Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO
Campus Cedeteg

MODELAGEM MATEMÁTICA COM ESTUDANTES CEGOS: MANUAL DE PRÁTICAS DIDÁTICAS.

Daiana de Oliveira

GUARAPUAVA - PR
FEVEREIRO - 2016

Catalogação na Publicação
Biblioteca Central da Unicentro, Campus Cedeteg

O48m

Oliveira, Daiana de
Modelagem matemática com estudantes cegos: manual de práticas didáticas / Daiana de Oliveira. – – Guarapuava, 2016
xii, 105 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, 2016

Orientador: Dionísio Burak
Banca examinadora: Dionísio Burak, Carla Luciane Blum Vestena, Célia Finck Brandt

Bibliografia

1. Ciências Naturais. 2. Matemática. 3. Deficiência visual. 4. Educação matemática. 5. Modelagem matemática. 6. Materiais didáticos. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

CDD 500.7

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

Os professores que atuam na Educação Básica e trabalham ou trabalharão com estudantes com necessidades educacionais especiais precisam de subsídio para conseguirem ensinar esses alunos. Este manual é fruto de pesquisa realizada no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Estadual do Centro-Oeste. Neste trabalho optamos por trabalhar com estudantes que apresentam deficiência visual. As publicações referentes ao ensino de Matemática para estudantes cegos não são encontradas com facilidade na literatura. Buscamos as possibilidades de conhecer o material relativo à literatura, bem como a construção de materiais que foram produzidos com o propósito de auxiliar professores que ensinam Matemática, e equipe pedagógica.

Algumas atividades foram desenvolvidas com dois estudantes cegos na APADEVI no 1º semestre de 2015. Os estudantes estavam matriculados no 9º ano do Ensino Fundamental. Essas atividades seguiram as etapas da Modelagem Matemática, segundo Burak (1987, 1992, 2012). O objetivo deste manual é descrever como aconteceram essas atividades para que os professores tenham um material de consulta para incentivá-los a adotar metodologias diferenciadas.

O público alvo desse objeto educacional são os professores de Matemática da Educação Básica, que estão lecionando ou que poderão vir a lecionar para estudantes com deficiência visual. O vídeo apresenta algumas atividades desenvolvidas mediadas pela Modelagem na Educação Matemática contemplando os conteúdos matemáticos e conteúdos de outras áreas do conhecimento. As atividades desenvolvidas com os estudantes partiram do interesse deles. Alguns materiais didáticos como: soroban, MULTIPLANO e fita métrica adaptada foram utilizados. Esse objeto educacional também traz sugestões aos docentes que, ainda, não lecionam para estudantes cegos, sobre como se portar em presença dos desafios que a construção da aprendizagem se dá dia a dia, com muito diálogo. Assim como, na escola têm-se classes bem distintas umas das outras e que as estratégias de ensino, ainda que as mesmas, não funcionem da mesma maneira em cada uma delas; os alunos cegos também são diferentes e não é porque deu certo em uma determinada aula que isso irá se repetir indefinidamente. A educação é um processo dinâmico e o professor não precisa temer as adversidades.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

No estado do Paraná, seguindo orientações do Ministério da Educação, MEC, muitas das escolas contam com serviços de apoio no contraturno proporcionados por Salas de Recursos Multifuncionais do tipo I, que atendem pessoas com deficiência intelectual, transtornos globais do desenvolvimento, deficiência física neuromotora e transtornos funcionais específicos; Salas de Recursos Multifuncionais do tipo II, que prestam atendimento aos alunos com deficiência visual.

Além disso, os Centros de Atendimento Especializado à Surdez, CAE-S oferecem atendimento aos alunos surdos. Em sala de aula, alunos com transtorno global de desenvolvimento podem contar com Professor de Apoio Educacional Especializado, pessoas com deficiência física neuromotora com Professor de Apoio e Comunicação Alternativa e os surdos com intérpretes em Língua Brasileira de Sinais, Libras.

Há, ainda, na modalidade de educação especial, as escolas especiais mantidas por organizações não governamentais, como a Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais, APAE e Associação de Pais e Amigos dos Deficientes Visuais, APADEVI e outras que oferecem a educação básica na modalidade Educação de Jovens e Adultos, EJA.

As escolas de ensino regular que acolhem estudantes com deficiência visual podem contar com esse apoio institucional. Mas, em sua sede deverá aprender a trabalhar de maneira diferenciada para que esses estudantes consigam efetivamente aprender. No caso da matemática, especificamente, o professor e a equipe pedagógica vão ter que dispor de tempo e ferramentas didáticas para atender esses alunos.

O ensino de matemática pode acontecer de forma eficaz para estudantes com necessidades educacionais especiais desde que seja atrativo e significativo. Atrativa no sentido de despertar o interesse dos estudantes, para que eles tenham vontade de conhecer e entender a Matemática. Significativa no âmbito do “fazer sentido”, isto é, apresentar uma matemática dinâmica que represente e que explique a sua realidade. Na atualidade o ensino de matemática oferece algumas metodologias, chamadas de tendências em Educação Matemática, que tentam tornar os estudantes mais ativos no processo de ensino e aprendizagem. As Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná (2008, p. 64) sugerem algumas tendências metodológicas para o ensino de Matemática como *Resolução de Problemas*, *Etnomatemática, Modelagem Matemática, Mídias Tecnológicas, História da Matemática e Investigações Matemáticas.*

Dentre essas tendências, a Modelagem Matemática fundamentada epistemologicamente nas ciências sociais e humanas pode se mostrar significativa, pois o processo ensino e aprendizagem para estudantes com deficiência visual necessita de uma dinâmica e um maior envolvimento do estudante. E, no sentido desse dinamismo e da participação dos estudantes a Modelagem Matemática, enquanto uma metodologia de ensino,

> constitui-se num conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões e que, ainda, parte de duas premissas: *1) o interesse do grupo de pessoas envolvidas; 2) os dados coletados onde se dá o interesse do grupo de pessoas envolvidas.* (BURAK, 2012, p.88).

Este trabalho discute e busca, de maneira concreta, meios de contribuir para a melhoria do ensino de Matemática e a opção para estudantes c/ deficiência visual, utilizando a Modelagem Matemática como metodologia para o ensino de Matemática.

Existem diferentes formas de conceber Modelagem Matemática. Alguns autores se baseiam em teorias de ensino e aprendizagem, em visões antropológicas e sociais, como Burak, Barbosa e Caldeira, resultando implicações no âmbito do ensino e da aprendizagem da matemática. Outros autores, como Bassanezi, relacionam Modelagem Matemática com criação de modelos que descrevem a realidade como em biomatemática quando se estudam as dinâmicas populacionais. Embora, todos os estudos tenham relevância, neste trabalho assumimos especificamente a concepção de Burak (1992,1998).

Em se tratando das concepções, Burak (1992, p. 62), em sua tese, entende a modelagem matemática como um “conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões”.

Com o passar do tempo, fruto de muitos cursos e estudos e reflexões sobre a modelagem a concepção de Burak foi incorporando essa nova forma de encaminhamentos para o trabalho com a Modelagem Matemática fruto de novos estudos e da influência epistemológica do paradigma da ciência pós-moderna, da educação matemática e do pensamento complexo. Interpreta-se que ocorreu um avanço teórico no âmbito epistemológico da concepção desse autor, que se direciona dos moldes usuais para um ensino por construção e, por conseguinte, persegue mais de perto um ensino contextualizado. No artigo denominado “Formação dos pensamentos algébricos e geométricos: uma experiência com modelagem matemática", Burak (1998, p. 32) se desvincula da necessidade da construção do modelo matemático, assim entendida, momento inicial da sua concepção. Entretanto, não exclui a possibilidade dessa construção de modelos, que pode aparecer com o desenvolvimento do trabalho ou, ainda, para propósitos definidos na resolução ou explicação de uma dada situação. Nesse sentido "conduz sua concepção por pressupostos construtivistas, sociointeracionistas e de aprendizagem significativa" (Burak, 1998, p. 32).

