo metodológico pode representar, na sua dimensão pedagógica e metodológica, uma importante estratégia para a formação continuada de professores do Ensino Fundamental, uma vez que, favorecendo uma leitura e, principalmente, uma vivência mais integrada de uma determinada realidade, pode propiciar às professoras um repensar sobre suas práticas pedagógicas, gerando uma abertura para o processo de mudanças de práticas. Os limites do projeto relacionam-se à inserção da prática interdisciplinar no contexto mais amplo da escola e do sistema de ensino. Nesse sentido, este estudo aponta para a importância decisiva de um projeto político-pedagógico da escola, enquanto elemento indispensável para o desenvolvimento e sustentação de uma perspectiva interdisciplinar de ensino-aprendizagem (BRAUNA, 2000).

A formação integral do cidadão, o combate à alienação, a alegria e a qualificação do ensino de Física é tema discutido no trabalho de Paulo Ferrari.

Através de um pequeno recorte situado no início do primeiro ano do segundo grau, é defendida a necessidade de os educadores dedicados ao ensino de Ciências introduzirem os conceitos mais amplos, que representem sínteses do pensamento científico, anteriormente aos conceitos simplificados, que encontram justificativas de validade quando inseridos nas teorias mais abrangentes. Nesta dissertação é defendido que o paradigma newtoniano da Mecânica Clássica deva ser introduzido a partir da Lei de Conservação da Quantidade de Movimento, mediante a comparação com o paradigma escolástico anterior, representado pela teoria do impetus, e o paradigma sucessor, representado pelas teorias da relatividade e da quântica. A proposta salienta o papel da causalidade na transição entre os estágios das operações concretas para as formais (Piaget). Possibilita a introdução imediata de problemas do cotidiano, reduzindo a alienação (Marx). O resgate da teoria do impetus revela a visão de continuidade e rupturas na História da Ciência (Kuhn). A discussão das leis de conservação atende à necessidade de introduzir diferentes graus de síntese na visão das totalidades (Bohm). Vista como uma lei de conservação extensível às outras mecânicas, a quantidade de movimento prepara o estudante para o novo espírito científico exigido pela Física Moderna (Bachelard). Pedagogicamente, esta iniciativa facilita o diálogo entre professores e alunos (Freire) e resgata a alegria de estudar mesmo aqueles assuntos considerados difíceis (Snyders). É feita também uma análise de trabalhos de quatro autores brasileiros (Angotti, Menezes, Villani e Zanetic). Um estudo experimental inspirado nos resultados do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física da USP corrobora alguns dos pressupostos teóricos defendidos (FERRARI, 1998)

A mudança conceitual em alunos de 5ª série do Ensino Fundamental é discutida no trabalho de Scarinci e Pacca.

O presente artigo descreve os resultados obtidos em um curso de ciências para alunos da 5ª série de Ensino Fundamental, que teve como meta levar os alunos à compreensão de fenômenos ligados à astronomia, bem como desenvolver competências para uma autonomia cidadã. O programa utilizou uma metodologia de natureza construtivista, com base nos seguintes parâmetros: *i*) O ponto de partida são as pré-concepções dos elementos do grupo, identificadas em pesquisa previamente realizada; *ii*) A aplicação da proposta de ensino desenvolve-se com base em múltiplas estratégias, incentivando a participação interativa do grupo de alunos; *iii*) A construção e aplicação do conteúdo científico são conseguidas através de tarefas práticas, com ampla variedade na escolha de meios e materiais; *iv*) a metacognição é estimulada ao longo do trabalho e considerada uma atividade regular; e *v*) as pré-concepções dos alunos são evidenciadas, analisadas e discutidas pela professora junto aos elementos do grupo, fazendo com que o conteúdo científico seja (re)construído em conjunto (SCARINCI, 2006)

A inserção de novas tecnologias, como o computador, é apresentada no trabalho de Fiolhais e Trindade. Tratam o computador como mais um aparato tecnológico que inevitavelmente estará no cotidiano das escolas.

A necessidade de diversificar métodos para combater o insucesso escolar, que é particularmente nítido nas ciências exactas, conduziu ao uso crescente e diversificado do computador no ensino da Física. O computador oferece actualmente várias possibilidades para ajudar a resolver os problemas de insucesso das ciências em geral e da Física em particular.(FIOLHAIS, 2003)

Estes trabalhos ressaltam alguns elementos que desenvolvemos durante este trabalho, como as aulas experimentais, a inserção de novas tecnologias e a interdisciplinaridade. A proposta do presente trabalho está inserida neste contexto onde a aprendizagem está relacionada com as diferentes atividades propostas que ampliam as possibilidades para que o aluno se torne um sujeito construtor e crítico de seu conhecimento.

CAPÍTULO 3 - REFERENCIAL TEÓRICO

Este trabalho está baseado na teoria dos campos conceituais de Vergnaud, pois diversas situações-problema focalizando os mesmos conceitos são colocadas aos alunos. E também utilizamos a teoria sócio-interacionista de Vygotsky, pois basicamente os trabalhos são realizados em grupo onde a fala possui um papel importante no desenvolvimento das atividades e o papel do professor é o de mediador, no sentido de facilitador ou orientador, da construção do conhecimento. Temos como público alvo crianças de quinta à oitava série do ensino fundamental de duas escolas.

Nesta proposta, a teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud é utilizada como referência, pois partimos da premissa que é necessário colocar aos alunos as situações problema o mais cedo possível em suas vidas.

Segundo Vergnaud, muitas de nossas concepções vêm das primeiras situações que fomos capazes de dominar ou de nossa experiência tentando modificá-las. (VERGNAUD, apud MOREIRA, 2004, p11)

Além disso, terá contribuição importante o trabalho de Vygotsky no que diz respeito à interação e à mediação como elementos fundamentais para a aprendizagem.

O uso de instrumentos na mediação homem-ambiente, distinguindo de maneira essencial o homem de outros animais, dominando a natureza ao invés de simplesmente usá-la como estes o fazem, é parte da tradição Marx e Engels, que influenciou Vygotsky. Mas ele estendeu essa idéia para o uso de signos. As sociedades criam não só instrumentos, mas também sistemas de signos; ambos são criados ao longo da história dessas sociedades e modificam, influenciam, seu desenvolvimento social e cultural. Para Vygotsky é com a interiorização de instrumentos e sistemas de signos, produzidos culturalmente, que se dá o desenvolvimento cognitivo (Vygotsky, 1998). A combinação do uso de instrumentos e signos é característica apenas do ser humano e permite o desenvolvimento de funções mentais ou processos psicológicos superiores.(MOREIRA, 1999)

A combinação de diferentes técnicas e abordagens ao longo do trabalho busca permitir

oportunidades distintas de desenvolvimento cognitivo.

3.1 A teoria dos campos conceituais de Vergnaud

A teoria de Gérard Vergnaud, diretor emérito do Centro Nacional de Pesquisa Científica (CNRS) da França, está baseada em Piaget, mas o elemento principal de sua investigação é a análise da aprendizagem do “sujeito-em-situação”, fato não evidenciado por Piaget que focalizava as estruturas gerais do pensamento independentemente das situações. Vergnaud acredita que a aprendizagem ou o desenvolvimento cognitivo está ligado às situações e aos conceitos indispensáveis para que o aluno tenha condições de enfrentar e resolver problemas que são colocados durante sua trajetória de aprendizado. O conceito de esquema desenvolvido por Piaget é parte fundamental do trabalho de Vergnaud. Outro grande pensador que influenciou diretamente a teoria de Vergnaud foi Vygotsky, pois perceber que uma das tarefas mais difíceis para o professor é elaborar materiais e situações em que o aluno sinta motivação e desafio simultaneamente é reconhecer a zona de desenvolvimento proximal e trabalhar em função dela. *“Isso se percebe, por exemplo, na importância atribuída à interação social, à linguagem e à simbolização no progressivo domínio de um campo conceitual pelos alunos.” (MOREIRA, 2004, p.8).*

A teoria de Vergnaud tenta aproximar todos ou pelo menos grande parte dos esquemas, signos, situações que fazem parte da aprendizagem do ser humano. O desenvolvimento cognitivo de um conceito não acontece somente sob a luz de um tipo de situação ou problema, pois o mesmo pode ser utilizado para analisar situações e problemas distintos. O contrário também é verdadeiro, pois uma determinada situação ou problema não serve para desenvolver exclusivamente um conceito. Desta forma, percebemos que um longo tempo será necessário para que aconteça o domínio significativo de um determinado conceito, pois este é utilizado em diversas situações e problemas. Com base nos pressupostos acima verificamos que a aprendizagem não pode ser elaborada com conceitos isolados e desconectados de situações que ampliem seu significado.

3.1.1 Conceito

Conceito para Vergnaud é estabelecido como o arranjo de três conjuntos $C=(S, I, R)$. O

primeiro (S) é o conjunto de situações que dão sentido ou se referem ao conceito. O segundo (I) é o conjunto que invariantes ou constantes que se referem às situações estudadas, podem ser objetos, relações e propriedades que podem ser utilizadas para enfrentar as situações propostas no primeiro conjunto. O terceiro (R) são as representações simbólicas utilizadas para ilustrar os invariantes do segundo conjunto e assim também representar as situações. Estas representações podem assumir formas diversas, tais como gráficos, diagramas, mapas, sentenças, textos, etc.

3.1.2 Situações

Vergnaud concebe situação no sentido de tarefa a ser realizada, onde podemos entender que uma situação com alto grau de complexidade pode ser desmembrada em diversas tarefas com diferentes graus de dificuldades que levarão a resolução da tarefa. Um enfoque psicológico também é atribuído ao sentido de situação quando a aprendizagem e as respostas de um aluno são função de situações às quais ele é exposto. Ou seja, quanto maior e mais diverso o número de situações, relacionadas ao conceito, enfrentadas progressivamente pelo sujeito aprendiz, maior o número de respostas que poderemos esperar do mesmo para resolução da tarefa e mais abrangente fica o sentido do conceito trabalhado. Entendendo que o sentido de um conceito é uma relação entre o sujeito aprendiz com as situações enfrentadas, com os invariantes e com a simbologia. Assim, o sentido não está somente na situação ou somente no conceito, mas sim na relação construída pelo sujeito.

3.1.3 Esquemas

Diferentemente de Piaget que discorre sobre a interação sujeito-objeto, Vergnaud se refere à interação esquema-situação, entendendo que o desenvolvimento da aprendizagem ocorre pela construção de uma grande quantidade de esquemas para dar conta de situações

diversas. Como o esquema está ligado à organização do comportamento frente às situações, para melhor entender sua definição, Vergnaud nos dá o que chama de ingredientes dos esquemas: (a) metas e previsões a respeito de uma determinada classe de situações enfrentadas pelo sujeito, onde, de acordo com suas experiências anteriores, ele poderá inferir resultados; (b) regras lógicas de dependência do tipo “if-then-else” que elaboram o controle da situação enfrentada gerando esquemas condicionais; (c) os invariantes operatórios, teoremas e conceitos-em-ação, que guiam o sujeito aprendiz a selecionar os elementos relevantes para enfrentar uma determinada situação, e (d) possibilidades de inferências que permitam quantificar rapidamente de forma exata ou aproximada elementos para resolução da situação.

Vergnaud elege basicamente dois grupos de situações onde os esquemas são utilizados. O primeiro se refere às situações em que o sujeito possui as competências necessárias para o entendimento e resolução da situação proposta. O segundo grupo, o mais relevante do ponto de vista pedagógico, é aquele em que o sujeito não possui, em parte, todas as competências necessárias para a resolução de determinada situação, onde o sujeito deverá fazer tentativas de resolução que poderão ter ou não êxito. Quando os esquemas conseguem dar conta de determinada situação estes operam de forma automatizada no sujeito, mas quando uma determinada situação é colocada frente a esquemas ineficientes para sua solução, ocorrerão tentativas de solução através de esquemas diversos que competirão entre si. Este embate ocorrerá até que o sujeito consiga resolver a situação proposta com algum esquema ou com a alteração dos esquemas, assim, estes irão se relacionar às situações às quais se aplicam.

3.1.4 Invariantes operatórios

O conhecimento relacionado a um determinado esquema é chamado de “conceito-em-ação” e também por “teorema-em-ação”. O “conceito-em-ação” é um pensamento

considerado relevante e pertinente a um esquema. O “teorema-em-ação” é uma proposição considerada como verdade sobre uma realidade. Conceitos-em-ação desenvolvidos neste trabalho envolvem grandezas, valores e suas magnitudes, funções e suas variáveis, relações de dependência. Os teoremas-em-ação trabalhados se referem aos conceitos abordados de forma a qualificá-los e ampliá-los. Grande parte destes conceitos é utilizada de forma implícita pelo sujeito para resolução de problemas e situações. Eles se tornarão explícitos na medida que tomam corpo de uma linguagem simbólica explícita e cientificamente aceita. Este é um dos desafios da educação, fazer com que o aluno busque a construção dos conceitos e teoremas explícitos para que gradativamente tornem-se elementos da ciência. Novos invariantes operatórios é que permitirão ao aluno a elaboração de novos esquemas eficazes de resolver situações ainda não resolvidas. Da mesma forma estas situações é que motivarão o aluno na busca por novos invariantes.

3.2 A teoria sócio interacionista de Vygotsky:

Assim como Piaget, Vygotsky também argumentava que o processo de aprendizagem do ser humano somente se estabelecia em seu formato como adulto na adolescência.

“Para entender o mecanismo desse desenvolvimento,..., distinguiremos quatro períodos principais em seqüência àquele que é caracterizado pela constituição da inteligência sensório-motora. A partir do aparecimento da linguagem, ou, mais precisamente da função simbólica que torna possível sua aquisição (1 a 2 anos), começa um período que se estende até perto de quatro anos e vê desenvolver-se um pensamento simbólico e pré-conceptual. De 4 a 7 ou 8 anos, aproximadamente, constitui-se, em continuidade íntima com o precedente, um pensamento intuitivo cujas articulações progressivas conduzem ao limiar da operação. De 7 ou 8 até 11 ou 12 anos de idade, organizam-se as “operações concretas”, isto é, os agrupamentos operatórios do pensamento recaindo sobre objetos manipuláveis ou suscetíveis de serem intuídos. A partir dos 11 a 12 anos e durante a adolescência, elabora-se por fim o pensamento formal, cujos agrupamentos caracterizam a inteligência reflexiva acabada.” (PIAGET, apud, MOREIRA, 1999, p.99)

O que faz com que uma pessoa desenvolva intelectualmente seus conceitos são os desafios que o meio em que vive lhe impõe, ou seja, os problemas apresentados e as

exigências que seu convívio social apresenta. Isto deixa muito claro que, para Vygotsky, a aprendizagem depende do contato de agentes exteriores ao indivíduo com o mesmo e para ele este contato ocorre principalmente através da linguagem e sua inteorização. A teoria de Vygotsky, para Bruner, “*é uma teoria em que o desenvolvimento é uma responsabilidade coletiva e a linguagem uma das maiores ferramentas da humanidade*”(BRUNER, *apud*, GASPAR, 1993).

3.2.1 Interação social

O foco da análise de Vygotsky está na interação entre o indivíduo e o contexto que o cerca durante a aprendizagem. Este é o elemento chave para a elaboração ou construção do conhecimento que a humanidade produz de geração em geração.

3.2.2 Significados

As coisas que nos rodeiam estão repletas de significados que variam de acordo com a cultura de cada pessoa ou população. Por exemplo, se mostrarmos um desenho de uma estrela de 5 pontas para alguém e perguntarmos qual o significado do desenho, podemos ter vários tipos de resposta que representam os ensinamentos ou a cultura adquirida pela pessoa durante sua vida. O desenho da estrela pode ser considerado como um signo que dá significado a alguma coisa. Palavras também são signos que dão significado às coisas ou objetos. E a abstração do significado destas palavras é que Vygotsky considera o mais importante para o desenvolvimento cognitivo.

Quer dizer, a conversão de relações sociais em funções mentais superiores não é direta, é mediada. E essa mediação inclui o uso de instrumentos e signos. (MOREIRA, 1999, p.112)

3.2.3 Zona de desenvolvimento proximal

Para Vygotsky o professor possui um papel fundamental e insubstituível no processo de aprendizagem, pois para ele o saber é transmitido através da linguagem de uma pessoa ou grupo que conhece e domina certo saber para outra ou outras, que não conhecem ou não dominam. E esta transmissão se dá através da reprodução do que uma pessoa mais capaz, o professor, sabe fazer pelo aluno que ainda não sabe.

A zona de desenvolvimento proximal é definida por Vygotsky como a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo, tal como medido por sua capacidade de resolver problemas independentemente, e seu nível de desenvolvimento potencial, tal como medido através da solução de problemas sob orientação (de um adulto, no caso de uma criança) ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, apud, MOREIRA,2004, p.116)

Consideramos, aqui, a idéia de reprodução não como a simples cópia, mas sim aquela que serve de modelo para resolver problemas distintos. Este saber que o professor, o elemento mais capaz, possui, interagindo com o aprendiz através de uma linguagem, é que faz com que as estruturas cognitivas do aluno se desenvolvam. E a aprendizagem acaba por ocorrer quando os elementos menos capazes apropriam-se da linguagem que desejavam ou eram impelidos a saber.

CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA

Propomos um trabalho onde os conteúdos de Física serão abordados nas aulas de Matemática do Ensino Fundamental na forma de experimentos, construção de maquetes, observações, interpretação de fenômenos utilizando gráficos e construção de modelos matemáticos com software. Os experimentos foram elaborados em forma de Kit's com manual de montagem e utilização técnica e pedagógica. Cada elemento da proposta tem um plano de trabalho ou roteiro, com pré e pós-teste. Preferencialmente, os trabalhos são organizados para que sejam realizados em grupo e de forma exploratória, estimulando uma maior interação entre os alunos.

O trabalho foi realizado em uma escola municipal da zona rural do município de Portão e também em uma escola municipal de São Leopoldo, no segundo semestre de 2006, com turmas de quinta a oitava série do Ensino Fundamental.

Tópicos desenvolvidos:

1. Sistema Solar

O sistema solar foi investigado em uma abordagem interdisciplinar, envolvendo os professores de Matemática, Ciências, História, Geografia, Artes, Inglês e Língua Portuguesa. O trabalho final consistiu na construção de uma maquete, pois esta utiliza obrigatoriamente o conceito de escala, de tamanho considerável para exposição em uma mostra pedagógica. O trabalho foi realizado em forma de projeto na escola e, como produto deste trabalho, temos as atividades práticas que constam no apêndice.

2. Termodinâmica

A termodinâmica foi abordada na construção de um sistema para aquecimento de água a partir da radiação solar, que é uma necessidade da população carente, e no estudo sobre a construção e utilização de termômetros. Cálculos de áreas, volumes e o teorema de Tales são alguns dos elementos abordados pela Matemática. Este trabalho também foi realizado em forma de projeto da escola e o produto foi apresentado no mesmo formato do trabalho sobre o sistema solar.

3.Cinemática

A cinemática foi utilizada para ilustrar a resolução de sistemas de equações em conjunto com o software “Modellus”. Este trabalho tem um texto introdutório abordando referenciais e velocidades, que relaciona números positivos e negativos, acompanhado de atividades, gráficos e sugestão de pré e pós-teste.

Os projetos foram desenvolvidos por grupos distintos de alunos e a avaliação em todos os tópicos desenvolvidos foi feita com a aplicação de um pré e um pós-teste. Como produtos deste trabalho, foram produzidos roteiros com a descrição das atividades desenvolvidas, que serão publicados na série “Textos de Apoio ao Professor de Física“, para que os mesmos possam ser multiplicados por diferentes professores em diferentes contextos.

Um dos principais objetivos do presente trabalho é desenvolver de forma harmônica e integrada os conteúdos de Matemática e Física, tornando o aprendizado uma atividade prazerosa e que tenha algum significado para o aluno e também para o professor.

No próximo capítulo serão apresentados e analisados os resultados obtidos.

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início de cada atividade, os alunos eram submetidos a um pré-teste para avaliar o conhecimento prévio de cada um. Neste capítulo, os resultados obtidos para cada uma das atividades propostas serão apresentados separadamente, iniciando pelos pré-testes aplicados em cada caso.

5.1 Sistema Solar

5.1.1 Análise das atividades e testes sobre astronomia

O teste foi aplicado a alunos de quinta série do Ensino Fundamental. Nas tabelas a seguir, “T55”, “T56” e “T57” são as designações das turmas da Escola Municipal Olímpio Vianna Albrecht de São Leopoldo e “Portão” é a designação da turma única da Escola Municipal Gonçalves Dias de Portão. O pré-teste encontra-se no apêndice A.

Um total de cento e vinte alunos respondeu a este questionário. A turma com menor número de alunos foi a “T56” com vinte e seis alunos e a de maior número foi a de “Portão” com trinta e quatro alunos. O número total de alunos que finalizaram o projeto não sofreu grande variação ao longo do ano, pois acabaram finalizando com um total de cento e dezoito alunos. Logo abaixo estão algumas tabelas que representam o desempenho dos alunos em tópicos relevantes do trabalho com as turmas de quinta-série. Os percentuais sofreram arredondamentos que não prejudicam a interpretação dos dados.

A Tabela 1 apresenta os resultados dos testes realizados antes e depois da questão 1: “Qual é a forma da Terra? Faça um desenho representativo.”

Percebemos, de acordo com a Tabela 1, que a maioria dos alunos, aproximadamente 90%, possui uma boa concepção a respeito do formato da Terra, mas o teste nos mostra que algumas idéias como o achatamento excessivo nos pólos, o formato oval e a Terra apoiada ainda se apresentam, mesmo que de forma insignificante. A idéia de formato tridimensional, “como uma bola”, é um elemento que qualifica uma resposta que poderia ser simplesmente “é um círculo”.

Tabela 1: Resultados do pré e do pós-testes referentes à questão 1: Qual a forma da Terra? Faça um desenho representativo.

Respostas Pré-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
Desenho correto, com a Terra em forma de círculo	89%	88%	61%	74%	77%
Desenho correto e acrescentou que é redonda como uma bola	4%	8%	27%	12%	13%
Desenho com achatamento nos pólos	4%	4%	3%	6%	4%
Desenho correto e utilizou o termo geóide			3%		1%
Não sabe ou não respondeu			6%	3%	3%
Desenhou em uma forma oval	4%				1%
Desenhou a Lua e suas fases				3%	1%
Desenhou a Terra apoiada em um suporte				3%	1%
TOTAL					100%
Respostas Pós-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
Desenho correto, com a Terra em forma de círculo / bola	100%	95%	94%	93%	96%
Desenho com achatamento nos pólos		5%			1%
Não sabe ou não respondeu			6%		1%
Desenhou em uma forma oval				7%	1%
TOTAL					100%

Para chegarmos a uma representação mais fidedigna da Terra em um desenho tão pequeno devemos trabalhar o conceito de escala e medida. Iniciamos com um trabalho prático que familiariza o aluno com seus instrumentos e técnicas de medida, a atividade “Fazendo Medidas com Régua” que consta no apêndice B. Além das medidas, os alunos trabalharam com os conceitos de perímetro, diâmetro e da constante pi. As abordagens dos conceitos foram feitas em forma de questionamentos e pesquisas em dicionários e livros didáticos disponíveis na escola. Acreditamos que o professor deva evitar escrever simplesmente o conceito no quadro-negro, mas sim instigar os alunos a descobrir o significado de cada item que trata a atividade. Todos os grupos formados conseguiram realizar a tarefa em um tempo máximo de 60 minutos. Percebemos que a grande maioria dos alunos não sabe utilizar uma régua. O erro mais frequente que cometem é o de começar a medida pelo início da régua e não pelo “zero”, como podemos ver comparando a estratégia utilizada na figura 01 com a da figura 02.



Figura 01: Forma correta de medir



Figura 02: Forma incorreta de medir

Quando os alunos já dominavam as operações básicas com números decimais e os conceitos de perímetro e diâmetro, começamos o trabalho com o conceito de escala envolvendo atividades práticas como medidas de automóveis no pátio da escola para realizar a redução e também com medidas de miniaturas em escala trazidas pelos alunos para calcularmos o tamanho real do objeto. Chegou, então, o momento de fazermos a nossa primeira miniatura com a atividade “Construindo um sistema Terra-Lua com massa de modelar” que consta no apêndice C. Novamente a forma de trabalho foi em grupos de quatro alunos e a tarefa do professor foi instigar e mediar os trabalhos, intervindo sempre que necessário. Todos os grupos conseguiram finalizar a atividade em no máximo três períodos de cinquenta minutos de aula. É importante salientarmos que os alunos ainda possuíam dificuldades com a manipulação de números decimais e alguns ainda apresentavam problemas de entendimento quando questionados sobre quanto um objeto é maior que o outro, simplesmente respondendo “que é só fazer uma continha de menos, ou mais, ou dividir, qual mesmo professor?”, palavras do aluno JPS. Todos os alunos afirmaram que desconheciam as relações de tamanho entre a Terra e a Lua e o que causou maior espanto por parte dos alunos foi a relação de distância entre estes corpos como podemos ver na figura 03 e na figura 04.



Figura 03: Distância entre Terra e Lua imaginada pelos alunos



Figura 4: Distância entre Terra e Lua na mesma escala utilizada para os astros.

Gostaríamos de destacar também um espírito de cooperação entre os integrantes de cada grupo e também certa competição entre os grupos para ver quem acertava mais rápido. Alguns alunos, ao compararem as respostas encontradas em seu grupo com as de outro, perceberam que não eram exatamente iguais e me questionaram e cobraram como isto poderia acontecer. Tivemos que justificar o acontecido com a qualidade da medida que um instrumento pode gerar, bem como dos cuidados tomados durante a medida, chamando a atenção para o fato que isto não configurava uma resposta errada, mas imprecisões nas medidas. Este tema da aproximação de um resultado é de grande importância para que possamos dar uma nova perspectiva para o ensino de ciências onde devemos acostumar os alunos a trabalhar com estimativas e aproximações.

A atividade “Desenhando a Terra em um papel A4” que consta no apêndice D é a que dá subsídios para responder à questão 1 do pré-teste e do pós-teste. Os alunos desenvolveram as atividades em dois períodos de 50 minutos. Todos os grupos conseguiram finalizar a atividade. Em seguida a esta aula realizamos uma discussão onde a grande maioria conseguiu concluir que em um desenho bastante pequeno da Terra, a melhor representação é uma circunferência.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos testes realizados antes e depois da questão 2: “Qual o motivo da existência do dia e da noite?”

É interessante notar, na Tabela 2, que boa parte das respostas à questão remete a uma concepção de vida em que o universo está a nosso serviço para, de alguma forma, nos manter vivos ou trazer conforto. Somente 2,5 % das repostas são podem ser satisfatórias e 8,3% respondem somente que a Terra gira, o que também consideramos aceitável.

Tabela 2: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 2: Qual o motivo da

existência do dia e da noite?

Respostas Pré-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
Não sabe ou não respondeu	44%	15%	21%	6%	21%
É para dormir e acordar, trabalhar e descansar	19%	8%	24%	15%	17%
Respostas confusas	4%	19%	6%	32%	16%
Por que a Terra gira em volta do Sol	11%	12%	3%	9%	8%
Por que a Terra gira	7%	4%	12%	9%	8%
É o Sol			9%	9%	5%
Por que o Sol gira em volta da Terra	11%	4%	3%	3%	5%
Por que o Sol aparece e desaparece		4%	9%	3%	4%
Por que é necessário		8%	3%		3%
Por que a Terra gira em torno de seu eixo	4%			6%	3%
É para gastar e recuperar energias		8%			2%
Se não todos iriam morrer		4%	3%		2%
O dia é a mãe e a noite é o pai		4%			1%
Por que tudo tem a sua hora				3%	1%
É por causa da existência de Deus				3%	1%
Quando o Sol está perto é dia, quando o Sol está longe é noite			3%		1%
Por que a Terra possui dois lados		4%			1%
É para não ser muito quente		4%			1%
Existe uma luz dentro da Terra que acende de dia e apaga a noite			3%		1%
É para dar um fim no dia e começar outro		4%			1%
É por causa do Big-Bang				3%	1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%
Respostas Pós-teste					
	T55	T56	T57	Portão	Total
Não sabe ou não respondeu	25%	14%	11%	7%	14%
É para dormir e acordar, trabalhar e descansar	6%	5%	6%		4%
Respostas confusas		10%			3%
Por que a Terra gira	6%	10%	11%	13%	10%
É o Sol	13%		17%		7%
Por que a Terra gira em torno de seu eixo	44%	57%	56%	80%	59%
Se não todos iriam morrer		5%			1%
É por causa da existência de Deus	6%				1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Para trabalharmos esta questão desenvolvemos a atividade “Translação e rotação da Terra” que consta do apêndice E. Nesta atividade os alunos tiveram a oportunidade de explicar como acontecem os movimentos de translação e a rotação da Terra, onde todos os grupos participantes tiveram êxito em suas demonstrações, mas quando foram questionados sobre o que ocorreria com o dia e com a noite em uma eventual parada no movimento de rotação da Terra a grande maioria não conseguiu prontamente responder corretamente. Em uma das turmas, o aluno AL, disse: “Vai ser sempre dia de um lado e sempre noite de outro!”. Em seguida o professor percebeu uma concordância quase que unânime com ele, pois ninguém tinha outra teoria ou pelo menos não a expressava. Neste momento o professor intervém dizendo: “O movimento de translação não parou, somente a rotação!”. Então os grupos voltaram para a discussão que se tornou mais acalorada em um momento que apenas

dois alunos de uma turma inteira estavam deslocados. Assim, podemos perceber o valor do trabalho em grupo como método para manter o foco da discussão quando são instigados com um novo problema. Finalmente o aluno GB falou bem alto para que todos pudessem ouvir: “Seis meses professor! Seis meses de dia e seis meses de noite!” Após um silêncio na sala, foi possível escutar murmúrios de concordância. O professor aproximou-se do grupo do aluno GB e pediu que demonstrasse os tais seis meses. Naquele momento, toda a sala estava voltada para o grupo e explodiu de alegria ao perceberem a felicidade do professor com a explicação e a demonstração do aluno GB.

Podemos afirmar que esta atividade teve uma influência positiva no aprendizado dos alunos, isto está demonstrado na variação dos escores dos testes (Tabela 2).

A Tabela 3 apresenta os resultados dos testes realizados antes e depois da questão 3: “Qual o motivo da existência das estações do ano?”

Este item, ilustrado na Tabela 3, reflete o desconhecimento dos alunos sobre o assunto. Quase metade dos alunos desconhece o motivo e não possui nenhum tipo de explicação para o mesmo. Novamente chama a atenção a idéia de que os fenômenos acontecem em função da existência do ser humano e não independente do mesmo. Para trabalharmos esta questão desenvolvemos a atividade “Terra inclinada” que consta do apêndice F.

Anterior à realização desta atividade os alunos foram familiarizados com as medidas de ângulos e a utilização do transferidor. Em função desta familiarização, o entendimento de como a Terra está inclinada foi bastante facilitado, mas explicar como acontecem as estações do ano foi bastante trabalhoso. Iniciamos a atividade e praticamente todos os grupos faziam demonstrações em que em determinada época do ano a Terra se aproximava muito do Sol, causando o verão em oposição à outra época, o inverno, em que ocorria um afastamento também exagerado. Este problema se estende inclusive aos livros didáticos, como afirma Canalle ao analisar o conteúdo, em especial as estações do ano, em livros de geografia do 1º Grau: “*A explicação deste fenômeno está presente em todos os livros analisados, porém, sempre com alguns erros, ou explicações insuficientes*” (Canalle, 1997).

Tabela 3: Resultados do pré e do pós-testes referentes à questão 3: Qual o motivo da

existência das estações do ano?

Respostas Pré-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
Não sabe ou não respondeu	52%	42%	36%	15%	35%
Respostas Confusas	4%		6%	35%	13%
Para que cada parte do ano seja diferente	11%	4%	9%	18%	11%
Para nos trazer o calor e o frio	11%	4%	12%	6%	8%
Possuem data marcada para acontecer		4%	6%	9%	5%
Para dar flores na primavera		12%	3%	6%	5%
Por que o Sol está mais próximo no verão e mais afastado no inverno	15%		3%	3%	5%
O tempo e o clima		12%	3%	6%	5%
Para nos manter vivos		8%	6%		3%
Quando o Sol aponta para o Brasil é verão e quando aponta para o Japão é inverno	4%	8%			3%
Por que a Terra gira em torno de seu eixo	4%		3%		2%
Por causa do aquecimento global		4%	3%		2%
Por que a Terra gira em torno do Sol			3%	3%	2%
Por que a Terra é inclinada			3%		1%
Por que o Sol fica mais fraco e mais forte			3%		1%
Para nos trazer alegria		4%			1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%
Respostas Pós-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
Não sabe	31%	29%	22%	27%	27%
Respostas Confusas	13%	5%	17%	7%	10%
Para que cada parte do ano seja diferente			6%		1%
Para nos trazer o calor e o frio	6%	5%	6%	7%	6%
Por que o Sol está mais próximo no verão e mais afastado no inverno	6%				1%
O tempo e o clima		5%			1%
Para nos manter vivos		5%			1%
Por que a Terra gira em torno de seu eixo			11%		3%
Por que a Terra gira em torno do Sol	6%	14%	17%	33%	17%
Por que a Terra é inclinada	38%	38%	22%	27%	31%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Em função disto, a seqüência das atividades foi interrompida para a realização de um cálculo para determinação da trajetória da Terra ao redor do Sol. Os alunos receberam informações sobre a distância do apogeu e do perigeu da órbita terrestre e tiveram que esquematizar uma trajetória na qual a Terra ficasse a uma distância mínima de aproximadamente 30 cm do Sol. Como os grupos já tinham realizado a atividade “Desenhando a Terra em um papel A4” foi relativamente tranqüila a realização da tarefa. Assim que encerravam esta atividade imediatamente percebiam que diferença entre a distância máxima e mínima entre a Terra e o Sol era muito pequena. Começaram, assim, a duvidar de suas próprias teorias. O professor, então, instigou-os novamente orientando os grupos a simularem a órbita da Terra em torno do Sol tomando o cuidado de manterem o eixo

da Terra apontando sempre na mesma direção, pois um erro bastante comum cometido pelos estudantes é variar a orientação do eixo de rotação da Terra durante o movimento de translação. Poucos grupos, em torno de 20%, conseguiram sozinhos elaborar uma resposta satisfatória para a atividade. O restante somente conseguiu com a ajuda direta do professor na elaboração de hipóteses e teste das mesmas. A maioria dos grupos que conseguiram resolver a questão, a fez em parte, ou seja, colocava somente a inclinação como motivo para existência das estações do ano, e não esta combinada com o movimento de translação. Para elucidar isto o professor questionava: “E se a Terra parasse de girar em volta do Sol? Como seria o inverno e verão?”. Desta forma os grupos conseguiram elaborar uma explicação mais completa. Em seguida a realização da atividade, foi lançada a seguinte pergunta aos grupos: “O que aconteceria se o eixo da Terra não fosse inclinado?”. Todos os grupos retornam para a discussão e em alguns minutos já obtivemos algumas respostas satisfatórias, mas percebemos que as turmas em geral ficam esperando por uma afirmação positiva do professor sobre as respostas elaboradas, não demonstrando uma convicção tão firme quanto nas atividades anteriores. Esta falta de convicção foi demonstrada no resultado do pós-teste, onde menos da metade dos alunos conseguiu atribuir como causa das estações do ano a inclinação do eixo de rotação ou o movimento de translação. Mas de qualquer forma podemos verificar que o percentual de alunos que antes afirmava que a causa era a aproximação e o afastamento da Terra em relação ao Sol diminuiu, assim como as explicações que remetiam ao acontecimento do fenômeno em função da existência do ser humano (Tabela 3).