A concepção de Burak (2004) é aquela que melhor se enquadra para o ensino de Matemática na Educação Básica por favorecer a construção do conhecimento ao considerar o estudante em ser ativo. O estudante torna-se construtor do seu conhecimento. A metodologia de ensino mediada pela Modelagem Matemática pode ser considerada completa, pois envolve, o interesse dos estudantes, o ensino e pesquisa de forma indissociável, a formulação, resolução de problemas propostos pelos estudantes, ações mediadas pelo professor. Na análise das soluções, a constatação e reflexão sobre os resultados e conjecturas realizadas, permitindo ao estudante refletir e verificar se a resposta obtida é coerente com a realidade, tornando os conteúdos matemáticos e não matemáticos imbricados a aspectos sociais econômicos e ambientais interligados ao seu cotidiano, constituindo assim uma visão que supera a visão disciplinar tão comum no âmbito escolar.

O conhecimento mais global e uma autonomia em uma perspectiva mais ampla vão sendo construídos durante a realização das etapas. As etapas sugeridas para fim de encaminhamento didático das atividades por Burak (1987, 1992, 2012) são: escolha do tema, pesquisa exploratória, levantamento dos problemas, resolução dos problemas e análise crítica das soluções.

A escolha do tema pode partir de situações comuns aos alunos relacionados com seu cotidiano ou não, o professor pode também apresentar alguns temas pertinentes às situações mais próximas das vivenciadas pelos estudantes. O tema escolhido não precisa ter ligação direta com a matemática e seus conteúdos. Deve sempre partir do interesse dos estudantes. Pode envolver temas como: jogos, brincadeiras, atividades econômicas, serviços, temas atuais como inflação e esportes entre outros.

Após a escolha do tema, a pesquisa exploratória deve ser realizada pelos educandos e mediada pelo professor. Informações sobre o tema podem ser encontradas em livros, jornais, internet, que contenham subsídios variados ajudando a melhor conhecer o tema de interesse. Nessa etapa, a pesquisa de campo é a mais desejável, desde que possível, pois o contato com o ambiente auxilia o estudante a desenvolver aspectos formativos e investigativos.

O levantamento do(s) problema(s) é a fase em que os estudantes fazem questionamentos a partir dos dados coletados. O professor tem papel fundamental nesta fase, pois, deverá conduzir a discussão para que os questionamentos sejam relevantes. A elaboração de problemas ou situações-problema é uma atividade significativa no ensino de matemática. Os problemas na perspectiva da modelagem são diferentes dos encontrados nos livros texto porque são formulados a partir dos dados coletados. Tem característica mais geral. O estudante é sujeito ativo no processo e na tomada de decisões podendo formular hipóteses e examinar as possibilidades e estratégias de resolução do problema.

A resolução do(s) problema(s) e o trabalho com os conteúdos matemáticos no contexto do tema. Na perspectiva de modelagem matemática assumida ocorrem de maneira inversa da forma usual utilizada no ensino. Os problemas enunciados são determinantes dos conteúdos a serem abordados. Os conteúdos matemáticos passam a ter significado para os participantes, pois, o processo de modelagem busca explicar matematicamente situações cotidianas vividas pelas pessoas, ajudando-as nas predições e tomadas de decisões.

A análise crítica da(s) solução(ões) é a última etapa desse processo. É um momento muito rico e especial para analisar e discutir a solução ou soluções encontradas (BURAK, 2012). Essa etapa pode promover a reflexão dos resultados alcançados no processo sejam eles matemáticos ou não, pois nessa perspectiva de trabalho além dos conteúdos matemáticos surgem conteúdos de outras áreas do conhecimento entre elas a economia, o meio ambiente, a administração entre outras. Essa perspectiva de Modelagem Matemática supera a visão disciplinar e oportuniza o estudo de uma situação de forma mais geral, mais global pode-se dizer de uma forma interdisciplinar. Os alunos tendem a ficar mais participativos, autônomos e críticos ao fim desta etapa.

A metodologia que se propõe neste trabalho é diferenciada fugindo das aulas tradicionais não adotando as sequências propostas nos livros didáticos. O estudante torna-se obrigatoriamente participativo. É ele quem escolhe o tema, quem participa da pesquisa e com a orientação do professor chega às respostas dos problemas que ele mesmo elaborou.

3. ESTRUTURA DAS ATIVIDADES

As atividades foram desenvolvidas na Associação de Pais e Amigos dos Deficientes Visuais (APADEVI). Participaram deste trabalho dois estudantes do 9º ano, ambos com 13 anos de idade (denominados de estudante A e de estudante B), que fazem acompanhamento pedagógico na APADEVI no contraturno escolar. As atividades duraram, aproximadamente, dois meses com 2 encontros semanais de com cada um dos estudantes. Foram realizadas atividades envolvendo 3 temas diferentes: misturas químicas, mecânica de automóveis e pirâmide alimentar.

Para dar suporte a esses dois estudantes foi utilizado o material concreto MULTIPLANO que foi desenvolvido por FERRONATO (2002), e dá uma alternativa tátil para melhor compreensão de conceitos matemáticos. Além disso, utilizou-se o Soroban, que é uma espécie de ábaco que possui mais ordens decimais; a máquina com escrita Braille e o *software* DOSVOX, que é um conversor de escrita para o áudio. Além dos materiais citados, fez-se uso de uma fita métrica adaptada, que contém furos pra indicar os centímetros.

O tema escolhido pelo estudante A foi misturas químicas. O estudante mostrou-se curioso em saber qual a quantidade máxima de açúcar adicionada a uma determinada quantidade de água, para manter a mistura homogênea. Esse interesse surgiu porque, na disciplina de química, ele estava trabalhando com esse assunto. A escolha do tema partiu do interesse do aluno, de uma situação vivenciada por ele.

Uma pesquisa sobre o tema foi feita para que se tivesse uma dimensão maior da temática, configurando a etapa da pesquisa exploratória na Modelagem Matemática. Foram encontradas terminologias que esclareceram o que são misturas químicas. Na busca da resposta à questão formulada, a pesquisadora e estudante decidiram realizar experimentos envolvendo a mistura água e açúcar e, também, água e sal. Embora, num primeiro momento, a pesquisadora preocupou-se que, durante o processo experimental, o estudante não pudesse participar ativamente do processo devido à sua limitação. O estudante disse que *em casa, mexia o açúcar no seu café e sabia pelo som, se o açúcar tinha sido absorvido.* Como o próprio estudante tranquilizou a pesquisadora, no novo encontro, o experimento foi realizado. Ao final dessa etapa obteve-se a resposta procurada e realizou-se uma análise dessa solução.

Figura 1. Realização do experimento das misturas.

O primeiro tema escolhido pelo estudante B foi mecânica de automóveis. Esse tema foi escolhido porque o estudante gosta de carros, principalmente os mais velozes. Escolhido o tema, uma pesquisa exploratória foi realizada. Algumas das questões levantadas foram: “O que significa o ‘aro’ do veículo?”, “Qual a capacidade de um tanque de combustível de um carro? Isso influencia em seu desempenho”, “Por que as rodas de um veículo tem deslocamento diferente quando fazem uma curva?”.

As respostas foram encontradas a partir de nova pesquisa ou de resoluções matemáticas. Foram utilizados materiais didáticos adaptados para auxiliar o estudante a encontrar as respostas.

O segundo tema escolhido pelo estudante B foi pirâmide alimentar. Esse tema foi escolhido porque o estudante, muito vaidoso, estava preocupado com seu peso que havia aumentado depois de um tratamento médico. Escolhido o tema, a etapa da pesquisa exploratória iniciou-se. O estudante B mostrou-se interessado em criar um cardápio mais saudável e que, ao mesmo tempo, pudesse emagrecer.