A Tabela 4 apresenta os resultados dos testes realizados antes e depois da questão 4: “O que é um eclipse?”

A Tabela 4 mostra que boa parte dos alunos de alguma forma relaciona o eclipse com a Lua, o Sol e uma sombra, mas não sabe explicar de forma aceitável o fenômeno. A noção de espaço e posição dos astros é confusa, pois acreditam que seria possível o “encontro” do Sol com a Lua e até o Sol passar entre a Lua e a Terra, como mostram os desenhos feitos por alguns alunos, registrados nas figura 05 e 06.

eclipse?

Respostas Pré-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
Não sabe	48%	35%	30%	38%	38%
É o encontro do Sol e da Lua	11%		12%	6%	8%
É quando a Lua fica na frente do Sol	11%		3%	9%	6%
É a sombra da Terra alcançando a Lua		8%	9%	3%	5%
É quando o Sol passa na frente da Lua	4%	8%	6%		4%
É o alinhamento entre o Sol, a Terra e a Lua		4%	6%	6%	4%
É uma coisa ou bola vermelha	4%	12%		3%	4%
É uma coisa preta que dá em volta do Sol ou da Lua		8%		9%	4%
É quando a Lua fica tapada ou rodeada pelas nuvens		4%	3%	6%	3%
É quando a Terra tapa a Lua	4%	4%	6%		3%
É quando a Lua fica diferente, gigante e brilhante			6%		2%
É quando a Lua ou o Sol ficam escuros	4%			3%	2%
É o arco-íris em volta do Sol				6%	2%
É quando a Lua fica vermelha				6%	2%
É o estudo dos planetas				6%	2%
É quando a Lua fica na frente da Terra			6%		2%
É quando a Terra está no meio do Sol e da Lua	4%		3%		2%
É uma luz que quando acontece fica atrás da Terra		8%			2%
É um cometa que passa na frente do Sol	4%				1%
É quando a Terra passa pela frente do Sol			3%		1%
É uma mudança entre o Sol, a Terra e a Lua			3%		1%
É o dia em que a Lua fica próxima do Sol		4%			1%
É quando a sombra do Sol cobre a Lua		4%			1%
É uma sombra que tapa o Sol ou a Lua	4%				1%
É quando o céu fica escuro	4%				1%
É um tipo de bomba		4%			1%
É quando um planeta tapa a Lua			3%		1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%
Respostas Pós-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
Não sabe	31%	33%	28%	40%	33%
É o encontro do Sol e da Lua			11%		3%
É quando a Lua fica na frente do Sol	25%	43%	33%	33%	34%
É a sombra da Terra alcançando a Lua	19%				4%
É quando o Sol passa na frente da Lua	6%	10%	6%	7%	7%
É uma coisa ou bola vermelha		5%			1%
É quando a Lua ou o Sol ficam escuros	6%				1%
É um cometa que passa na frente do Sol	6%		6%		3%
É quando a Terra passa pela frente do Sol		5%			1%
É quando um astro encobre outro	6%	5%	17%	20%	11%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

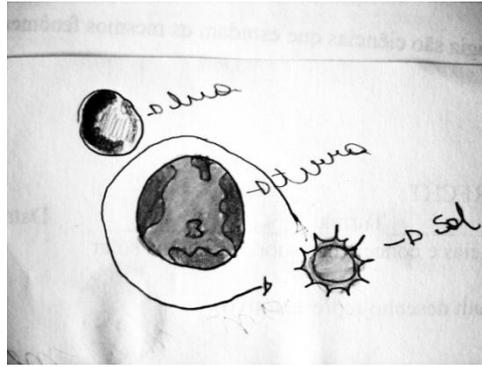


Figura 05: Desenho do aluno ADO mostrando de forma incorreta o movimento dos astros.

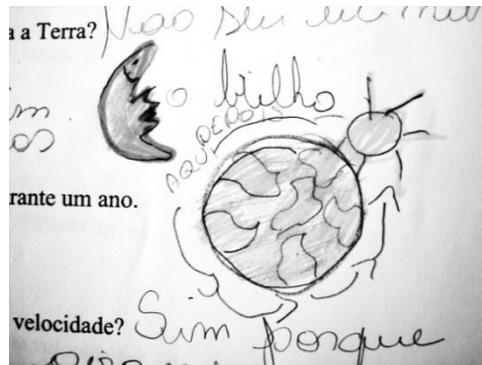


Figura 06 Desenho do aluno JCM mostrando de forma incorreta o movimento dos astros.

A atividade desenvolvida para trabalharmos o conceito de eclipse é bastante simples e está baseada no trabalho de Canalle (1999), mas se diferencia do mesmo, pois Canalle propõe uma demonstração onde o professor explica o fenômeno e nosso trabalho propõe que os alunos devam interagir com seus colegas, explorar os materiais e elaborar esquemas e explicações para os fenômenos com a mediação do professor. O roteiro desta atividade consta do apêndice G. Pudemos perceber que ocorreu uma qualificação nos argumentos dos alunos no pós-teste, mas alguns ainda acreditavam que o Sol é capaz de passar entre a Terra e a Lua.

A Tabela 5 apresenta os resultados dos testes realizados antes e depois da questão 5: “A Lua gira ao redor da Terra?”

Tabela 5: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 5: A Lua gira ao redor da Terra?

Respostas Pré-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
SIM	41%	38%	48%	53%	46%
NÃO	30%	19%	21%	35%	27%
NÃO, é o contrário	30%	8%	18%	6%	15%
Não Sabe		8%	6%	6%	5%
Sim, pois se não girasse a Terra ia ver só o dia		8%			2%
Sim, pois ela é um satélite artificial			3%		1%
Sim, a Lua segue a Terra		4%			1%
Não, ela gira ao redor do Sol			3%		1%
Não, ela fica parada		4%			1%
SIM, pois o espaço sideral gira e a Lua faz parte do espaço sideral		4%			1%
Não, a Lua é uma estrela		4%			1%
Sim, para nos trazer frio		4%			1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%
Respostas Pós-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
SIM	81%	76%	78%	93%	81%
NÃO	13%	19%	11%	7%	13%
NÃO, é o contrário			11%		3%
Não Sabe	6%	5%			3%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

As respostas apresentadas na Tabela 5 mostram que a maioria dos alunos acredita que a Lua realmente gira ao redor da Terra, mas é surpreendente verificar que muitos acreditam que é o contrário, ou seja, a Terra gira ao redor da Lua. Estas dúvidas foram trabalhadas com a atividade anterior que consta no apêndice G.

A Tabela 6 apresenta os resultados dos testes realizados antes e depois da questão 6: “O Sol gira ao redor da Terra?”

Na Tabela 6 podemos verificar, no pré-teste, que as respostas qualificadas foram dadas por 39% dos alunos, praticamente o mesmo percentual que acredita que o Sol gira ao redor da Terra justificando ou não. Mas 17% dos alunos responderam simplesmente que “não”, sem nenhum tipo de justificativa. Já o pós-teste demonstra que a maioria dos alunos consegue agora apontar que o Sol não gira ao redor da Terra.

Tabela 6: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 6: O Sol gira ao redor da Terra?

Respostas Pré-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
Não, é o contrário	59%	54%	36%	15%	39%
Sim	33%	23%	33%	50%	36%
Não	7%		21%	35%	18%
Sim, senão teríamos somente a noite		8%	6%		3%
Sim, pois é igual a Lua		4%			1%
Os dois giram ao redor da Lua			3%		1%
Sim, pois ele faz parte do espaço sideral		4%			1%
Não sabe		4%			1%
Sim, para nos trazer calor		4%			1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%
Resposta Pós-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
Não, é o contrário	94%	57%	61%	53%	66%
Sim		10%	11%	13%	9%
Não	6%	33%	28%	27%	24%
Não sabe				7%	1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

A Tabela 7 apresenta os resultados dos testes realizados antes e depois da questão 7: “O nosso Sol é uma estrela?”

Alguns alunos comparam o formato do Sol com o das estrelas que são visíveis à noite e indicam as “pontas” como o elemento diferencial. Mais que a metade dos alunos acredita que nosso Sol é uma estrela mesmo sem justificar, conforme verificamos na Tabela 07. Durante os trabalhos realizados este questionamento foi feito junto aos alunos e, após muitas discussões e pesquisas, foi possível qualificar seus conceitos como demonstram os resultados do pós-teste.

A Tabela 8 apresenta os resultados dos testes realizados antes e depois da questão 8: “Quanto tempo leva a Terra para dar uma volta em torno de seu eixo?”

As respostas contidas na Tabela 08 mostram que existe uma confusão entre os movimentos de rotação e translação da Terra, onde 37% dos alunos acreditam que a Terra leva um ano para dar uma volta em torno de seu eixo. Apenas um terço dos alunos relaciona corretamente o período de rotação com a duração do dia. Os resultados obtidos no pós-teste indicam que alguns alunos ainda confundem os movimentos, mas a grande maioria não.

Tabela 7: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 7: O nosso Sol é uma estrela?

Respostas Pré-teste	T55	T56	T57	Portão	TOTAL
Sim	63%	42%	36%	74%	54%
Não	11%	19%	30%	6%	17%
Não sabe	7%	15%	3%	6%	8%
Não, pois possui um formato diferente		4%	12%		4%
Não, é uma bola de fogo	11%				3%
Sim e é a maior estrela que temos				9%	3%
Sim, mas também é uma bola de fogo	4%		6%		3%
Não, o Sol é um tipo de planeta			6%	3%	3%
Não, pois o Sol é redondo e as estrelas são pontudas		8%	3%		3%
Não, é uma bola redonda	4%	4%			2%
Sim mas é diferente pois aparece de dia				3%	1%
Não, só a Lua		4%			1%
Não, pois o Sol dá brilho de dia e as estrelas a noite			3%		1%
Não, é um planeta		4%			1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%
Respostas Pós-teste	T55	T56	T57	Portão	TOTAL
Sim	88%	100%	89%	100%	94%
Não	13%		11%		6%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

A Tabela 9 apresenta os resultados dos testes realizados antes e depois da questão 9: “As estrelas possuem uma forma esférica ou possuem pontas?”

A imagem de estrelas com pontas pode estar associada aos desenhos infantis ou ao brilho cintilante que percebemos ao observá-las à noite, mas uma boa quantidade dos alunos já acredita que as estrelas são esféricas, conforme demonstra a Tabela 09. O pós-teste demonstra que a maioria dos alunos consegue perceber a forma esférica das estrelas.

A Tabela 10 apresenta os resultados dos testes realizados antes e depois da questão 10: “A Lua possui luz própria? Explique seu brilho.”

No pré-teste, a maioria dos alunos que afirmava ter algum conhecimento acreditava que a Lua possui luz própria, mas não sabia explicar como o seu brilho ocorre. Alguns alunos indicaram o Sol como fonte de sua luz, mas não explicaram como acontece. No pós-teste a maioria dos alunos respondeu de forma satisfatória.

Tabela 8: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 8: Quanto tempo leva a Terra para dar uma volta em torno de seu eixo?

Respostas Pré-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
24 horas	33%	35%	30%	26%	31%
1 ano	15%	15%	33%	38%	27%
Não sabe		23%	12%	12%	12%
365 dias	30%	8%	3%	3%	10%
1 dia	4%	4%		6%	3%
375 dias	7%				2%
3 dias		4%	3%		2%
365 dias e 6 horas		4%	3%		2%
3 anos		4%	3%		2%
23 horas e 56 minutos	4%		3%		2%
2 horas e 30 min		4%			1%
7 anos			3%		1%
12 horas				3%	1%
Um bilhão de anos				3%	1%
350 dias	4%				1%
1200000 dias	4%				1%
6 minutos				3%	1%
4 horas				3%	1%
2 dias			3%		1%
360 dias			3%		1%
Mais de 100 000 anos				3%	1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%
Respostas Pós-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
24 horas	63%	81%	72%	87%	76%
1 ano	6%		6%		3%
Não sabe	6%	10%	6%	7%	7%
365 dias		5%	11%	7%	6%
23 horas e 56 minutos	19%	5%	6%		7%
360 dias	6%				1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Tabela 9: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 9: As estrelas possuem uma forma esférica ou possuem pontas?

Respostas Pré-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
Esféricas	63%	19%	39%	41%	41%
Pontas	26%	46%	45%	24%	35%
Não sabe	11%	35%	15%	35%	24%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%
Respostas Pós-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
Esféricas	81%	86%	83%	87%	84%
Pontas	13%	10%	11%		9%
Não sabe	6%	5%	6%	13%	7%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Tabela 10: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 10: A Lua possui luz própria? Explique seu brilho.

Respostas Pré-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
Sim, mas não sabe explicar	37%	42%	45%	44%	43%
Não, é o Sol	19%	19%	18%	29%	22%
Não sabe	26%	27%	27%	3%	20%
Não possui luz própria, mas não sabe explicar seu brilho	7%		3%	9%	5%
Não, seu brilho vem das estrela ou de outros astros				15%	4%
Sim porque as estrelas dão o brilho		8%			2%
Sim, seu brilho é como o de uma lâmpada, parece estar dentro dela	4%		3%		2%
Sim, assim como o Sol e as estrelas	7%				2%
Nas estações seu brilho muda		4%			1%
Não, pois o Sol não bate nela			3%		1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%
Resposta Pós-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
Sim, mas não sabe explicar	13%	10%	17%	13%	13%
Não, é a luz do Sol que é refletida pela Lua	69%	76%	72%	87%	76%
Não sabe	13%	10%	11%		9%
Não possui luz própria, mas não sabe explicar seu brilho	6%				1%
Não, seu brilho vem das estrela ou de outros astros		5%			1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

A Tabela 11 apresenta os resultados dos testes realizados antes e depois da questão 11: “Desenhe o caminho feito pela Terra em torno do Sol durante um ano.”

Tabela 11: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 11: Desenhe o caminho feito pela Terra em torno do Sol durante um ano.

Resposta Pré-teste	T55	T56	T57	Portão	Total	Percentual
Desenho correto	8	10	14	10	42	35,00%
Incompleto	5	3	7	16	31	25,83%
Não sabe	3	11	4	4	22	18,33%
Desenho incorreto – Sol girando em volta da Terra	6	2	7	2	17	14,17%
Desenho incorreto – Terra muito próxima do Sol no verão	4				4	3,33%
Desenho incorreto – movimento da Terra em espiral	1			1	2	1,67%
Desenho incorreto – Terra se afastando do Sol				1	1	0,83%
Desenho incorreto – Terra girando ao lado do Sol			1		1	0,83%
TOTAL	27	26	33	34	120	100,00%
Resposta Pós-teste	T55	T56	T57	Portão	Total	Percentual
Desenho correto	12	18	13	9	52	74,29%
Incompleto	2	1	1	2	6	8,57%
Não sabe	2		1	1	4	5,71%
Desenho incorreto – Terra muito próxima do Sol no verão		1	2	1	4	5,71%
Desenho incorreto – Terra se afastando do Sol		1	1	1	3	4,29%
Desenho incorreto – Terra girando ao lado do Sol				1	1	1,43%
TOTAL	16	21	18	15	70	100,00%

Apesar de 40% dos alunos responderem que é a Terra que gira ao redor do Sol, no pré-teste, somente 35% fazem um desenho que representa de forma satisfatória o movimento de translação da Terra, conforme a Tabela 11. Muitos desenhos incompletos mostravam somente o Sol e a Terra de seu lado, sem o desenho da trajetória. Já no pós-teste a quantidade de desenhos corretos foi bastante significativa.

A Tabela 12 apresenta os resultados dos testes realizados antes e depois da questão 12: “Todos os planetas giram em torno do Sol com a mesma velocidade?”

Tabela 12: Resultados do pré e dos pós-testes referentes à questão 12: Todos os planetas giram em torno do Sol com a mesma velocidade?

Respostas Pré-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
Não	22%	4%	33%	47%	28%
Sim	22%	46%	24%	24%	28%
Não, cada planeta possui uma velocidade	15%	15%	15%	12%	14%
Não sabe	26%	15%	9%		12%
Só alguns	4%	4%	6%	9%	6%
Sim, para não se baterem	4%	4%	6%	3%	4%
Não, se fosse assim todo dia teria um eclipse lunar	4%	4%			2%
É o Sol que gira em volta da Terra em um ano				3%	1%
Sim, pois percebemos o Sol girando junto			3%		1%
Mais ou menos			3%		1%
Não, pois o Sol gira em volta da Terra		4%			1%
As vezes sim e as vezes não		4%			1%
Não, pois alguns planetas ficam mais perto e outros mais longe do Sol	4%				1%
Sim, eles precisam manter a mesma velocidade para girar em volta do Sol em um ano				3%	1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%
Respostas Pós-teste	T55	T56	T57	Portão	Total
Não	19%	10%	6%	7%	10%
Sim	13%	14%	28%		14%
Não, cada planeta possui uma velocidade	6%	10%	11%	13%	10%
Não sabe				13%	3%
Só alguns			6%		1%
As vezes sim e as vezes não	6%				1%
Não, pois alguns planetas ficam mais perto e outros mais longe do Sol	56%	67%	50%	67%	60%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

A tabela 12 mostra que no pré-teste nenhum aluno relacionou velocidade de translação do planeta com sua distância do Sol e alguns acreditam que todos os planetas giram sobre uma mesma “linha” e para “salvar” esta idéia acreditam que todos os planetas devem girar com a mesma velocidade, do contrário um dia iriam colidir. O pós-teste mostra que boa parte dos alunos relacionou distância do Sol com a velocidade do planeta.

5.1.2 Outras considerações.

O pré-teste serviu como norteador das atividades a serem desenvolvidas e, também, para verificar em que nível se encontravam os esquemas que os alunos utilizavam para solucionar os problemas propostos. O resultados encontrados em cada um dos pós-testes mostrou um ganho na aprendizagem dos alunos evidenciado pelo empenho em realizar as atividades propostas e também pela melhora na argumentação utilizada pelos alunos durante as discussões em sala de aula. Vale ressaltar também que estas atividades demandaram um tempo consideravelmente maior do professor em relação à sua preparação e correção.

5.2 Cinemática

5.2.1 Análise das atividades e testes sobre cinemática

O trabalho foi realizado durante as aulas de matemática junto aos alunos de uma turma de sexta e outra de sétima série do Ensino Fundamental da Escola Municipal Gonçalves Dias. Antes de iniciarmos os trabalhos aplicamos um pré-teste que se encontra no apêndice H. Um total de trinta e cinco alunos respondeu este questionário. A turma de sexta série era composta por dezoito alunos, e a sétima série por dezessete alunos.

Ao trabalharmos os conceitos de proporcionalidade, tanto a direta quanto a inversa, podemos utilizar os conceitos de velocidade média, referencial, distância e tempo para contextualizar tais conceitos em situações problema. Alguns livros de matemática do Ensino Fundamental, como o Projeto Araribá (BARROSO, 2006), já incluem o conceito de velocidade média em algumas atividades, mas podemos explorar melhor este conceito

discutindo também o referencial em diferentes situações.

A primeira atividade proposta foi a conceituação de referencial, velocidade e distância percorrida. A proposta foi de trabalho em grupos para que o desenvolvimento das atividades possibilitasse a interação entre os próprios alunos e entre o professor e os grupos. A atividade está descrita no apêndice I.

A segunda atividade foi um trabalho com o software Modellus seguindo um roteiro que consta do apêndice J. Esta atividade visa trabalhar com os gráficos que relacionem posição do móvel com o tempo transcorrido.

Os resultados dos trabalhos desenvolvidos podem ser analisados por meio da comparação entre o pré e o pós-teste aplicados após a realização das atividades. Comparando o desempenho da sexta série (tabela 13) que no pré-teste apresentou uma média de 3,05 acertos de um total de 10 questões e, no pós-teste, apresentou uma média de 7,27 acertos, tivemos um ganho médio de 4,22 acertos. Para verificar se a diferença entre as médias ocorreu por acaso, recorremos ao cálculo do nível de significância estatística para o ganho médio através da razão *t de Student* que resultou em $t = 9,29$. Constatamos que o nível de significância estatística associado a $t = 9,29$ foi inferior a 1%. Assim, podemos concluir que a probabilidade de que a diferença média entre o pós-teste e o pré-teste tenha ocorrido por acaso (nível de significância estatística) é muito pequena (menor do que 1%). Desta forma podemos acreditar que ocorreu um real crescimento desse grupo de alunos no seu nível de aprendizagem. Os resultados obtidos com o trabalho na sétima série (tabela 14), apontaram uma média de 4 acertos no pré-teste e 7,52 no pós-teste obtendo um ganho médio de 3,52 acertos. A razão *t de Student* resultou em $t = 8,75$, também indicando que a probabilidade deste ganho ter ocorrido por acaso é menor que 1%.

A Tabela 13 apresenta os resultados dos testes realizados antes e depois da atividade com cinemática realizada na turma de sexta série.

A Tabela 14 apresenta os resultados dos testes realizados antes e depois da atividade com cinemática realizada na turma de sétima série.

Tabela 13: Resultados do pré e dos pós-testes de cinemática realizado com a turma de sexta série

Aluno	Nota Pré-teste	Nota Pós-teste
1	3	10
2	3	10
3	2	8
4	3	8
5	1	7
6	3	5
7	3	5
8	6	8
9	3	8
10	3	5
11	1	5
12	2	8
13	3	7
14	4	5
15	3	6
16	3	9
17	4	7
18	5	10

Tabela 14: Resultados do pré e dos pós-testes de cinemática realizado com a turma de sétima série

Aluno	Nota Pré-teste	Nota Pós-teste
1	5	8
2	4	5
3	4	8
4	2	6
5	3	4
6	6	10
7	5	7
8	4	9
9	2	5
10	5	10
11	3	9
12	4	6
13	4	6
14	5	7
15	3	9
16	4	9
17	5	10

5.2.2 Outras considerações

Este trabalho traz alguns elementos que, juntos, ajudam a estruturar formas novas de raciocínio às quais grande parte do alunado é alijado durante o ensino fundamental. Em primeiro lugar a utilização de softwares interativos, como o Modellus, possibilita um alto grau de interação entre o aluno e os resultados obtidos com seu modelo e também com seus colegas, pois o trabalho é desenvolvido em grupos.

A exploração desse tipo de modelo faz com que o estudante se questione constantemente sobre os efeitos de suas ações sobre os resultados gerados pelo modelo computacional, normalmente esta questão pode ser descrita como: - se eu alterar isso o que acontece com aquilo?. Este raciocínio causal subjacente servirá como pano de fundo para a promoção da interatividade. (ARAUJO, 2004)

O uso do computador em sala de aula se apresenta como um elemento motivador para a aprendizagem: estar defronte de uma máquina que é capaz de realizar cálculos e gráficos de forma instantânea desperta tanto fascínio nos alunos que temos que controlar a ansiedade deles. O elemento que consideramos principal é o desenvolvimento de modelos mentais baseados na lógica, nos quantitativos e no raciocínio causal dos problemas apresentados. Desta forma, desde cedo as crianças terão acesso a uma linguagem que estrutura o pensamento para além do senso comum.

5.3 Termodinâmica

5.3.1 Análise das atividades e testes sobre termodinâmica

O trabalho foi realizado durante as aulas de matemática junto aos alunos de uma turma de oitava série do Ensino Fundamental da Escola Municipal Gonçalves Dias.

Antes de iniciarmos os trabalhos aplicamos um pré-teste que se encontra no apêndice K. Um total de oito alunos respondeu a este questionário.

A primeira atividade que propomos é a construção de um termômetro simples conforme apêndice L com o intuito de gerar a discussão a respeito da medida da temperatura

através de um instrumento e a construção de uma escala. O resultado obtido foi muito bom, o envolvimento dos alunos foi notório, pois nenhum deles sabia como funcionava um termômetro e a curiosidade é um elemento motivador. Todas as duplas de alunos conseguiram os materiais solicitados e conseguiram confeccionar seus experimentos. Ficaram bastante surpresos quando alguns termômetros chegaram a jorrar água além do final do canudinho. Fato resolvido por eles mesmos fazendo uma emenda com outro canudinho. A principal discussão do grupo era a respeito da lei zero da termodinâmica, onde concluíram que em algum momento o termômetro estaria em equilíbrio térmico com o que estava em contato com ele. Junto com o termômetro experimental utilizamos um termômetro de laboratório para aferição dos resultados e constatamos que o erro médio nas medidas da turma ficou inferior a 15%. Entre as medidas de temperatura realizadas pelos grupos, destaca-se uma em que, por curiosidade, os alunos resolveram verificar a temperatura das mãos e perceberam que elas não estavam a trinta e seis graus Celsius como acreditavam que deveriam estar, pois é o que os médicos dizem ser o normal para o corpo humano. Este fato enriqueceu a aula, tanto para verificar se as medidas estavam corretas e aferidas pelo termômetro do laboratório, como também para pesquisar e esclarecer sobre as diferentes temperaturas que o corpo humano apresenta em locais diversos.

Na segunda atividade, continuidade da primeira, que consta do apêndice M, utilizamos o teorema de Tales para encontrar uma relação entre escalas de temperatura. Nas aulas de ciências é mostrada uma “fórmula” do tipo $T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$ que deve ser decorada para conversão de temperaturas. Nossa abordagem leva em consideração dois pontos fixos em comum de duas escalas e a partir deles elaboramos uma relação entre as escalas escolhidas. Os alunos demonstraram reconhecer os pontos fixos, o da solidificação e evaporação da água, em que as escalas Celsius e Fahrenheit foram comparadas. Alguns alunos demonstraram

maior dificuldade na manipulação algébrica para chegar na relação geral do que na compreensão conceitual. A construção da “fórmula” usando o teorema de Tales é de um grau de abstração bastante grande, pois em geral, os problemas envolvendo este teorema trazem primeiro as retas que são objetos de cálculo e depois são traçadas as retas paralelas que determinam os segmentos proporcionais.

A terceira atividade proposta discute o conceito de densidade, bem como sua relação com a temperatura, constando do apêndice N. A maioria dos alunos conseguia prever o que iria acontecer com os balões, mas não conseguia explicar os motivos. Alguns acharam que o ar de certa forma atravessava as paredes dos balões, quando colocados na geladeira, e por isso murchavam. Hipótese que a própria turma refutou quando os balões foram expostos à radiação solar e perceberam que eles inchavam e alguns até estouravam. No final da atividade a maioria relacionou densidade de uma massa de ar com a temperatura que ela se encontra e também, o grau de agitação das moléculas com a temperatura e o volume ocupado.

A quarta atividade, constando do apêndice O, foi a demonstração de um aquecedor solar em funcionamento. Este aquecedor foi construído pelo professor com ajuda de alguns alunos em um horário extraclasse que o município chama de hora planejamento. Seu principal objetivo foi a visualização e uma aplicação prática dos efeitos da convecção em um fluido, neste caso a água. Este experimento foi utilizado em forma de exposição e questionamento direto aos alunos sobre os fenômenos observados.

Colocamos o protótipo de aquecedor solar no pátio da escola e apontamos a superfície da placa de PVC pintada de preto na direção do sol. Utilizamos termômetros para verificar a temperatura da água em alturas diferentes do recipiente. Na parte inferior tínhamos uma temperatura menor que na parte superior do recipiente. Conseguimos também visualizar as

correntes de convecção deslocando a água, tal visão deixou os alunos um tanto quanto impressionados com o fenômeno. Alguns alunos conseguiram de imediato relacionar a variação de temperatura com a variação de densidade e, como consequência, à convecção.

Comparando os resultados do pré-teste com o pós-teste, verificamos uma significativa elevação no desempenho médio dos alunos. O desempenho dos alunos no pré-teste ficou em 30% de acertos, enquanto que no pós-teste ficou em 65%. Ficou com destaque a melhora significativa no entendimento do conceito de convecção.

5.3.2 Outras considerações

Cabe destacar o grande envolvimento dos alunos na participação nas atividades propostas, principalmente na construção e no estudo do aquecedor solar. No desenvolver da atividade surgiu a proposta para que construíssemos o aparelho para as pessoas carentes da comunidade do entorno da escola, pois a economia de energia e por consequência menor gasto mensal na “conta de luz” foi um os argumentos levantados pelos alunos. Existe uma variação deste experimento utilizando garrafas PET e canos no lugar da placa de PVC que torna mais acessível sua aquisição.

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO E OUTRAS CONSIDERAÇÕES

O aprimoramento do ensino de física nas escolas de ensino fundamental foi o elemento fundamental para o desenvolvimento deste trabalho. Em quase todas as escolas que trabalhei e em muitas outras que conheço e me chegam relatos, o professor de ciências de quinta até a oitava série é invariavelmente um professor formado com uma ênfase em Biologia. A maioria destes profissionais, com os quais trabalhei, não está qualificada de forma satisfatória para desenvolver conceitos básicos de física em uma idade extremamente importante para a formação do ser humano. Quando Vergnaud coloca que nossas concepções sobre determinado assunto estão conectadas às primeiras experiências que tivemos com o mesmo percebemos o quanto é importante um profissional do ensino qualificado em qualquer área para que a experiência primeira seja construída com base em conceitos cientificamente aceitos. Cabe aqui ressaltar a urgência na melhora da qualidade dos cursos de formação de docentes, em especial nas áreas de Física, Química, Biologia e Matemática, ressaltando que estes componentes curriculares transitam no ensino fundamental de forma dissociada da realidade e também desconectados uns dos outros. Partimos do princípio que não há motivo para que conceitos de Física, Química ou Biologia não possam ser desenvolvidos durante uma aula de Matemática, assim como o contrário também pode ser trabalhado. Tomando o cuidado para sempre discutir, com o professor titular do componente curricular, o momento e o aprofundamento tratado em cada atividade proposta a chance de sucesso na aprendizagem é bastante grande, inclusive aprendizagem dos docentes envolvidos no trabalho. Partindo do princípio que a aprendizagem pode ser elaborada com a congruência de significados entre professores e alunos, por que não propor a aprendizagem entre o corpo docente?

Esta visão de ensino como uma busca de congruência de significados tem sido defendida em tempos recentes por D.B. Gowin (1981), mas podemos encontrá-la, muito antes, em Vygostsky. Naturalmente, nesse processo o professor pode também aprender, na medida em que clarifica ou incorpora significados à sua organização cognitiva, mas, como professor, ele ou ela está em uma posição distinta do aluno no que se refere ao domínio de instrumentos, signos e sistemas de signos, contextualmente aceitos, que já internalizou e que o aluno deverá ainda internalizar. (MOREIRA, 1999, p.120).

Reverter o quadro de baixo rendimento escolar e da grande evasão é uma tarefa gigantesca que não será vencida a curto prazo nem por somente uma idéia brilhante criada somente por uma pessoa. As atividades práticas que contemplamos neste trabalho tiveram a participação de vários docentes em diferentes áreas do conhecimento com um resultado

bastante satisfatório em relação ao rendimento e participação de alunos e docentes. Para transformar a realidade colocada devemos unir esforços na mesma direção, cada um contribuindo com o seu saber e sua competência. Inúmeras vezes no transcorrer do trabalho, professores me procuravam para comentar sobre as perguntas e comentários dos alunos em aulas de História, Geografia, Ciências, etc... Isto enriquece a relação entre professor e aluno e inclusive entre professores tendo um efeito de gerar novas idéias e propostas de trabalho conjunto de interesse mútuo.

Vejo importante ressaltar também o trabalho realizado com novas tecnologias utilizando o computador em sala de aula. A inovação em si já é motivadora para o aluno e lidar com o computador é um desafio que se impõe em nossa época de plena revolução tecnológica. Aliamos a motivação e o desafio com um conteúdo que podemos trabalhar a análise gráfica interativa e conseguimos uma grande dedicação dos alunos e um reconhecimento dos pais e responsáveis pela inserção de seus filhos em uma realidade muitas vezes distante para eles.

Esperamos que as atividades desenvolvidas tenham aproveitamento satisfatório junto aos professores que estejam dispostos a implementar a proposta de trabalho aqui apresentada, contribuindo para o aperfeiçoamento da mesma.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da cinemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 179-184, abr./jun. 2004.
- BARROSO, J. M. et al. **Projeto Araribá: matemática 6ª série**. São Paulo: Moderna, 2006.
- BRAUNA, R. de C. de A. **A formação continuada em ciências de professores do ensino fundamental numa perspectiva interdisciplinar e as possibilidades de mudanças**. 2000. 202p. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- CANALLE, J. B. G.; TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B. Análise do conteúdo de astronomia de livros de geografia do 1º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 14, n. 3, p. 254-263, dez, 1997.
- CANALLE, J. B. G. Explicando astronomia básica com uma bola de isopor. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 16, n. 3, p. 314-331, dez. 1999.
- COSTA, E. V. **Ensino introdutório de álgebra elementar: comparação entre um fragmento de seqüência usual e uma seqüência didática com balança de dois pratos para atividade em sala de aula**. 1998. 209p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1998.
- FIOLHAIS C.; TRINDADE J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 259-272, set. 2003.
- FERRARI, P. C. **O momento linear e a relevância das sínteses na educação em ciências**. 1998. 149p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Instituto de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 1998.
- GASPAR, A. **Museus e centros de ciências: conceituação e proposta de um referencial teórico**. 1993. 118p. Tese. (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- MONTEIRO, I. C. de C. **Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski**. 2002. 129p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2002.
- MOREIRA, M. A. (Org.). **A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nesta área**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2004.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.
- RODRIGUES, L. C. B. **Uma reflexão sobre as aulas de ciências naturais no programa para formação de professores em serviço nas redes públicas de ensino da região sul do**

- RS.** 2003. 90p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.
- SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. de A. Um curso de astronomia e as pré-concepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 89-99, jan./mar. 2006.
- SCHEIN, Z. P. **Estudo didático de um experimento centrado em atividades de produção e aplicação de um objeto técnico:** a balança analítica. 2004. 198p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Faculdade de Química, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- SCHROEDER, C. **Um currículo de física para as primeiras séries do ensino fundamental.** 2004. 162f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- SNYDERS, Georges. **Entrevista com Georges Snyders, professor de ciências da educação da Universidade de Paris.** São Paulo: FDE, 1991. (Série Idéias, n. 11, p. 159-164).

APÊNDICES

APÊNDICE A

Este apêndice apresenta o pré-teste sobre astronomia

NOME _____ Turma: _____ Data: __/__/____.

Idéias e concepções sobre o sistema solar

1. Qual a forma da Terra? Faça um desenho representativo.
2. Qual o motivo da existência do dia e da noite.
3. Qual o motivo da existência das estações do ano.
4. O que é um eclipse?
5. A Lua gira ao redor da Terra?
6. O Sol gira ao redor da Terra?
7. O nosso Sol é uma estrela?
8. Quanto tempo leva a Terra para dar uma volta em torno de seu eixo?
9. As estrelas possuem uma forma esférica ou possuem pontas?
10. A Lua possui luz própria? Explique seu brilho.
11. Desenhe o caminho feito pela Terra em torno do Sol durante um ano.
12. Todos os planetas giram em torno do Sol com a mesma velocidade?