Foi selecionado um cardápio destinado a adolescentes da sua faixa etária contendo os nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento. A partir do cardápio foi realizada a contagem de alguns nutrientes e fez-se comparação com a quantidade de nutrientes recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

Embora o trabalho tenha acontecido individualmente, estas atividades podem acontecer numa sala de aula regular. Burak (1992, 2012) desenvolveu atividades de

Modelagem Matemática em sala de aula com alunos sem deficiência visual. Por isso, espera-se que essas atividades sejam bem proveitosas em salas com estudantes inclusos.

4. ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA

4.1 MISTURAS QUÍMICAS

Duração: 11 aulas

Objetivos: Responder às questões levantadas à partir da escolha do tema

Conteúdos trabalhados: Construção de tabelas, regra de três simples e composta, função de 1º grau e representação de pontos no plano cartesiano

Materiais utilizados: Soroban, máquina Braille, sistema DOSVOX e MULTIPLANO.

Desenvolvimento da atividade:

Esta atividade foi realizada com o estudante A. O tema de livre escolha tratava de misturas químicas, misturas homogêneas e heterogêneas. O estudante mostrou-se curioso em saber qual a quantidade máxima de açúcar adicionada a uma determinada quantidade de água, para manter a mistura homogênea. Esse interesse surgiu porque, na disciplina de química, ele estava trabalhando com esse assunto. A escolha do tema partiu do interesse do aluno, de uma situação vivenciada por ele.

O estudante A revelou que "*esse tema era muito interessante*"[1]. Comentou os tipos de misturas que tinha visto em sala como "*os metais que juntamente com o ouro dão firmeza e diminuem o custo de determinadas joias, o nível de salinidade do Mar Morto, misturas de água e álcool, água e óleo, etc*". O estudante pesquisou sobre o tema na Internet e explorou sua apostila de química[2] da escola. A pesquisadora procurou em livros-texto da disciplina de química[3] para obter maior conhecimento sobre o tema. A partir da pesquisa obtivemos informações em relação ao tema, mistura homogênea, que é um tipo de material que tem aspecto uniforme de ponto a ponto. Em relação à mistura heterogênea, seu aspecto é multiforme de ponto a ponto (PEQUIS, 2013). Quando adicionamos um sólido a um líquido e ele se dissolve totalmente, dizemos que esse sólido é solúvel no líquido em questão. Ao

---

[1] A fala dos estudantes, em meio ao texto, aparecerá entre aspas e em itálico.
[2] SALVADOR, E.. *Ensino Fundamental: 9º ano (língua portuguesa, história, geografia, química, física, matemática).* São Paulo: Anglo, 2013.
[3] COVRE, G. J.. *Química total, volume único.* São Paulo: FTD, 2001.
PEQUIS – Projeto de Ensino de Química e Sociedade. *Química cidadã: volume 1: ensino médio: 1ª série.* SANTOS, W. MÓL, G. (coords.). São Paulo: AJS, 2013.

contrário, se um sólido não se dissolve, dizemos que esse sólido é insolúvel no líquido em questão. O sólido dissolvido é chamado soluto. O líquido que o dissolve é o solvente. Os dois compõem um material chamado solução. A quantidade de soluto que uma quantidade de solvente pode dissolver é limitada. Se for adicionado soluto além dessa capacidade, mesmo após agitação, parte do soluto deposita-se no fundo do recipiente e recebe o nome de precipitado.

Por meios da pesquisa exploratória, também, teve-se conhecimento de que a quantidade de um material que conseguimos dissolver em determinada quantidade de solvente específico é uma propriedade que pode diferenciá-lo de outros materiais, por exemplo, o sal é solúvel em água, mas, ele é praticamente insolúvel em acetona. A tabela 1, a seguir mostra a solubilidade a 20°C, em 100 mL, de diferentes substâncias em água e álcool (etanol).

Tabela 1. Solubilidade de diferentes substâncias

Substâncias	Água	Álcool
Açúcar	179 g	Insolúvel
Sal (Cloreto de sódio)	35,9 g	Insolúvel
Bicarbonato de amônio (presente no sal amoníaco)	25 g	Insolúvel
Fenolfaleína (indicador de PH)	0,018 g	20,9 g
Iodo	0,0029 g	20,5 g
Ácido ascórbico (presente no comprimido de vitamina C)	33,3 g	3 g

Fonte: Livro Química Cidadã

A solubilidade de um material em determinado solvente depende da temperatura em que o sistema se encontra. A solubilidade é muito utilizada pelos químicos na separação das substâncias que constituem os materiais. Um exemplo da utilização dessa propriedade é o processo de preparação do café, em que a água dissolve uma série de substâncias presentes no pó e que são solúveis a quente, conferindo sabor o característico à bebida.

Na busca da resposta à questão formulada, a pesquisadora e estudante decidiram realizar experimentos envolvendo a mistura água e açúcar e, também, água e sal. Embora, num primeiro momento, a pesquisadora preocupou-se que, durante o processo experimental, o estudante não pudesse participar ativamente do processo devido à sua limitação. O estudante disse que *em casa, mexia o açúcar no seu café e sabia pelo som, se o açúcar tinha sido absorvido.* Como o próprio estudante tranquilizou a pesquisadora, no novo encontro, o experimento foi realizado.

Experimento 1 – Água e açúcar

O objetivo dessa etapa era responder a pergunta levantada pelo estudante A, a respeito da quantidade máxima de açúcar que, misturada à água, manteria a mistura homogênea. Para a realização do experimento contamos com o auxílio de uma balança de uso doméstico, copos, colheres, água e açúcar. Quantidades de açúcar foram misturadas, primeiramente, a 50 mL de água e, em seguida, era realizada uma análise para verificar se a solução estava ou não homogênea.

O estudante ajudou, praticamente, em todo o processo, colocou as colheres de açúcar em um recipiente para a pesagem, mas, a professora verificava o peso, em gramas e anotava os resultados. Em seguida, a pesquisadora adicionava o açúcar já pesado à água, o estudante mexia com uma colher a mistura de água e açúcar. Os cegos, de maneira geral, acabam por aguçar sua audição em detrimento da falta de visão. Por isso, o estudante sabia se deveria mexer mais, ou se a solução estava totalmente homogênea.

Os experimentos de mistura, água e açúcar, foram se repetindo até que se encontrou a dose máxima de açúcar que, em 50mL de água, manteve a mistura em única fase[4]. A primeira medida de açúcar utilizada foi a de 4 colheres de açúcar, equivalente a 60g, sugerida pelo estudante A. Após, mexer com a colher aquela mistura o estudante disse que *o açúcar não iria dissolver inteiramente*. Para o próximo teste utilizamos a metade da medida inicial, 2 colheres de açúcar ou 30g. Com isso a mistura manteve-se homogênea. Num terceiro momento, utilizamos 2 colheres mais cheias contendo 32g e o diálogo que se seguiu foi:

Estudante A: - Olha! Quase não dissolveu. Mas, dissolveu um pouco.

Pesquisadora: - Mas, ainda tem uns pedacinhos.

Estudante A: - Acho que se nós fossemos experimentar ficaria um pouquinho no fundo.

Pesquisadora: - Deixa eu dar uma olhada. A água ficou com aspecto... como posso dizer ...

Estudante A: - Grosso.

Pesquisadora: - Isso. Ela não está mais com aspecto de água.

Estudante A: - Parece um aspecto de óleo.

Pesquisadora: - Ele ficou mais denso.

Estudante A: - Ele ficou com aspecto de um xarope.

Pesquisadora: - Isso. Esse é o termo. Aspecto de xarope. Então, ele dissolveu tudo. Não ficou nenhuma partícula de açúcar. Mas, mudou o aspecto.