APÊNDICE B

Este apêndice apresenta a atividade “Fazendo Medidas com Régua”

ESCOLA

Nome:

Turma:

Data:

Faça as medidas dos lados de cada objeto abaixo, anotando os valores na Tabela 1:

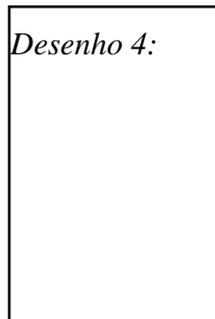
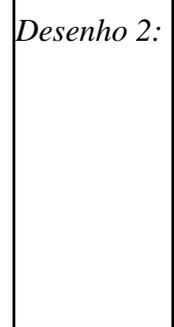
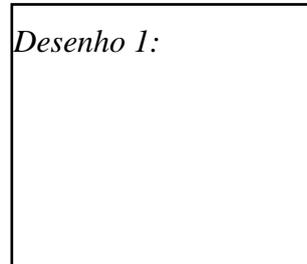
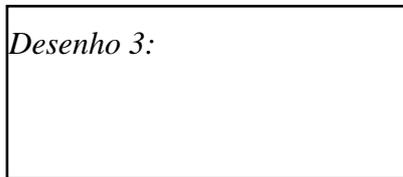


Tabela 1:

	<i>altura</i>	<i>largura</i>	<i>perímetro</i>
Desenho 1	3 cm	4 cm	14 cm
Desenho 2	1,8 cm	5,3 cm	14,2 cm
Desenho 3			
Desenho 4			
Desenho 5			

Faça a medida do diâmetro e do perímetro de cada círculo, anotando os valores na Tabela 2:

Desenho 6:

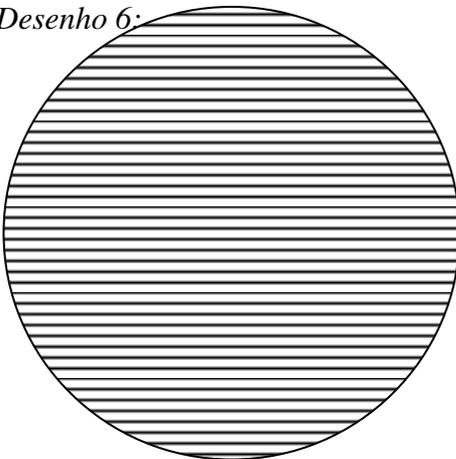
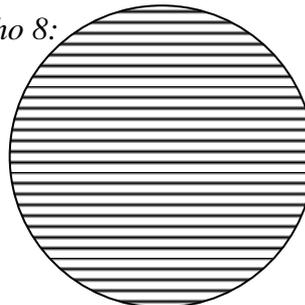


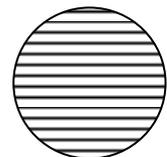
Tabela 2:

	<i>diâmetro</i>	<i>perímetro</i>	<i>perímetro ÷ diâmetro</i>
Desenho 6			
Desenho 7			
Desenho 8			

Desenho 8:



Desenho 7:



Orientações para o professor:

Disponha os alunos preferencialmente em duplas ou trios para facilitar a discussão e troca de idéias;

Em geral os alunos não sabem utilizar uma régua, fita métrica ou trena. É importante salientar que o início da medida é feita a partir do “zero” da régua e não do início da mesma.

Para a medida do perímetro do círculo indico a utilização de barbantes, réguas flexíveis ou tiras de papel

APÊNDICE C

Nome: _____ Turma: _____ Data: _____

Montagem do sistema Terra - Lua

1) Sabemos que o diâmetro da Terra é de 12756 km e o diâmetro da Lua é de 3476 km.

a) Quantas vezes a Terra é maior que a Lua?

b) Quantas vezes a Lua é menor que a Terra?

2) Qual o diâmetro do globo que está representado a Terra?



3) Calcule o diâmetro da Lua para que fique proporcional ao globo que representa a Terra e apresente o cálculo ao professor. Depois que o professor corrigir o cálculo faça com massa de modelar uma Lua com o tamanho calculado mostrando ao professor novamente para verificar se a Lua foi construída corretamente.

4) Sabemos que a distância média entre a Terra e a Lua é de 384000 km.

a) Esta distância é quantas vezes maior que o diâmetro da Terra?

b) Esta distância é quantas vezes maior que o diâmetro da Lua?

5) Calcule a distância que a Lua de massa de modelar deve estar do globo para que a proporção se mantenha. Apresente o cálculo ao professor para ele corrigir.

6) A Lua fica longe ou perto da Terra? Explique.

APÊNDICE D

Desenhando a Terra em um papel A4

Objetivo: Fazer com que o aluno perceba que desenhando a Terra em um papel quadriculado A4 a diferença entre o diâmetro equatorial e o diâmetro polar é insignificante, concluindo assim que um desenho com achatamento visível nos pólos da Terra, não corresponde a realidade.

Metodologia: Trabalho em grupos com a mediação do professor.

Todos nós sabemos que a Terra é achatada nos pólos, mas qual ou quanto é na verdade este achatamento? É isto que vamos verificar com a atividade abaixo!

Dados:

Diâmetro equatorial da Terra: 12756 km.

Diâmetro polar da Terra: 12713 km.

- 1)Qual a diferença entre os diâmetros?
- 2)Qual é a largura do papel milimetrado?
- 3)Quantas vezes o diâmetro equatorial da Terra é maior que a largura do papel milimetrado?
- 4)Vamos adotar o valor encontrado na questão 3 como nossa escala para desenhar a Terra. Primeiro calcule qual deve ser o diâmetro equatorial da Terra nesta escala, em seguida calcule o diâmetro polar para a mesma escala.

Diâmetro equatorial na escala: _____

Diâmetro polar na escala: _____

Qual a diferença entre eles? _____

- 5)Agora com o auxílio do compasso, desenhe da melhor forma possível a Terra no papel milimetrado.
- 6)Qual sua conclusão sobre o desenho da Terra em um papel pequeno?

APÊNDICE E

Translação e rotação da Terra.

Objetivo: Diferenciar estes dois movimentos que nosso planeta realiza. Esclarecer como acontece o dia, a noite e a contagem dos anos, e ainda explorar uma possível parada no movimento de rotação da Terra.

Método: Trabalho em grupo com a mediação do professor, onde cada grupo deverá apresentar oralmente ao professor as respostas às questões apresentadas.

Material: Uma pequena lamparina a pilha ou uma vela e um globo terrestre pequeno (o mesmo utilizado na atividade anterior).

- 1) Diferencie translação de rotação (se necessário utilize o dicionário).
- 2) Qual o tempo de uma rotação?
- 3) Qual o tempo de uma translação?
- 4) Explique e demonstre a ocorrência do dia e da noite.
- 5) Explique e demonstre como acontece a contagem de um ano.
- 6) O que aconteceria com o dia e a noite se a Terra parasse de girar em torno de seu eixo?

APÊNDICE F

“Terra inclinada”

Objetivo: Demonstrar que o eixo de rotação da Terra é inclinado e construir junto aos alunos uma explicação sobre as causas da existência das estações do ano. Aprender a utilizar o transferidor e verificar uma utilidade prática para o uso de ângulos.

Método: Trabalho em grupo com a mediação do professor, onde cada grupo deverá apresentar oralmente ao professor as respostas às questões apresentadas.

Material: Uma pequena lamparina a pilha ou uma vela, uma bolinha de isopor, um palito para churrasquinho, um transferidor e um globo terrestre pequeno (o mesmo utilizado na atividade anterior).

- 1) Desenhar no papel duas retas perpendiculares, uma horizontal e outra vertical, de 10 cm cada que se cruzam exatamente no meio.

- 2) Com o transferidor marque a medida da inclinação no eixo terrestre em relação à reta vertical ($23,5^\circ$) e faça uma reta que passe por este ponto marcado e pelo encontro das outras duas retas. Pronto! Esta última reta representa o eixo de rotação da Terra.

- 3) Agora atravesse o palito na bola de isopor e faça com que o palito tenha a mesma inclinação que o desenho feito no item anterior.

- 4) Com o transferidor confira se o ângulo de inclinação do globo plástico está correto.

- 5) Agora tente encontrar uma explicação para que ocorram as estações do ano da forma como acontecem. Lembre que nos filmes americanos que assistimos vemos sempre o natal, 25 de dezembro, com neve e extremo frio nos Estados Unidos, Canadá, França e outros países que ficam ao norte do equador. Enquanto que aqui no Brasil, Argentina, na Austrália e nos países que ficam ao sul do equador o clima é de intenso calor. Lembre também que o eixo da Terra aponta sempre para a mesma direção.

APÊNDICE G

“Eclipse”

Objetivo: Entender como ocorrem os eclipses.

Método: Trabalho em grupo com a mediação do professor, onde cada grupo deverá apresentar oralmente ao professor as respostas às questões apresentadas.

Material: Uma pequena lâmparina a pilha ou uma vela, um globo terrestre pequeno (o mesmo utilizado nas atividades anteriores), um palito de churrasquinho e massa de modelar. Melhor utilizar o que já foi elaborado na atividade “Montagem do sistema Terra – Lua”.

Questões a serem respondidas:

a)Explicar demonstrando os movimentos da Terra e da Lua como acontecem os eclipses.

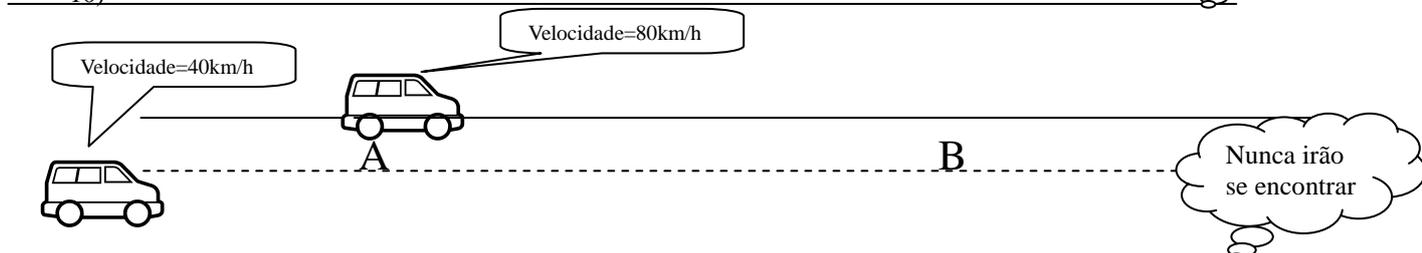
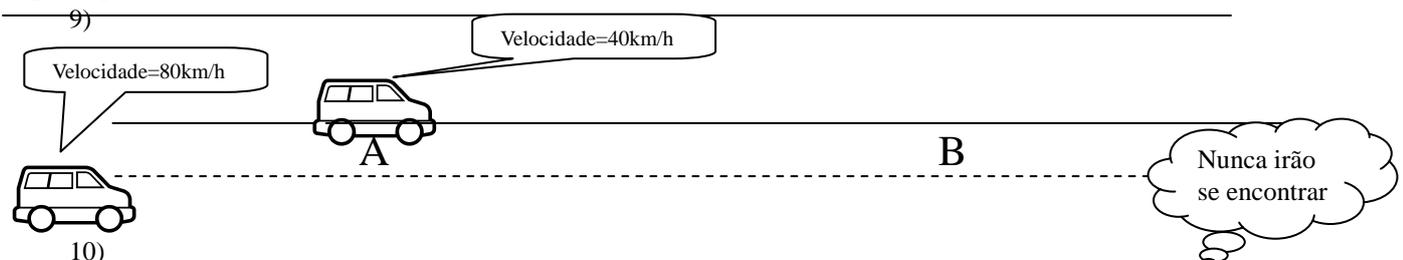
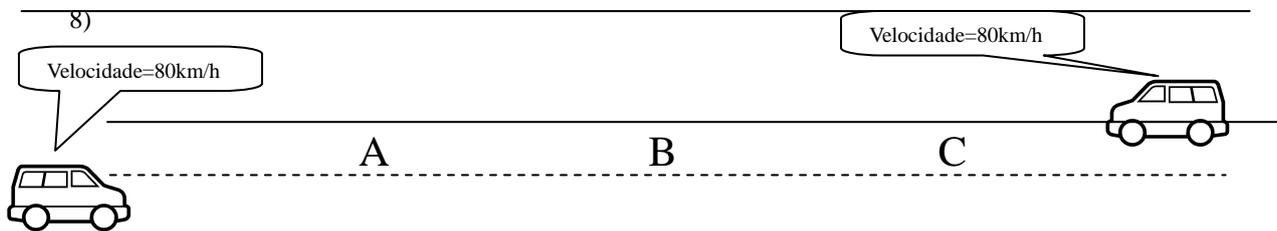
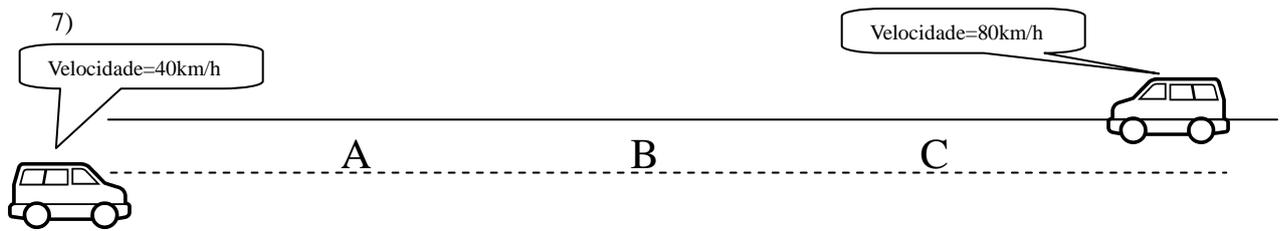
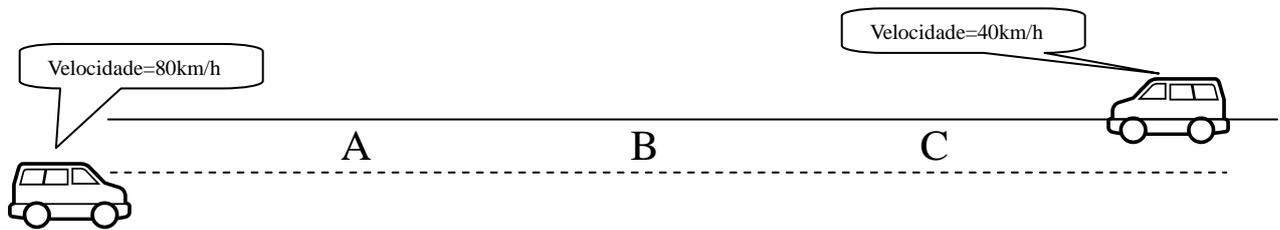
b)Quais são os tipos de eclipse?

APÊNDICE H

Este apêndice apresenta o pré-teste sobre cinemática.

Nome: _____ Turma: _____ Data: _____

- 1) O que é velocidade?
- 2) A velocidade pode ser negativa? Explique.
- 3) O que é um referencial ou ponto de referência?
- 4) Quando falamos sobre um objeto em movimento devemos citar qual sua velocidade, direção e sentido. Qual a diferença entre direção e sentido?
- 5) Será que demora mais para ir até Caxias de carro a 60 km/h ou de ônibus a 80 km/h? Por quê?
- 6) Nos exemplos abaixo, marque o local mais provável (A,B ou C) onde os automóveis irão se cruzar:



APÊNDICE I

Nome: _____ Turma: _____ Data: _____

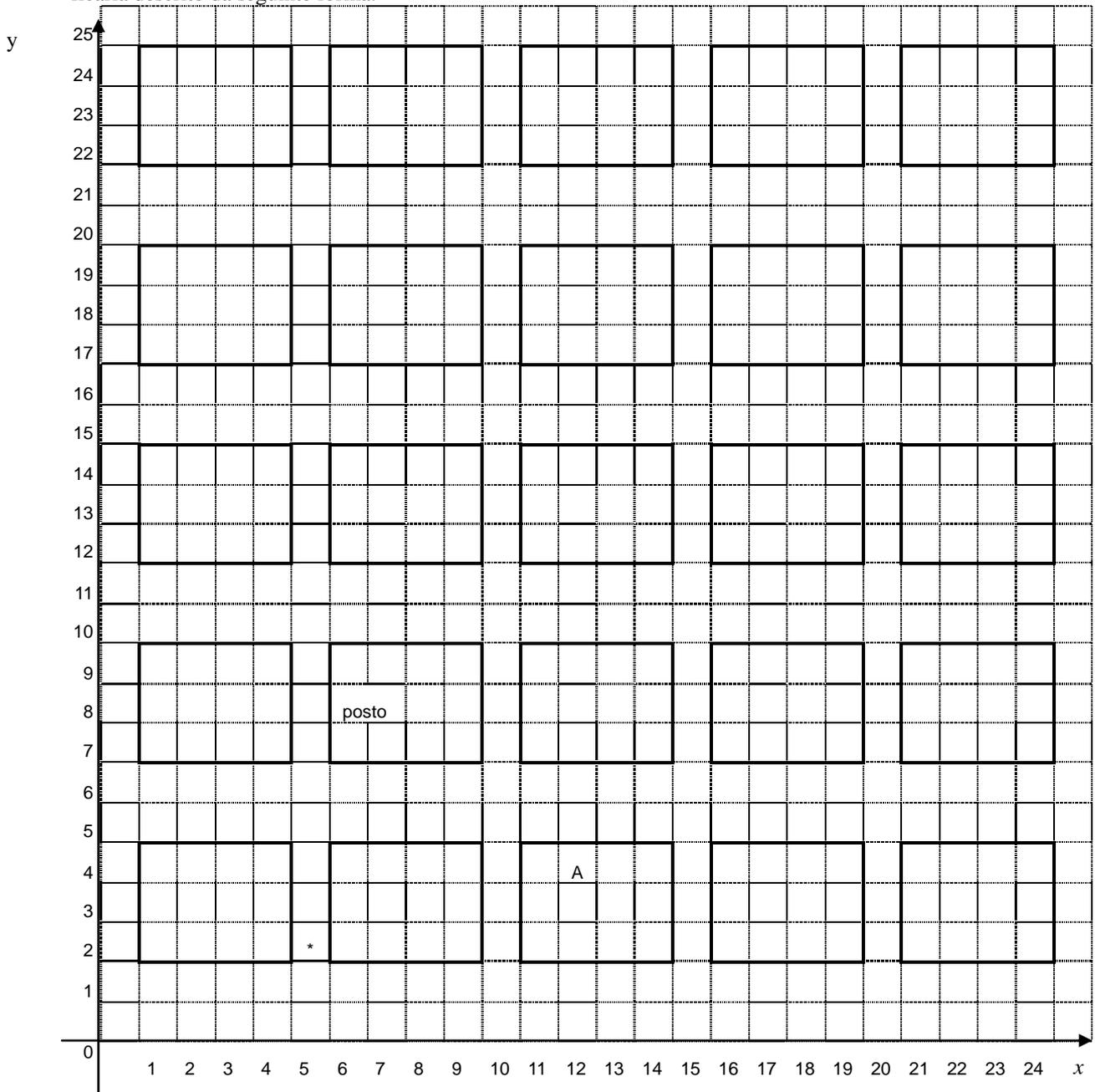
O que é um referencial?

Quando alguém nos pede alguma informação sobre a localização de um lugar, costumamos utilizar um ponto de referência para orientar a pessoa que está perdida ou procurando algo. Podemos dizer a ela que, para chegar à padaria que ela está procurando, basta seguir em frente até chegar no próximo posto de gasolina, entrar na segunda rua a direita após o posto, seguir em frente atravessando mais três ruas e no meio da quadra estará a padaria. Imaginando que a pessoa que está procurando a padaria esteja representada pelo “*” asterisco, marque o provável local da padaria no esquema abaixo.

	Posto			
	*			

Para que possamos descrever um determinado acontecimento em um local específico precisamos utilizar um referencial. No caso acima foi utilizado o posto de gasolina como início do ponto de referência e as ruas como elementos de contagem para simplificar a explicação, pois imaginem se a pessoa tivesse dito que deveria percorrer mais 123 metros e entrar à direita e, em seguida, andar por mais 632 metros e lá estaria a padaria!.

Na matemática e nas ciências, utilizamos em geral o sistema cartesiano como referencial. As coordenadas x e y servem para podermos localizar um corpo em um determinado local. Assim, o problema acima ficaria descrito da seguinte forma:



As coordenadas seguem uma seqüência de números que representam a distância até o ponto de origem, o zero, que pode ser medida em centímetros, metros, quilômetros, milhas, passos, palmos, etc. O importante é que cada quadradinho represente o mesmo valor. Portanto, o que vamos dizer a respeito da posição da letra "A" no desenho? Que ela está a uma distância de quatro unidades do eixo x e a uma distância de doze unidades do eixo y .

Quais as coordenadas x e y do ponto inicial (*) da pessoa? $x=$ ___ ; $y=$ ___

Quais as coordenadas x e y da padaria? $x=$ ___ ; $y=$ ___

Assim, o sistema de coordenadas nos ajuda a determinar ou calcular a distância que um corpo percorreu. Sabendo disto, calcule a distância que a pessoa vai andar até chegar na padaria, considerando que cada lado do quadradinho vale quatro metros.

Distância= _____

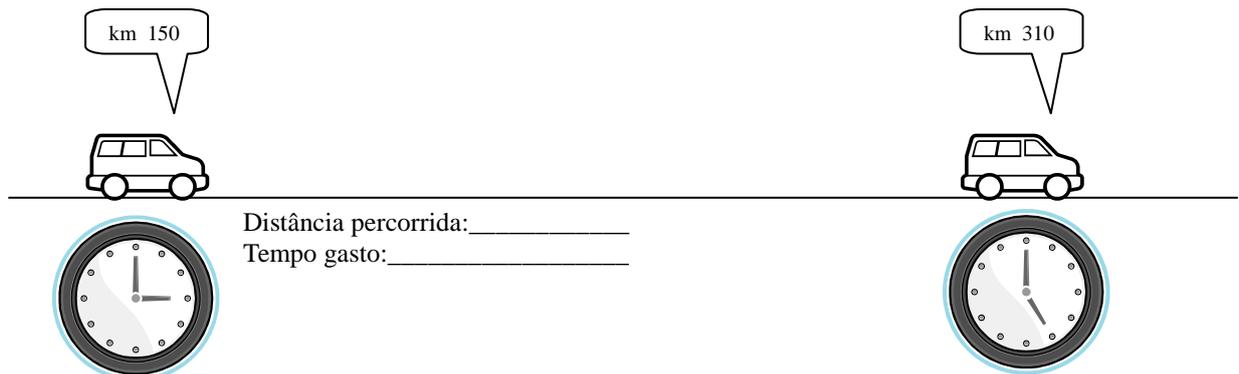
Agora, vejamos no exemplo abaixo, qual a distância percorrida pelo carro entre o km 150 e o km 290 da rodovia? _____ Onde é o início da rodovia (km zero)? _____. O automóvel está se aproximando ou se afastando do km zero? _____.



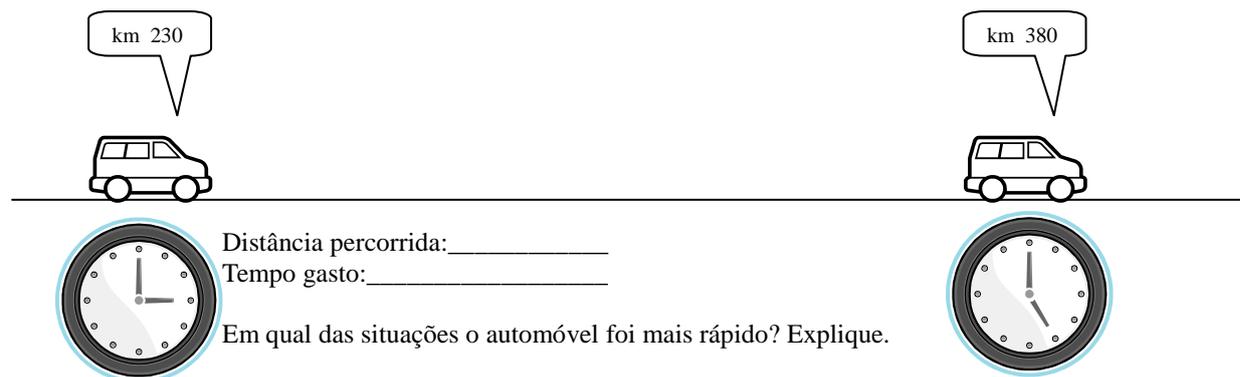
Outro elemento que sempre é levado em conta quando trabalhamos com um referencial, é o tempo. Este pode ser medido também de várias formas: relógio, cronômetro, ampulheta (aquele vidro com areia dentro), pela sombra do sol, etc. Para que saibamos a velocidade com que algo está se deslocando, precisamos saber a distância percorrida e o tempo que ele levou para completar seu trajeto.

Veja o relógio e calcule o tempo gasto e a distância percorrida pelo automóvel abaixo nas duas situações

Situação 1:



Situação 2:



Quando uma pessoa é mais rápida que a outra em uma corrida? Quando ela chega primeiro!. Parece óbvio, mas quem leva menos tempo para completar uma mesma distância é mais rápido, mais veloz, ou seja, possui uma velocidade maior. Percebemos que, para aumentarmos a velocidade, temos que diminuir o tempo gasto para percorrer uma determinada distância. Assim, concluímos que velocidade e tempo são grandezas inversamente proporcionais. Quando demormos mais tempo para percorrer certa distância estamos diminuindo a velocidade e quando diminuimos o tempo gasto para percorrê-la, aumentamos a velocidade.

APÊNDICE J

Este apêndice apresenta o roteiro para modelagem de sistemas no programa Modellus.

Conteúdos:

Direção, sentido, velocidade, referencial, aceleração.

Apresentação do programa Modellus e suas funcionalidades:

PRIMEIROS PASSOS

Inicie o programa Modellus através do ícone mostrado na figura A1.

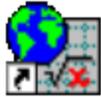


Figura A1 – Ícone do programa Modellus

Insira na janela Modelo as equações abaixo, conforme a figura A2 e em seguida acione o botão INTERPRETAR:

$$y=t$$

$$k=a+t$$

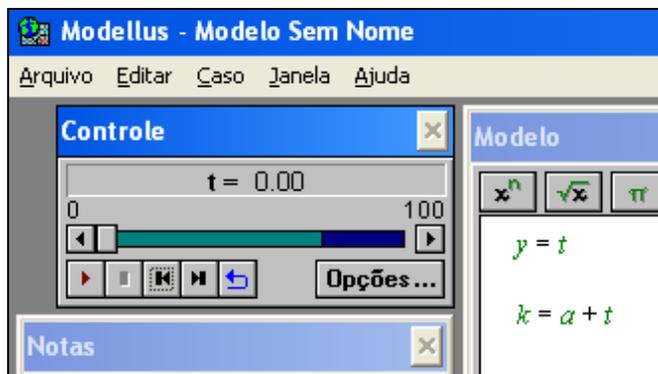


Figura A2 – Janela Modelo

Na janela Animação 1 clicar no ícone  (inserir nova partícula) e em seguida clicar dentro da área branca da janela. Aparecerá uma janela referente a partícula onde no item HORIZONTAL deve ser selecionado a letra “y” e clicar no botão OK, conforme a figura A3.

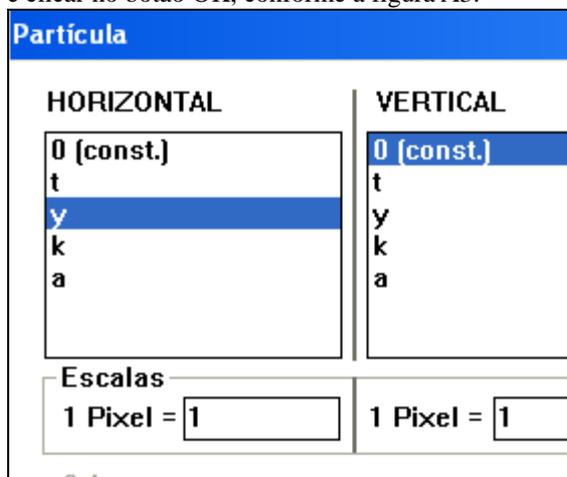


Figura A3 – Janela Partícula

Na janela Controle, aperte o botão opções e modifique o parâmetro limite máximo para 100, e clique em OK conforme a figura A4.

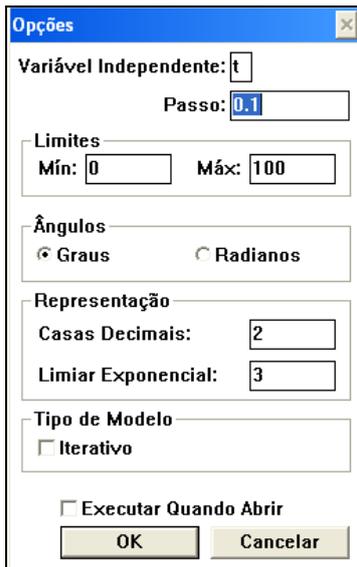


Figura A4 – Janela Controle - Opções

Após esses passos, vá até a janela “Controle” e acione o botão PLAY, conforme a figura A5. Observe que a partícula começa a se mover para a direita na tela.

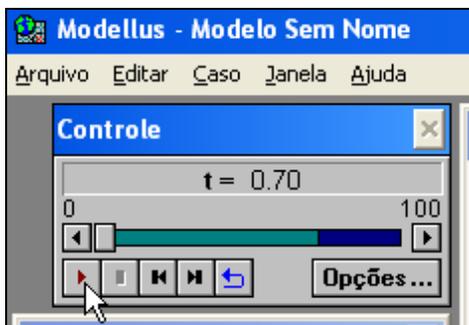


Figura A5 – Janela Controle – Indicando o botão play

Repita o processo acima inserindo uma nova partícula para a variável “k” alterando sua cor para vermelho, conforme a figura A6.

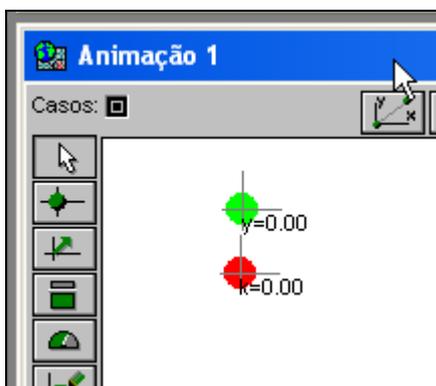


Figura A6 – Janela Animação ilustrando as duas partículas criadas

Insira na janela “Condições Iniciais” um valor para “a”, conforme a figura A7 e em seguida acione novamente o play da janela controle e observe que uma partícula parte na frente da outra.

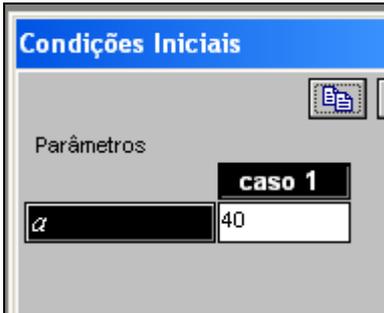


Figura A7 – Janela Condições Iniciais

Agora vamos inserir um gráfico na janela Animação 1:

Acione o ícone  e em seguida clique na área branca da janela Animação 1 e aparecerá uma caixa em que você deverá selecionar a variável “y” para o item VERTICAL conforme a figura A8.

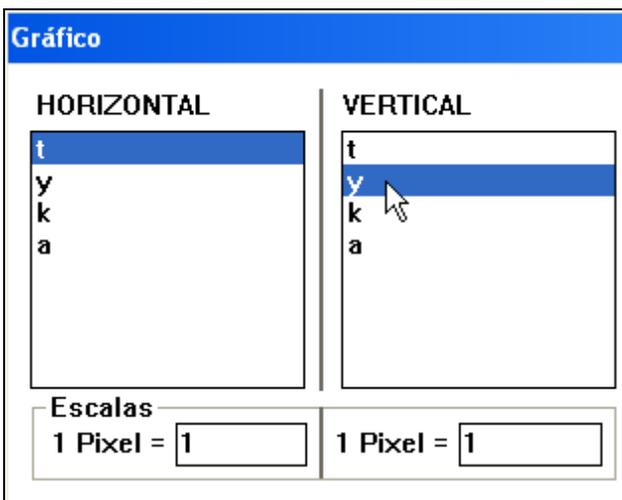


Figura A8 – Janela Gráfico

Faça o mesmo para criar um gráfico para a variável “k”.

Acione o botão “play” na janela “Controle” e teremos o seguinte resultado (figura A9):

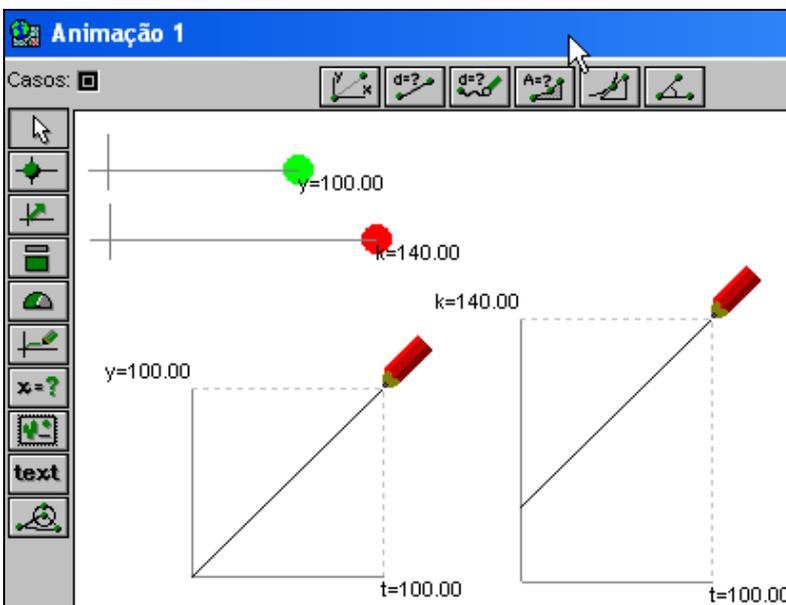


Figura A4 – Janela Animação com o resultado após o comando play

TRABALHANDO COM MODELOS DE MOVIMENTOS RETILÍNEOS UNIFORMES:

Problema 1:

Um automóvel parte de Porto Alegre com velocidade constante de 80 km/h em direção a praia que fica a aproximadamente 130 km de distância. Construa uma animação que represente o automóvel se deslocando nesta velocidade e verifique quanto tempo leva para completar o trajeto.

Na figura A10 temos um resumo do modelo, com a equação, a animação e as opções que devem ser utilizadas:

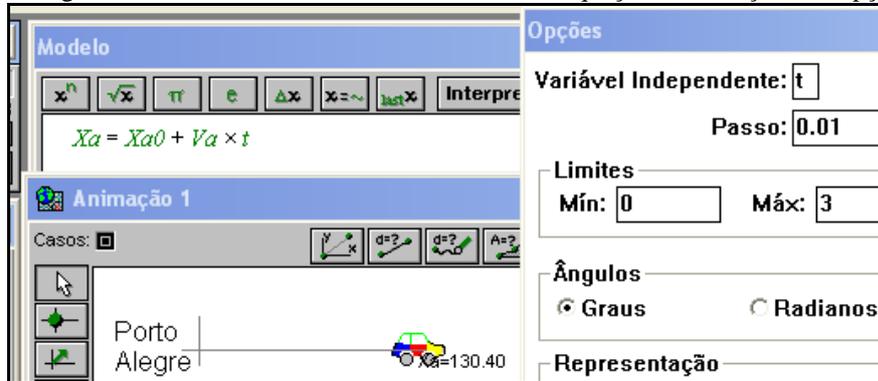


Figura A5 – Janelas com as condições para ilustrar o problema 1

Utilizando a janela “Controle” acione o botão “play” até que o tempo seja igual a 3. Acionando o botão deslizante que controla a variável tempo é possível variar o tempo conforme desejado. Encontre o tempo necessário para que o automóvel complete o trajeto.

Resposta: aproximadamente 1,63 horas.

Problema 2:

Agora o mesmo automóvel está retornando da praia para casa. Construa uma animação que represente esta situação na mesma janela de animação do problema 1. Insira os gráficos de posição por tempo para os dois movimentos.