[4] Cada região do material que apresenta os mesmos aspectos é denominada fase. Os materiais homogêneos têm apenas uma fase.

Estudante A: - Então, dá para dizermos que no experimento, 3 colheres obviamente não vai dissolver.

Com isso constatou-se que em 50mL de água misturada com 32g de açúcar, no máximo, mantinha a mistura homogênea. A partir disso, a mistura se dividia em 2 fases.

O procedimento para quantidade menores de água foi o mesmo da anterior, ou seja, a pesquisadora pesava o açúcar, o estudante mexia a mistura com a colher e avisava se a mistura estava ou não homogênea. Foram realizados testes em misturas contendo 30 mL e 10 mL de água, respectivamente. Para 30mL de água a quantidade máxima de açúcar foi de 15g e para 10mL de água, 6g de açúcar mantinham a mistura homogênea.

Para auxiliar na resposta da questão inicialmente colocada pelo estudante A, a pesquisadora sugeriu construir um gráfico para analisar o comportamento dessas misturas em relação ao volume de água e a quantidade de açúcar. Com os dados obtidos durante a realização dos experimentos foi construída uma tabela[5] (Tabela 2).

Tabela 2. Mistura água e açúcar.

Água (mL)	Açúcar (g)	Mistura
50	60	Heterogênea
50	30	Homogênea
50	32	Homogênea[6]
50	33	Heterogênea
30	12	Homogênea
30	15	Homogênea[7]
30	17	Heterogênea
10	3	Homogênea
10	6	Homogênea[8]
10	7	Heterogênea

Fonte: Dados da pesquisadora

O estudante A já tinha conhecimento sobre tabelas porque já havia trabalhado, principalmente, na disciplina de geografia com quadros e tabelas. O estudante sabia *construir tabelas simples com a escrita Braille e através do sistema* DOSVOX. Para essa atividade o estudante construiu a tabela no sistema DOSVOX. Para elaboração da tabela tomamos os dados utilizados na realização do experimento: quantidade de água em mililitros (mL), quantidade de açúcar em gramas (g) e a classificação da mistura.

[5] Pequena tábua, quadro sistemático de consulta de dados onde se registram preços, relação de pessoas etc.
[6] Quantidade máxima de açúcar, para 50mL de água, mantendo a mistura homogênea.
[7] Quantidade máxima de açúcar, para 30mL de água, mantendo a mistura homogênea.
[8] Quantidade máxima de açúcar, para 10mL de água, mantendo a mistura homogênea.

Com a finalização do primeiro experimento pôde-se perceber que duas colheres cheias (32g) de açúcar para 50mL mantiveram a mistura em apenas uma fase, ou seja, homogênea. Também, 15g de açúcar para 30mL de água e 6g de açúcar para 10mL de água ocasionaram a mesma situação de homogeneidade. Segundo Pequis (2013), o qual consultamos a respeito de misturas químicas, o ponto de solubilidade do açúcar em 100mL de água é de 179g. Em nosso experimento, o ponto de solubilidade do açúcar em 50mL de água deveria ser de, aproximadamente, 90g. Fato esse que não ocorreu.

Experimento 2 - Água e Sal

Na sequência, a mistura água e sal foi testada. De acordo com as etapas de Burak (1992), a próxima fase seria a do levantamento das questões. Uma das questões propostas, inicialmente, pelo estudante A foi: Qual seria a quantidade máxima de sal que manteria a mistura, água e sal homogênea? Seria a quantidade de água a mesma encontrada para a solução água e açúcar, para as medidas de sal de modo a tornar a mistura homogênea? Os comentários seguintes mostram a dinâmica vivida na realização do experimento. A pesquisadora pôde verificar, na realização do experimento, que a quantidade de sal na água era bem menor que a de açúcar para manter a solução homogênea. Outra constatação que merece consideração: o estudante não conseguia, com a audição, verificar se a mistura estava ou não homogênea, então, precisou usar o tato.

Assim como no experimento anterior, a pesquisadora pesava o sal, o estudante mexia a mistura com a colher. Mas, dessa vez o estudante não conseguia avisar que a mistura estava ou não homogênea. O estudante precisou utilizar do tato para fazer a verificação. Como comentado anteriormente, a primeira quantidade de sal considerada foi a de 33g para 50mL de água e a mistura ficou heterogênea. Na sequência, foram testados 19g e 11g de sal, respectivamente, em 50mL de água e, ainda, a mistura ficou heterogênea. A quantidade máxima de sal que, em 50mL de água, manteve a mistura em única fase foi de 10g.

A próxima etapa desse experimento foi testar quantidades de sal para 30mL de água. A primeira quantidade de sal considerada foi a de 10g para 30mL de água e a mistura ficou heterogênea. A quantidade máxima de sal observada, mantendo a mistura homogênea, foi de 6g. Para 10mL, a quantidade máxima de 3g de sal é que manteve a mistura homogênea.

Após a realização dos experimentos organizamos uma nova tabela com as informações coletadas, assim, completando a etapa da resolução dos problemas. O estudante A utilizou a planilha eletrônica do sistema DOSVOX. Para a elaboração da tabela tomamos os dados utilizados na realização do experimento: quantidade de água em mililitros (mL), quantidade de sal em gramas (g) e a classificação da mistura, conforme a Tabela 3.

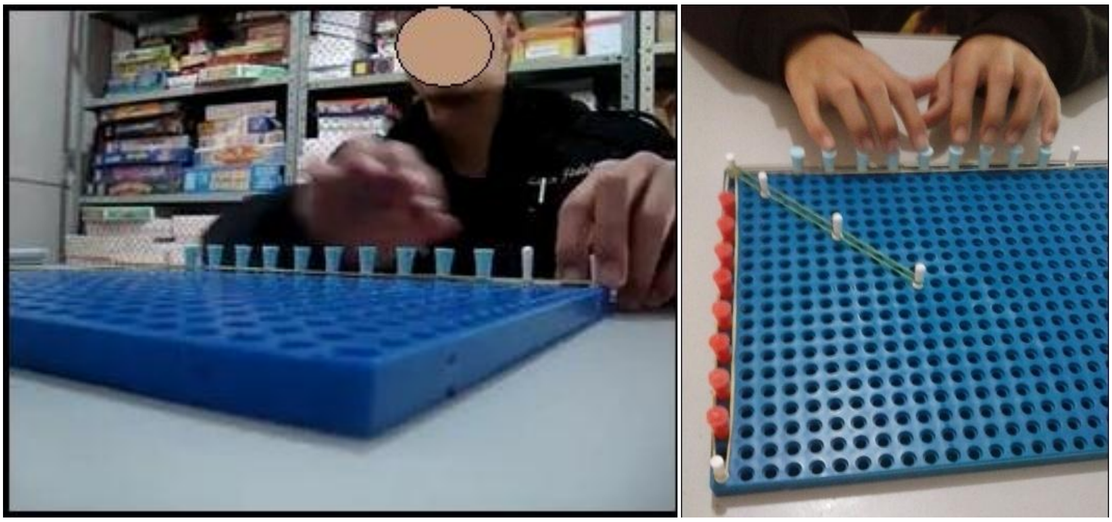
Tabela 3. Mistura água e sal.

Água (mL)	Sal (g)	Mistura
50	33	Heterogênea
50	19	Heterogênea
50	11	Heterogênea
50	10	Homogênea[9]
30	10	Heterogênea
30	6	Homogênea[10]
30	3	Homogênea
10	1	Homogênea
10	3	Homogênea[11]
10	4	Heterogênea

Fonte: Dados da pesquisadora

Com a finalização do segundo experimento pôde-se perceber que 10g de sal para 50mL mantiveram a mistura em apenas 1 fase, ou seja, homogênea. Também, 6g de sal para 30mL de água e 3g de sal para 10mL de água ocasionaram a mesma situação de homogeneidade.