Na figura A11 temos o resultado esperado da modelagem, onde devem aparecer os dois automóveis em sentidos opostos e os dois gráficos, um ascendente e o outro descendente:

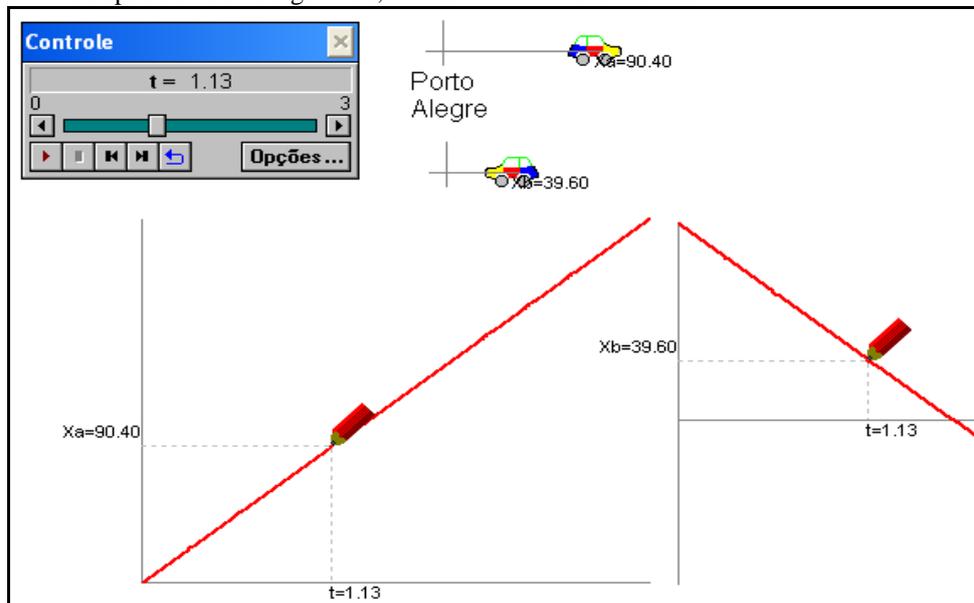


Figura A6 – Resultado esperado da modelagem do problema 2

Problema 3:

Quando temos dois automóveis rodando sobre uma mesma rodovia na mesma direção, mas em sentidos

opostos e velocidades constantes como na figura abaixo, em que local da rodovia e após quanto tempo eles irão se encontrar? Elabore um modelo no software para solucionar o problema.



Na figura A12 temos o resultado esperado da modelagem, onde devem aparecer os dois automóveis em sentidos opostos e os dois gráficos com a mesma origem representando a posição de ambos em relação ao tempo:

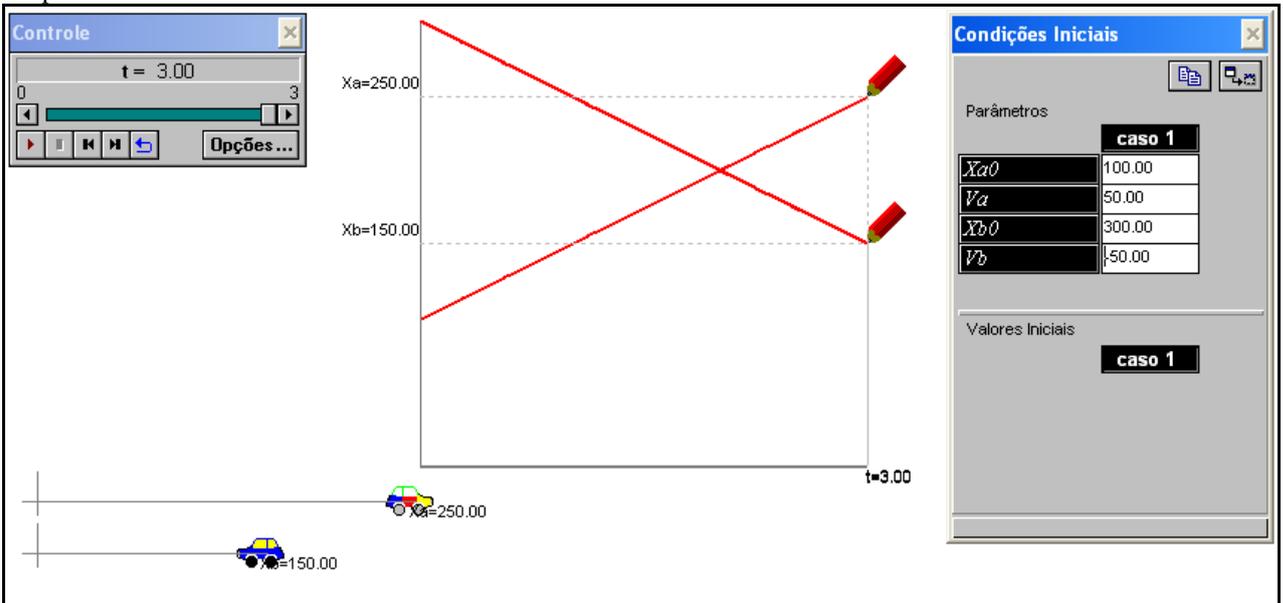


Figura A12 – Resultado esperado da modelagem do problema 3

Variando o botão deslizante da janela controle podemos encontrar a posição e o instante do encontro dos dois automóveis, como podemos ver na figura A13.

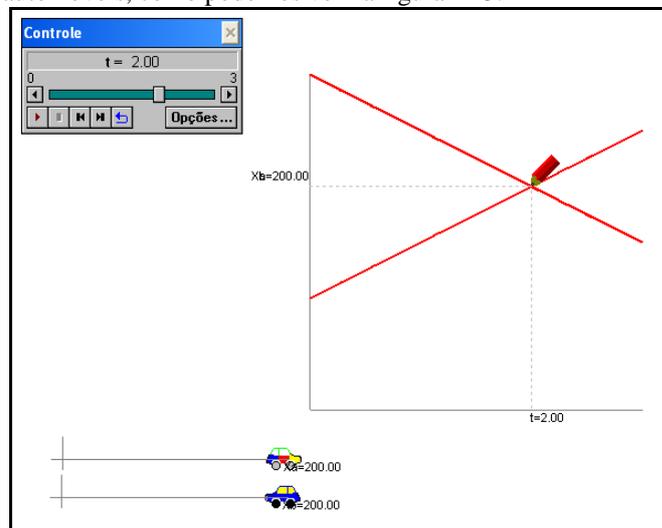


Figura A13 – Verificando o instante e a posição em que os móveis se encontram

Problema 4:

Quando temos dois automóveis rodando sobre uma mesma rodovia na mesma direção, mas em sentidos opostos e velocidades constantes como na figura abaixo, em que local da rodovia e após quanto tempo eles irão

se encontrar? Elabore um modelo no software para solucionar o problema.



Na figura A14 temos o resultado esperado da modelagem, onde devem aparecer os dois automóveis em sentidos opostos e os dois gráficos com a mesma origem representando a posição de ambos em relação ao tempo:

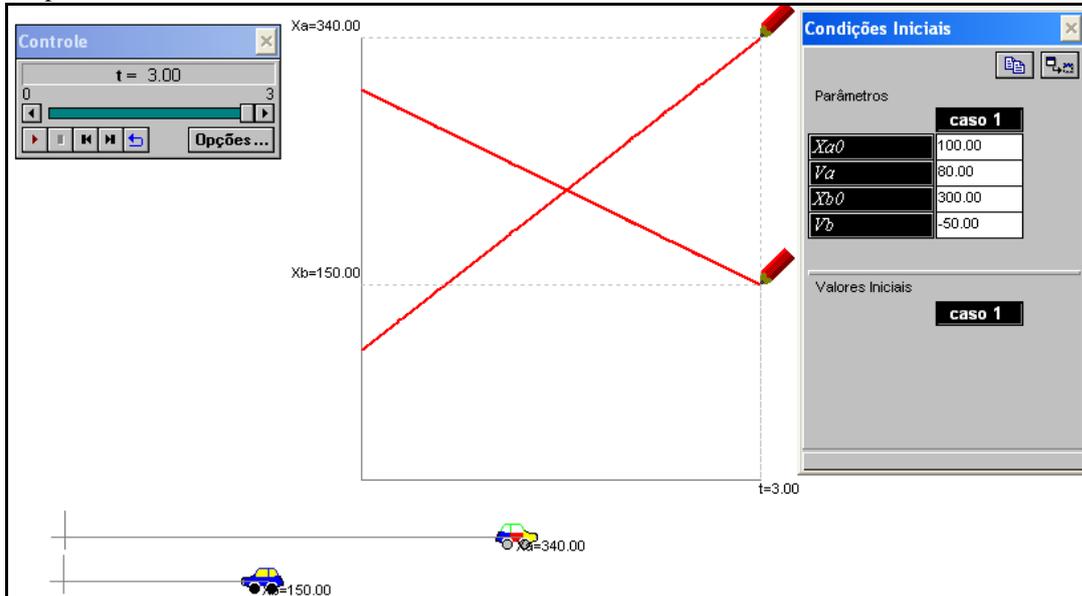


Figura A14 – Resultado esperado da modelagem do problema 4

Variando o botão deslizante da janela controle podemos encontrar a posição e o instante do encontro dos dois automóveis, como podemos ver na figura A15.

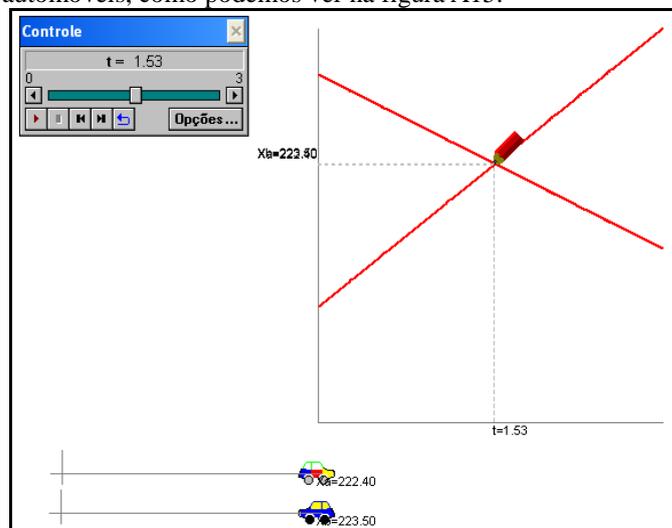


Figura A15 – Verificando o instante e a posição em que os móveis se encontram

Problema 5:

Quando temos dois automóveis rodando sobre uma mesma rodovia na mesma direção, mas em sentidos opostos e velocidades constantes como na figura abaixo, em que local da rodovia e após quanto tempo eles irão se encontrar? Elabore um modelo no software para solucionar o problema.



Na figura A16 temos o resultado esperado da modelagem, onde devem aparecer os dois automóveis em sentidos opostos e os dois gráficos com a mesma origem representando a posição de ambos em relação ao tempo:

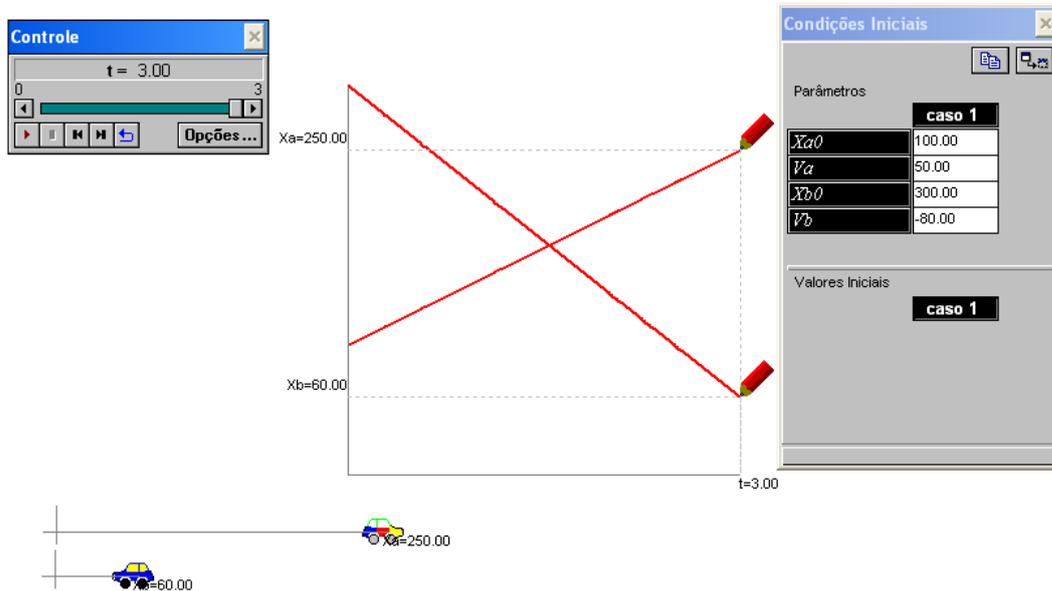


Figura A16 - Resultado esperado da modelagem do problema 5

Variando o botão deslizante da janela controle podemos encontrar a posição e o instante do encontro dos dois automóveis, como podemos ver na figura A17.

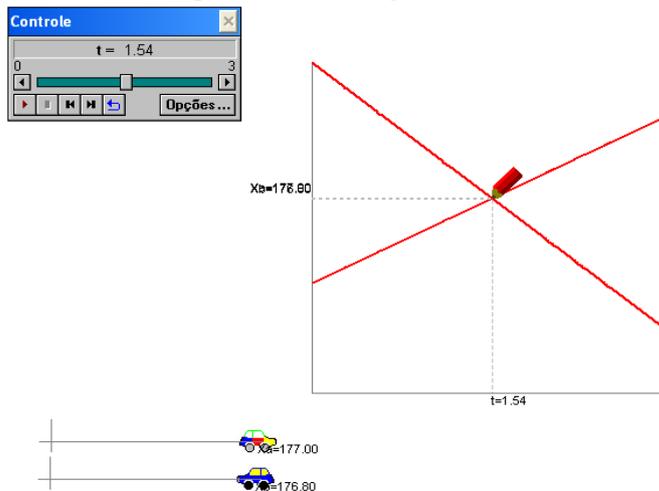


Figura A17 - Verificando o instante e a posição em que os móveis se encontram

Problema 6:

Quando temos dois automóveis rodando sobre uma mesma rodovia na mesma direção, mas em sentidos opostos e velocidades constantes como na figura abaixo, em que local da rodovia e após quanto tempo eles irão se encontrar? Elabore um modelo no software para solucionar o problema.



Na figura A18 temos o resultado esperado da modelagem, onde devem aparecer os dois automóveis em sentidos opostos e os dois gráficos com a mesma origem representando a posição de ambos em relação ao tempo:

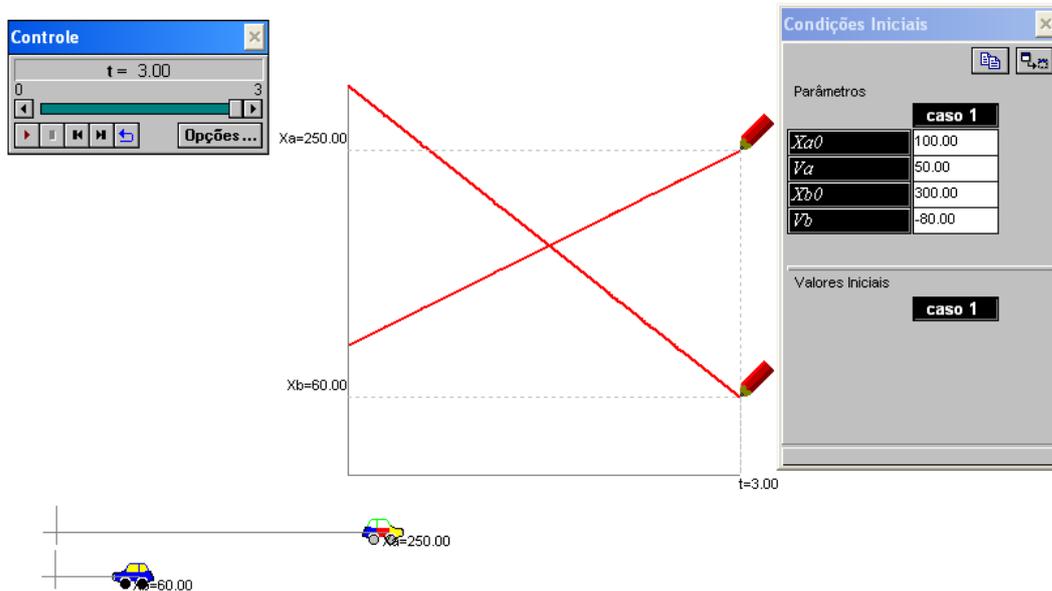


Figura A18 - Resultado esperado da modelagem do problema 6

Variando o botão deslizante da janela controle podemos encontrar a posição e o instante do encontro dos dois automóveis, como podemos ver na figura A19.

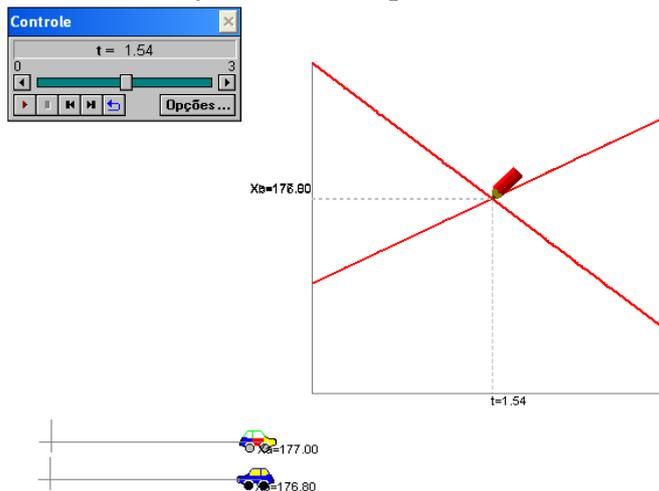


Figura A19 - Verificando o instante e a posição em que os móveis se encontram

Problema 7:

Quando temos dois automóveis rodando sobre uma mesma rodovia na mesma direção, mesmo sentido e velocidades constantes como na figura abaixo, em que local da rodovia e após quanto tempo eles irão se encontrar? Elabore um modelo no software para solucionar o problema.