Os dados obtidos nas tabelas 2 e 3 forneceram os elementos para a elaboração dos gráficos. A pesquisadora sugeriu a construção de um gráfico para que o estudante tivesse maior percepção da relação de proporcionalidade entre a quantidade de água e a quantidade máxima de açúcar ou sal. Para a construção dos gráficos utilizou-se o material MULTIPLANO, conforme Figura 2.



[9] Quantidade máxima de sal, para 50mL de água, mantendo a mistura homogênea.
[10] Quantidade máxima de sal, para 30mL de água, mantendo a mistura homogênea.
[11] Quantidade máxima de sal, para 10mL de água, mantendo a mistura homogênea.

Figura2. Construção do gráfico mistura água e açúcar no MULTIPLANO.

O primeiro gráfico deveria mostrar a relação do volume de água, em mililitros, e a quantidade máxima de açúcar, em gramas, na qual a mistura se manteve homogênea. Os pontos utilizados para a construção desse gráfico foram (50,32), (30,15) e (10,6) que representam a quantidade máxima de açúcar em 50 mL, 30 mL e 10 mL, respectivamente. Como a quantidade de pontos no MULTIPLANO é limitada utilizamos valores arredondados. Os pinos desse material possuem escrita em Braille que, facilita a delimitação dos pontos no sistema de coordenadas cartesianas.

O mesmo procedimento foi realizado com as informações da mistura, água e sal. Os pontos utilizados para a construção desse gráfico foram (50,10); (30,6) e (10,3) que representam a quantidade máxima de sal em 50 mL, 30 mL e 10 mL, respectivamente.

Segue um trecho do diálogo gerado durante a construção dos gráficos:

Pesquisadora: - Esses são nossos eixos “x” e “y”. Temos só o quadrante positivo, onde “x” e “y” são positivos. Agora precisamos definir nossas variáveis. Um eixo vai representar, por exemplo, a água e o outro o soluto, que é o açúcar ou o sal, que nós trabalhamos.

Estudante A: - Dá pra gente construir aqui e depois construir no Braille.

Pesquisadora: - No Braille você consegue fazer sozinho ou precisa de ajuda?

Estudante A: - Eu preciso só pra organizar só.

Pesquisadora: - Vamos achar as primeiras informações. Sabemos que a partir de uma quantidade máxima teremos uma mistura homogênea ou não. Segundo uma professora que conversei o valor máximo de sal para 100 mL de água é 21g. No nosso experimento encontramos 10g para 50 mL de água. Muito parecido. No gráfico precisamos de uma escala uniforme, separar os dados de 50 em 50, ou de 25 em 25, ou, ainda de 10 em 10.

Estudante A: - Igual os intervalos de classe.

Pesquisadora: - Isso mesmo. Como temos uma quantidade máxima de 10g de sal para 50 mL de água, em 100 mL de água quantos gramas de sal caberá para a mistura ser homogênea?

Estudante A: - 20g.

Pesquisadora: - E quanto seria 200 mL?

Estudante A: - 200 mL? Vinte mais vinte, quarenta.

Pesquisadora: - Muito bem. 300 mL?

Estudante A: - Quarenta mais quarenta, oitenta.

Pesquisadora: - Não, oitenta seria para 400 mL de água. Eu quero para 300 mL.

Estudante A: - Setenta e quatro.

Pesquisadora: - Não.

Estudante A: - Vinte mais vinte, quarenta. Quarenta mais quarenta ...

Pesquisadora: - Não de novo.

Estudante A: - Ah tah! Vinte mais vinte mais vinte, sessenta.

Em seguida, o estudante A foi marcando as coordenadas correspondentes aos eixos x e y utilizando rebites. Os gráficos de funções lineares, também, podem ser construídos através da máquina de escrita Braille, mostrando-se como alternativa de adaptação ao estudante com deficiência visual.

Por generalização, pudemos estabelecer uma quantidade máxima de açúcar e sal na mistura com água mantendo-a homogênea. Se 50 mL de água misturada a quantidade de 32 g de açúcar mantém a mistura homogênea então, por extrapolação de pontos, a cada 100 mL dissolveria 64 g. Por sua vez, 10 g de sal que misturado em 50 mL de água mantinha a mistura homogênea, logo, 20 g misturado a 100 mL de água conservará a homogeneidade da mistura.

Regra de três composta

Durante a realização das atividades, o estudante A utilizou-se da regra de três simples para encontrar determinadas soluções. A pesquisadora pensou ser pertinente estender esse conteúdo matemático. Após a realização das atividades de misturas químicas se propôs ao estudante A algumas questões quem envolvessem relação entre mais que duas grandezas.

Lembrando que grandeza é tudo o que pode ser medido. A velocidade, o comprimento e o tempo, são exemplos de coisas que podem ser mensuradas. A relação entre duas ou mais grandezas pode ser direta ou inversamente proporcional. O estudante A disse lembrar dessas relações: "*As relações podem ser diretas, ou seja, quando uma coisa aumenta a outra aumenta também. Se uma aumenta enquanto que a outra diminui, aí elas são inversas tipo quanto maior a velocidade menor vai ser o tempo de chegada a algum lugar".*

Existem técnicas de resolução de problemas que envolvem a regra de três composta. Adotou-se nesta etapa a resolução que faz uso de "setas" para indicar a relação entre as variáveis. O estudante A utilizou a máquina para a escrita Braille para registrar as questões e também resolvê-las.

A seguir, têm-se as questões propostas e o método de resolução:

1) Em 30 dias, uma frota de 25 táxis consome 100 mil litros de combustível. Em quantos dias uma frota de 36 táxis consumirá 240 mil litros de combustível?

Resolução:

Em uma tabela, colocaram-se as informações de modo que em cada coluna estivesse as grandezas de mesma espécie e, em cada linha, as grandezas de cada espécie diferentes situadas no mesmo contexto. A primeira coluna deveria contemplar a incógnita que se quer encontrar, no caso, a quantidade de dias.

Dias	**Frota**	**Consumo**
30	25	100
x	36	240

Em seguida, colocou-se uma seta para baixo na coluna em que está a incógnita. Deve-se comparar a grandeza dessa incógnita com cada uma das demais grandezas.

Dias		**Frota**	**Consumo**
30		25	100
x	↓	36	240

Comparando o número de dias trabalhados com o tamanho da frota de táxis, mantendo o consumo de combustível constante, percebe-se que se a frota aumenta, o número de dias serão reduzidos; logo essas grandezas são inversas e terão setas em sentido contrário. Comparando o número de dias trabalhados com o consumo de combustível, mantendo o tamanho da frota igual, percebe-se que se o consumo aumenta é porque os dias trabalhados também aumentaram; logo essas grandezas são diretamente proporcionais e terão setas no mesmo sentido.

Dias		**Frota**		**Consumo**	
30		25	↑	100	
x	↓	36		240	↓

Para determinar a solução deve-se inverter os valores da grandeza que tem sentido contrário ao correspondente à incógnita. Deve-se igualar a razão que contém o termo x com o produto das outras razões de acordo com o sentido das setas.

$\frac{30}{x} = \frac{36}{25} X \frac{100}{240} \Rightarrow \frac{30}{x} = \frac{3600}{6000} \Rightarrow x = \frac{180000}{3600} \Rightarrow x = 50.$

Assim, serão necessários 50 dias para que uma frota com 36 táxis consuma 240 mil litros de combustível.

Está atividade foi resolvida pelo estudante A com intervenções diretas da pesquisadora porque ele não havia trabalhado com regra de três composta na escola. A segunda questão foi resolvida por ele de maneira mais independente seguindo os passos da primeira atividade.

2) Em 20 dias, uma frota de 15 caminhões consome 100 mil litros de combustível. Quantos litros de combustível uma frota de 20 caminhões consome em 30 dias?

Novamente, uma tabela foi construída de maneira análoga a atividade anterior.

Consumo	**Frota**	**Dias**
100	15	120
x	20	30

Em seguida, colocou-se uma seta para baixo na coluna em que está a incógnita. Comparando o consumo de combustível com o tamanho da frota de caminhões, mantendo o número de dias constante, percebe-se que se a frota aumentar, consumo aumentará; logo essas grandezas são diretamente proporcionais e terão setas no mesmo sentido. Comparando o consumo de combustível com o números de dias, mantendo o tamanho da frota igual, percebe-se que se os dias trabalhados diminuírem o consumo também irá diminuir; logo essas grandezas são diretamente proporcionais e terão setas no mesmo sentido.

Consumo	**Frota**	**Dias**
100	15	120
x	20	30

Deve-se igualar a razão que contém o termo x com o produto das outras razões de acordo com o sentido das setas.

$\frac{100}{x} = \frac{15}{20} X \frac{20}{30} \Rightarrow \frac{100}{x} = \frac{300}{600} \Rightarrow x = \frac{60000}{300} \Rightarrow x = 200.$

Assim, serão necessários 200 mil litros de combustível para que uma frota com 20 caminhões o consuma em 30 dias.

O estudante A conseguiu encontrar a solução com facilidade, pois as grandezas eram diretamente proporcionais.

4.2 MECÂNICA DE AUTOMÓVEIS

Duração: 6 aulas

Objetivos: Responder às questões levantadas à partir da escolha do tema

Conteúdos trabalhados: Conversão de medidas, área e comprimento da circunferância, e regra de três simples e composta.

Materiais utilizados: Soroban, máquina Braille, e fita métrica adaptada.

Desenvolvimento da atividade:

O tema escolhido pelo estudante B foi mecânica de automóveis. Esse tema foi escolhido porque o estudante gosta de carros, principalmente os mais velozes. Ele é bastante curioso e entende um pouco de mecânica por possuir familiares que trabalham com isso. Escolhido o tema, uma pesquisa exploratória deveria ser realizada. No mesmo encontro, pesquisadora e estudante, acessaram a internet porque ainda restava tempo. Pesquisou-se os carros mais velozes quanto à maior velocidade atingida e também o menor tempo para atingir de 0 a 100 km/h[12]. O carro esportivo Bugatti Veyron foi o que mais chamou a atenção do estudante B. Esse carro atinge 100 km/h em 2,2 segundos registrando velocidade de 431 km/h. Após essa breve pesquisa ficou combinado que a pesquisa deveria continuar, agora individualmente.

Como o tema era algo muito diferente daquilo que a pesquisadora costumava trabalhar, precisou aprofundar-se mais. A temática é muito ampla, e o foco da pesquisa exploratória foi diferente para cada um. O estudante procurou saber na Internet, além do carro mais veloz, que tipo de roda ele utiliza, bem como a capacidade do tanque de combustível que cada carro possui, seu peso, entre outras características desse carro. O estudante consegue navegar na Internet com auxílio de um aplicativo no celular, e de um *software* que convertem a linguagem escrita para áudio. Já a pesquisadora buscou em livros de física sobre: velocidade média, deslocamento, potência e força. Como, nesse processo, o ideal é que a temática seja de escolha do estudante e sua pesquisa trazia dados relevantes optou-se por aprofundar-se em seus dados.

[12] Disponível em: http://top10mais.org/top-10-carros-mais-rapidos-do-mundo/ e http://quatrorodas.abril.com.br/top10/carros-mais-rapidos-mundo-677578.shtml

Parte 1

Sobre o carro esportivo Bugatti Veyron, escolhido e pesquisado por B, obteve-se as informações: roda aro 22, peso de 1888 kg, velocidade máxima de 431 km/h, comprimento de 4462 mm, largura de 1998 mm, altura de 1159 mm e 1014 cv de potência[13].

Após a discussão sobre as informações coletadas, surgiram algumas questões: como é feita a numeração do aro das rodas? O que significa ser aro 22? Em uma curva, por que as rodas do lado esquerdo têm deslocamento diferente das rodas do lado direito? O peso do carro interfere em seu desempenho? Para respondê-las voltou-se a novas pesquisas.

Para responder as questões relativas ao aro das rodas dos carros a pesquisadora e o estudante buscaram, novamente, informações na Internet. O tamanho do aro é a medida do diâmetro da roda que é dado em polegadas. Essa unidade é padrão para qualquer roda automotiva. No caso do Bugatti Veyron que tem rodas aro 22, o diâmetro dessas rodas é 22 polegadas. O estudante encontrou em suas pesquisas que uma polegada tem aproximadamente 25,4 mm de comprimento.

A partir dessa informação foi possível calcular o diâmetro da roda. Para realizar esse cálculo e assim ter noção do diâmetro de uma roda, o estudante B utilizou a calculadora de seu aparelho celular porque ele disse não estar familiarizado com o soroban. Primeiramente, B calculou o diâmetro da roda do carro de seu pai que era aro 16, como pode-se verificar através do diálogo:

Pesquisadora: - Como fazemos pra converter mm em cm?

Estudante B: - Ah! Por que você faz pergunta difícil? (Estudante em tom de brincadeira)

Pesquisadora: - Vamos pensar na régua. Em 1 cm nós temos quantos mm?

Estudante B: - 5. Não, 10. 10 mm.

Pesquisadora: - Isso. Vamos pensar, então, se em 1cm há 10 mm; 25 mm são quantos centímetros?

Estudante B: - 2 cm e 5 mm.

Pesquisadora: - Muito bem. Só que era 25,4 mm. Então, fica 2,54 cm o valor de uma polegada. A roda que o pai falou tem aro 16, ou seja, 16 polegadas de diâmetro. Quantos centímetros têm a roda do carro do seu pai?

Estudante B: - Tem que fazer a conta.

[13] Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Bugatti_Veyron#Motor

Pesquisadora: - Então, cadê o celular já que você não vai usar o soroban? Você não trouxe o celular?

Estudante B: - Claro que eu trouxe. Celular é vida!

Pesquisadora: - Então, faça a conta.

Estudante B: - É só fazer “dois vírgula cinquenta e quatro vezes dezesseis”.

Pesquisadora: - E quanto dá isso?

Estudante B: - Espera ... 40,64 cm.

Analogamente, para responder a questão “o que significa ser aro 22?” do carro esportivo estudado era realizar o produto do tamanho do aro (22) pelo tamanho de uma polegada em cm (2,54). E assim, B o fez. Logo, descobriu que o aro 22 possui 55,88 cm de diâmetro.

No encontro seguinte, o estudante B trouxe a roda de um de seus carrinhos. Além de medir o diâmetro daquela roda e convertê-la em polegadas, aproveitamos a oportunidade para retomar um conceito muito importante. Durante a entrevista realizada, B comentou que tinha tido dificuldade para aprender área e perímetro do círculo.

No primeiro momento, a pesquisadora apresentou o material MULTIPLANO para o estudante. A intenção era relembrar o que era área. Para isso, utilizamos desse material para mostrar como se calculava área de retângulos e quadrados, que consistia no produto de suas dimensões. Após relembrar o conceito mais básico de área partimos para a área do círculo.

Em seguida, o estudante B mediu, com o auxílio de uma fita métrica adaptada[14], o diâmetro e o comprimento daquela roda, conforme a Figura 3. O diâmetro media aproximadamente 9 cm e o comprimento, 29 cm. Para converter a medida do diâmetro de cm para polegadas tivemos que dividir o diâmetro por 2,54 cm que é o valor aproximado de 1 polegada. Novamente, B utilizou a calculadora para encontrar essa medida. Assim, a roda de seu carrinho tem aproximadamente 3,5 polegadas o que significa que a roda possui aro 3,5.

Com as medidas do comprimento e do diâmetro a pesquisadora pôde trabalhar a constante matemática π (pi) que é a razão do comprimento pelo diâmetro de uma circunferência. A razão encontrada por B foi de 3,22. Ele questionou: *o número pi não é 3,14?* A pesquisadora comentou que essa diferença se dava por falta de precisão nas medidas já que se desprezaram os milímetros durante as medições.

Para o cálculo da área do círculo de circunferência da roda trazida pelo estudante B partimos direto para a fórmula $A = \pi.r^2$, na qual π é uma constante presente em relações da

[14] Fita métrica comum contendo furos para marcar os centímetros.

circunferência que representa a razão comprimento/diâmetro de uma circunferência, r é o raio da circunferência, que é a metade da medida do seu diâmetro. O estudante B substituiu os valores na fórmula, $A = 3{,}14.(4{,}5)^2$, obtendo área igual a 63,58 cm^2.

Figura 3. Cálculo do aro da roda do carrinho.

Nesta etapa o estudante B realizou vários cálculos, valendo-se na maioria das oportunidades do cálculo mental. Durante essa etapa o estudante solicitou algumas intervenções da pesquisadora para que chegasse ao resultado. Essas intervenções eram quanto a palpites de determinados cálculos, em alguns momentos, o estudante não mostrava-se motivado ao cálculo e ele simplesmente “chutava” valores como sendo o resultado. A pesquisadora fazia arredondamentos para que ele fizesse cálculo mental para, em seguida, ele utilizar o aplicativo em seu celular, cuja calculadora possui áudio para conferir o resultado.

Outros conteúdos referentes à circunferência poderiam ter sido abordados, como medida dos arcos de uma circunferência, propriedades do ângulo inscrito e do ângulo central de uma circunferência. A pesquisadora só percebeu a possibilidade de ampliação dos conteúdos, após o período decorrente desta atividade. Ela procurou o estudante B para complementar esses conteúdos um tempo depois, porém ele estava em viagem para tratamento médico.

Parte 2

Em relação ao tema escolhido, mecânica de automóveis, o estudante B havia expressado o interesse em saber por que as rodas da direita e da esquerda, de um automóvel ao fazer uma curva têm deslocamentos diferentes. Trabalhando com o mesmo tema e tendo uma questão levantada seguiu-se para pesquisa exploratória para melhor compreensão desta situação.

Quando um veículo se desloca em uma estrada reta as suas rodas percorrem a mesma trajetória, ou seja, o número de giros de suas rodas é o mesmo. Mas, quando um veículo realiza uma curva as rodas do lado direito e do lado esquerdo não irão realizar o mesmo número de giros isso porque há uma circunferência menor a ser percorrido e outra maior.

Em carroças, as rodas são fossem ligadas através um eixo inteiriço. As rodas giram livres, para que no momento de fazer uma curva, estas girem naturalmente para percorrer raios diferentes. No automóvel o componente que permite as rodas se deslocarem de maneira diferentes é chamado diferencial**.** O diferencial está montado no eixo de tração do automóvel, se a tração é traseira, o diferencial encontra-se na traseira, se a tração for dianteira, o diferencial encontra-se na dianteira. Em casos de tração nas quatro rodas, os dois eixos dispõe de diferenciais, além de uma caixa de transferência entre aqueles[15].

Existe uma relação entre o deslocamento da roda e o raio da curva que se está percorrendo. As rodas do lado direito e do lado esquerdo está se deslocando sob o mesmo ângulo central, conforme Figura 4. Lembrando que o comprimento da circunferência é o produto do diâmetro pela constante π. Foram denominados de C_1 a circunferência menor, C_2 a circunferência maior, R_{in} o raio interno e R_{ex} o raio externo. O deslocamento da roda interna e externa pode ser expressa pelas razões $2\pi R_{in}.\frac{a}{360°}$ e $2\pi R_{ex}.\frac{a}{360°}$, onde a é o ângulo central dessas circunferências. (NETTO, s.d.).

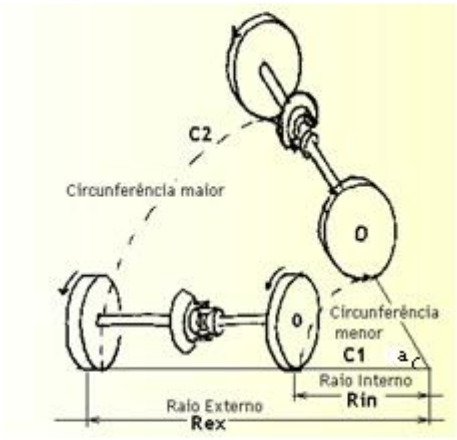


Figura 4. Deslocamento das rodas do carro em uma curva.

A partir dessas informações o estudante B deveria estabelecer uma relação entre os deslocamentos das rodas, internas e externas, do veículo. A seguir se fará um esboço da conclusão que pesquisadora e estudante chegaram.

[15] Disponível em: http://www.carrosinfoco.com.br/carros/2015/12/diferencial-e-arvores-de-transmissao-automotivos/.

Pelas relações de deslocamento tem-se que $C_1 = 2\pi R_{in}.\frac{a}{360°}$ e $C_2 = 2\pi R_{ex}.\frac{a}{360°}$. Como nessas relações existem elementos comuns, resolveu-se isolá-los: $2\pi.\frac{a}{360°} = \frac{C_1}{R_{in}}$ e $2\pi.\frac{a}{360°} = \frac{C_2}{R_{ex}}$.

Por comparação obteve-se a relação $\frac{C_1}{R_{in}} = \frac{C_2}{R_{ex}}$, ou seja, o deslocamento da roda interna está para o raio da circunferência interna, assim como, o deslocamento da roda externa está para o raio da circunferência interna. Para Netto (s.d.)

> "Isto significa que enquanto a roda que tem um percurso menor, girando sobre a circunferência de diâmetro igual a 1 metro, e tendo percorrido 1 metro, a roda que anda sobre um percurso maior sobre a circunferência de diâmetro 3 metros, percorreu 3 metros." (NETTO, s.d.)

Para o estudante B "isso acontece porque a distância entre as duas rodas do carro no mesmo eixo sempre vai ser a mesma".

4.3 PIRÂMIDE ALIMENTAR

Duração: 10 aulas

Objetivos: Responder às questões levantadas à partir da escolha do tema

Conteúdos trabalhados: Regra de três simples.

Materiais utilizados: DOSVOX.

Desenvolvimento da atividade:

O segundo tema escolhido pelo estudante B foi pirâmide alimentar. Esse tema foi escolhido porque o estudante, muito vaidoso, estava preocupado com seu peso que havia aumentado depois de um tratamento médico. Escolhido o tema, a etapa da pesquisa exploratória iniciou-se. Pesquisadora e estudante acessaram a internet, cada um em seu computador.

O estudante B mostrou-se interessado em criar um cardápio mais saudável e que, ao mesmo tempo, pudesse emagrecer. Nos sites consultados percebeu-se a importância de não escolher uma dieta radical, pois, o adolescente está se desenvolvendo:

> "a alimentação nesta fase tem como principais objetivos: Desenvolvimento máximo das características genéticas; Aumento da capacidade imunológica para reduzir a susceptibilidade a doenças infecciosas; Impedir o aparecimento de doenças metabólicas degenerativas; Beneficiar a competência mental, favorecer a atenção e assim melhorar aptidões escolares. Atualmente, encontramo-nos inseridos em uma sociedade em que ainda prevalecem o sedentarismo e a alimentação hipercalórica. Por isto, o cuidado deve ser redobrado. Todo adolescente necessita de uma alimentação sadia e equilibrada, tanto em quantidade, quanto em qualidade. Esta deve ser capaz de fornecer combustível para atividade muscular, promover o seu crescimento, dar satisfação e prazer." (BRITO, s.d)[16].

Optou-se por criar um cardápio suprindo as necessidades nutricionais de um garoto de 13 anos de idade. Nesta atividade tentou-se incluir as preferências do estudante B, lembrando que esta atividade não seria aplicada na prática porque nem a pesquisadora nem o estudante tinham competência clínica para desenvolver um cardápio real.

Além da possibilidade de montar um cardápio, alguns itens pesquisados foram relevantes, a saber: beber, no mínimo, 2 litros de água por dia; não comer assistindo televisão; comer sem pressa, mastigando bem os alimentos; não ficar muito tempo sem alimentar-se, comer de 3 em 3 horas; evitar frituras e carnes gordas; evitar o consumo de lanches calóricos

[16] Disponível em: http://www.anutricionista.com/alimentacao-na-adolescencia-como-fazer.html

como hambúrguer, batata frita, cachorro quente, etc; optar pelos sanduíches naturais; evitar o consumo de doces (balas, chocolates, bolachas recheadas, bolos); aumentar a ingestão de frutas, verduras e legumes; preferir os alimentos integrais (pães, bolachas, torradas, etc); e, praticar atividade física. (BRITO, s.d.)

A pesquisa exploratória deu dimensão de um panorama de hábitos saudáveis que o estudante B conhecia em parte, mas, que não praticava. Pelo diálogo do estudante com a pesquisadora podemos perceber essa situação:

Estudante B: - Bolacha recheada não pode? Eu gosto tanto de bolacha.

Pesquisadora: - Até pode, mas, não todos os dias.

Estudante B: - A bolacha recheada tem muita gordura. Tem muito açúcar também. Muito açúcar dá diabetes.

Pesquisadora: - Viu só. Tem que comer mais frutas.

Estudante B: - Mas, bolacha é mais gostoso.

Pesquisadora: Tem que se esforçar.

Estudante B: - Vou comer fruta, muita fruta.

Após a pesquisa exploratória, observou-se a inclusão de itens obrigatórios para compor o cardápio de perca de peso para um adolescente. Seis refeições deveriam ser contempladas com itens bem específicos. No café da manhã, uma porção de derivados de leite deveria ser acompanhado por um alimento rico em carboidratos e uma fruta. Um lanche deveria ser feito no meio da manhã podendo escolher um derivado de leite e uma fruta. No almoço, o adolescente precisa consumir 3 tipos de salada, juntamente com 2 porções de carboidratos, uma porção de proteínas e uma porção de leguminosa. No meio da tarde, deve-se consumir uma fruta. No jantar, um prato de verduras, 2 porções de carboidratos e uma de proteína. Antes de dormir, deve-se consumir uma fruta ou um iogurte.

O estudante B utilizou o editor de texto do sistema DOSVOX, conforme a Figura 5, para registrar os tipos de alimentos obrigatórios para compor uma dieta saudável contemplando itens necessários ao seu desenvolvimento. Em seguida, a pesquisadora sugeriu a criação de um cardápio para o final de semana e realizar a contagem de nutrientes. Reproduziu-se um cardápio para adolescentes do site "Trigo é Saúde"[17] para sábado e domingo associando os gostos do estudante B aos itens obrigatórios por refeição.

[17] Disponível em: http://www.trigoesaude.com.br/cardapios/cardapio-adolescentes.shtml?dia=1#WeekMenu.

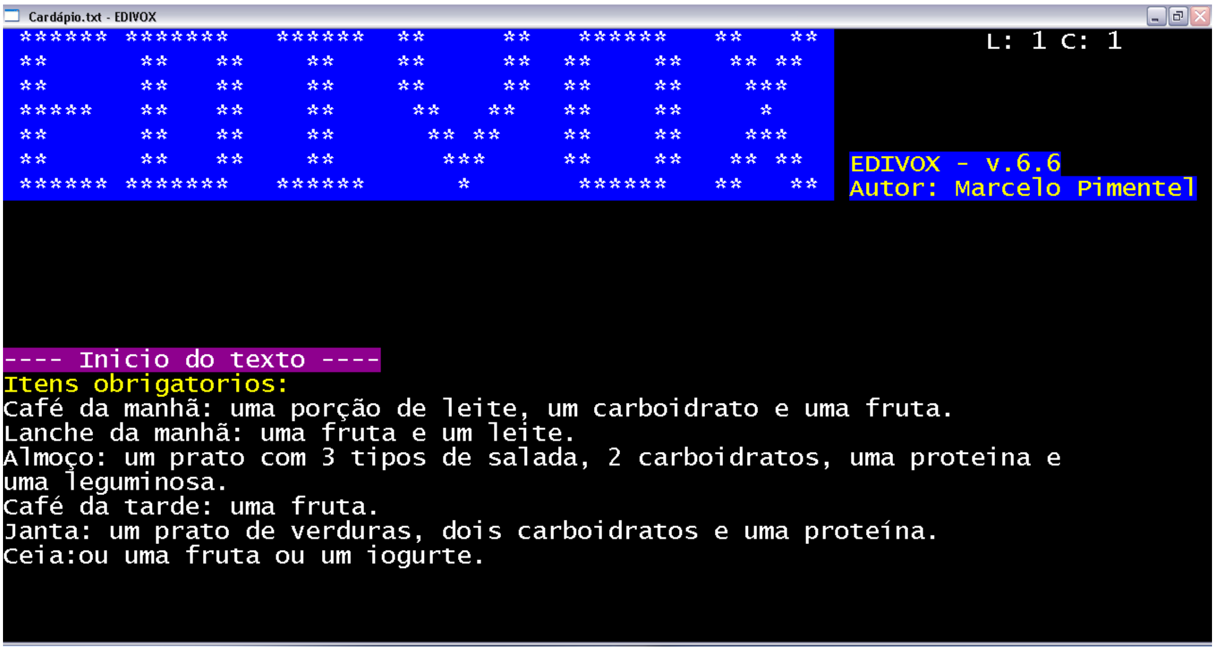


Figura 5. Tela do sistema DOSVOX contendo o texto elaborado pelo estudante B.

Para as refeições de sábado, o estudante B estabeleceu em seu café da manhã: iogurte (250 mL) com 3 colheres de granola (33 g) e uma banana prata (70 g). Para o lanche da manhã: meia xícara de manga picada (100 g) e uva passa (10 g). No almoço: um prato de salada (250 g), uma concha de creme de milho (70 g), um filé de frango (125 g) e duas colheres de arroz (25 g). No café da tarde: um copo de leite com achocolatado (200 mL) e uma fatia de pão integral (25 g) com requeijão (10 g). Para o jantar: sanduíche feito com pão (50 g), hamburguer de frango (85 g), alface (1 folha), tomate (50 g) e queijo (30 g) e uma porção de batata frita falsa[18] (200 g). E, finalmente, a ceia: uma taça de salada de fruta (100 g).

Para as refeições de domingo, o café da manhã contém: um copo de suco de laranja (250 mL), uma fatia de pão integral (25 g) com peito de peru (30 g) e requeijão (10 g) e uma maçã (130 g). Para o lanche da manhã: 10 gomos de uva (80 g) e um chamito[19] (80 g). Para o almoço: um prato de salada (250 g) e uma porção de lasanha (200 g). Já para o café da tarde: uma caneca de pipoca (30 g) e um copo de água de coco (200 mL). No jantar: um prato de verduras (100 g), uma escumadeira de carne seca refogada (50 g), duas colheres de purê de mandioquinha (100 g) e duas colheres de arroz (25 g). E para a ceia: um picolé de fruta (70 g).

[18] Batata cortada em palitos, colocada na água fervendo e depois de escorrida, levada ao forno com um fio de azeite para dourar.
[19] Leite fermentado.

O estudante B utilizou o editor de texto do sistema DOSVOX, conforme a Figuras 6 e 7, para tomar nota de seu cardápio.