Na figura A20 temos o resultado esperado da modelagem, onde devem aparecer os dois automóveis no mesmo sentido os dois gráficos com a mesma origem representando a posição de ambos em relação ao tempo:

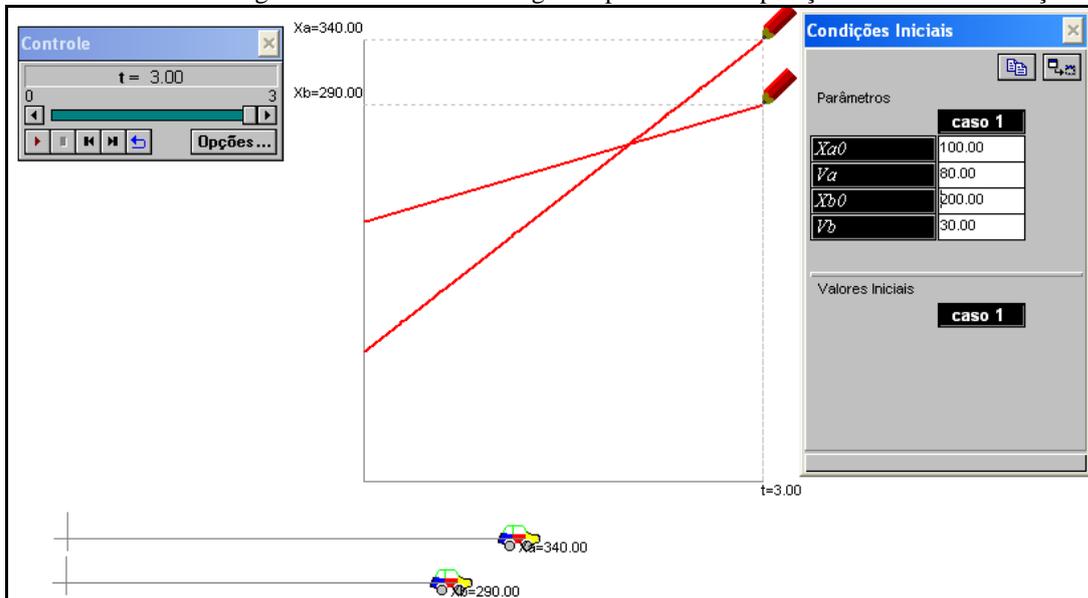


Figura A20 - Resultado esperado da modelagem do problema 7

Variando o botão deslizante da janela controle podemos encontrar a posição e o instante do encontro dos dois automóveis, como podemos ver na figura A21.

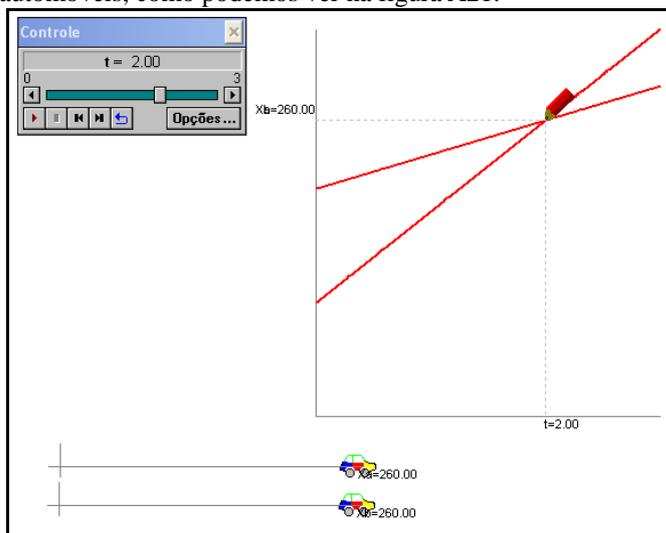


Figura A21 - Verificando o instante e a posição em que os móveis se encontram

Problema 8:

Quando temos dois automóveis rodando sobre uma mesma rodovia na mesma direção, mesmo sentido e velocidades constantes como na figura abaixo, em que local da rodovia e após quanto tempo eles irão se encontrar? Elabore um modelo no software para solucionar o problema.



Na figura A22 temos o resultado esperado da modelagem, onde devem aparecer os dois automóveis no mesmo sentido os dois gráficos com a mesma origem representando a posição de ambos em relação ao tempo:

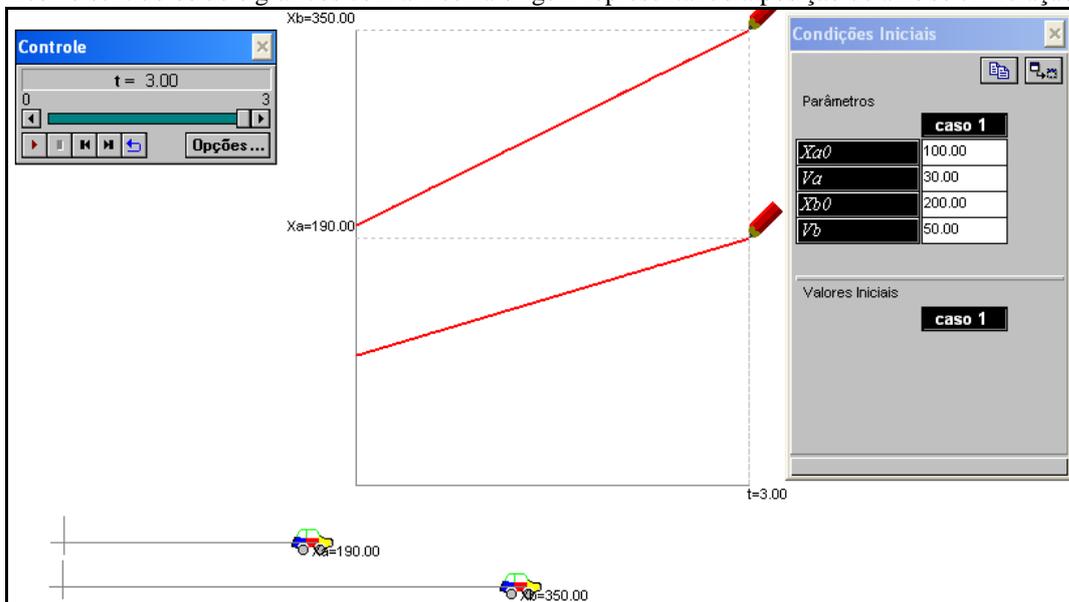


Figura A22 - Resultado esperado da modelagem do problema 8

Nesta situação percebemos que não ocorrerá o encontro dos dois automóveis, pois as retas estão se afastando e nunca irão se cruzar.

APÊNDICE K

NOME _____ Turma: _____ Data: ___/___/____.

Idéias e concepções sobre temperatura, energia, densidade e convecção.

1)O que é temperatura?

2)O que é energia?

3)Existe alguma relação entre temperatura e energia?

4)O que é convecção?

5)O que é densidade?

APÊNDICE L

Construção do termômetro

Material utilizado:

Termômetro de laboratório para calibração

Uma garrafa pet de 500 ml ou 600 ml (as mais rígidas)

Um canudinho para refrigerante

Massa de modelar

Uma bacia ou recipiente para colocar a garrafa

Gelo

Água aquecida

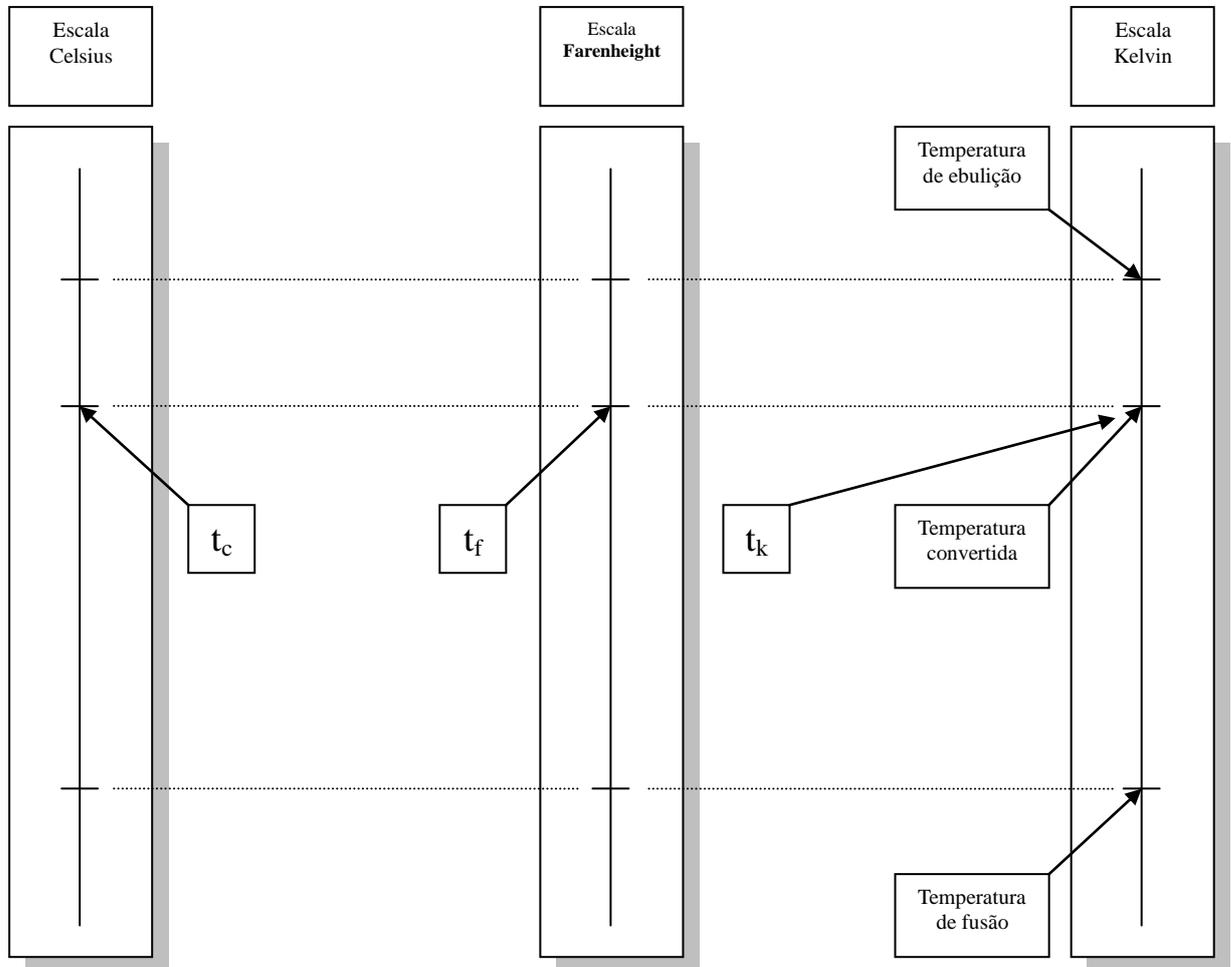
Procedimento: Organizar a turma em duplas ou trios. Colocar água na garrafa deixando um espaço de 2 cm de altura sem água. Faça uma marca a 1 cm da extremidade do canudinho e mergulhe esta extremidade na água da garrafa até atingir esta marca feita. Fixar no bocal da garrafa com massa de modelar vedando ao redor do canudinho. Coloque água a temperatura ambiente na bacia e posicione a garrafa no centro da bacia e em seguida faça a medida e anote a temperatura da água. Esvazie a bacia e coloque agora a água aquecida, aproximadamente 50 graus, verifique e anote a temperatura da água aquecida. Marque com uma caneta a altura que a água alcançou no canudinho.

Questões a serem respondidas:

1) Explique o motivo da subida da água no canudinho.

2) Como fazer para graduar o canudinho?

APÊNDICE M
ESCALA TERMOMÉTRICAS



Procedimento: Organizar a turma em duplas ou trios. Discutir com a turma quais são as temperatura conhecidas nas diferentes escalas de temperatura. Em geral chegamos na temperatura de fusão da água, zero grau Celsius ($^{\circ}\text{C}$) equivalente a 32 **Fahrenheit** ($^{\circ}\text{F}$), e também na temperatura de ebulição da água, cem graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) equivalente a 212 graus **Fahrenheit** ($^{\circ}\text{F}$). Se a turma não chegar a estes valores o professor deverá informar ou pedir uma pesquisa a respeito antes da aula. Boa parte dos livros de ensino fundamental não traz a informação sobre a escala Kelvin, então o professor deverá informar as temperaturas de 273 K para o ponto de fusão e de 373 K para o ponto de ebulição da água. Com os dados preenchidos, elaborar as expressões matemáticas de conversão de temperatura.

APÊNDICE N

Balões no freezer

Material utilizado:

Balões
Freezer ou geladeira

Procedimento: Distribuir 1 balão para cada dupla em sala de aula. Pedir para que encham o balão e o identifiquem com uma caneta. Anotar as medidas aproximadas do balão em uma folha. Em seguida, levar os balões para dentro de um freezer ou geladeira e deixar por 10 minutos. Após o tempo determinado, cada dupla retira seu balão e refaz as medidas rapidamente. Assim que todas as duplas tiverem as medidas em mãos, iniciamos a discussão pedindo que os alunos comparem as medidas e tentem explicar os motivos da diferença das medidas.

Questões a serem respondidas:

- 1) As medidas foram iguais antes e depois de colocar o balão na geladeira?
- 2) Ocorreu o aumento ou diminuição das medidas?
- 3) Ocorreu o aumento ou a diminuição do volume do ar contido no balão?
- 4) Ocorreu o aumento ou a diminuição da quantidade de ar contida no balão?
- 5) O que podemos afirmar sobre a densidade do ar antes e depois dele ser resfriado? Lembre que a densidade é a razão entre o volume e a massa.

APÊNDICE O

Construção do aquecedor solar

Material utilizado:

- 1 placa de forração alveolar de pvc (1,25 x 0.62 m)
- 1,7 m de tubo de pvc marrom 32mm
- 2 luvas de pvc 32mm
- 3 m de tubo flexível
- 2 cap pvc
- 2 flange
- 1 tubo de cola bi componente do tipo “araldite” para pvc
- Lixa para cano pvc
- Um recipiente transparente
- Tinta esmalte preto fosco
- Fita crepe
- Uma serra pequena

Montagem:

Cortar o tubo de pvc para que fiquem 2 tubos com comprimento de 0,72 m cada. Fixe com pregos o tubo em um pedaço de madeira. Marcar em cada tubo o rasgo, de 61 cm de comprimento por 1,1 cm de largura, que deverá ser feito. Com a furadeira e uma broca fina, 2 ou 3 mm, iniciar o rasgo no tubo de pvc até que o rasgo permita o uso da serra. A figura A23 mostra como fica esta parte inicial da montagem.



Figura A23 – Fase inicial da montagem

Com a lixa faça o acabamento e os ajustes necessários para o encaixe da placa de PVC, conforme figura A23. Lixe também as extremidades da placa de PVC. Estas partes que serão coladas deverão estar lixadas e limpas.



Figura A24 – Lixando a abertura no tubo de PVC

Encaixe os tubos nas extremidades da placa de PVC, conforme mostra as figuras A25, A26, A27 e A28.



Figura A25 – Encaixando a placa de PVC no tubo

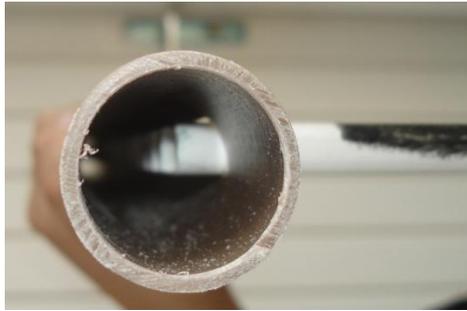


Figura A26 – Alinhando a placa de PVC e o tubo



Figura A27 – Encaixando a placa de PVC no tubo



Figura A28 – Placa encaixada e pronta para colar

Antes de colar a placa ao tubo é importante limpar as superfícies que serão coladas. Após a colagem, deixar secar conforme instruções do fabricante da cola (mínimo de 24 horas). Durante a secagem aproveite para pintar um dos lados da placa com a tinta preta, deixando o local onde está a cola livre de tinta.

Faça dois furos no recipiente escolhido para ser o reservatório de água, com uma diferença de altura de pelo menos 5 cm entre eles. Encaixe os flanges em cada furo e também um pedaço de 10 cm de tubo de pvc no terminal do flange. Em seguida, encaixe os flanges no recipiente conforme as figuras A29, A30 e A31.



Figura A29 – Vista superior do recipiente



Figura A30 – Vista lateral do recipiente



Figura A31 – Vista lateral do recipiente

Agora vamos conectar o recipiente à placa coletora através dos tubos flexíveis. A parte superior da placa deve ficar conectada à parte superior do recipiente e a parte inferior da placa deve estar conectada à parte inferior do recipiente, conforme a figura. A extremidades de entrada e saída de água da placa devem em diagonal, nas outras duas extremidades devem ser colados os caps. A montagem final ficará conforme as figuras A32 e A33



Figura A32 – Montagem final



Figura A33 – Montagem final

Após a montagem do experimento o professor deve pedir aos alunos que acompanhem o comportamento da temperatura no reservatório medindo de 10 em 10 minutos a temperatura no reservatório anotando na grade abaixo em formato de gráfico. Também iniciar a discussão sobre o que faz com que a água se movimente, questionando a turma a partir do conceito de convecção.

Gráfico temperatura x tempo:

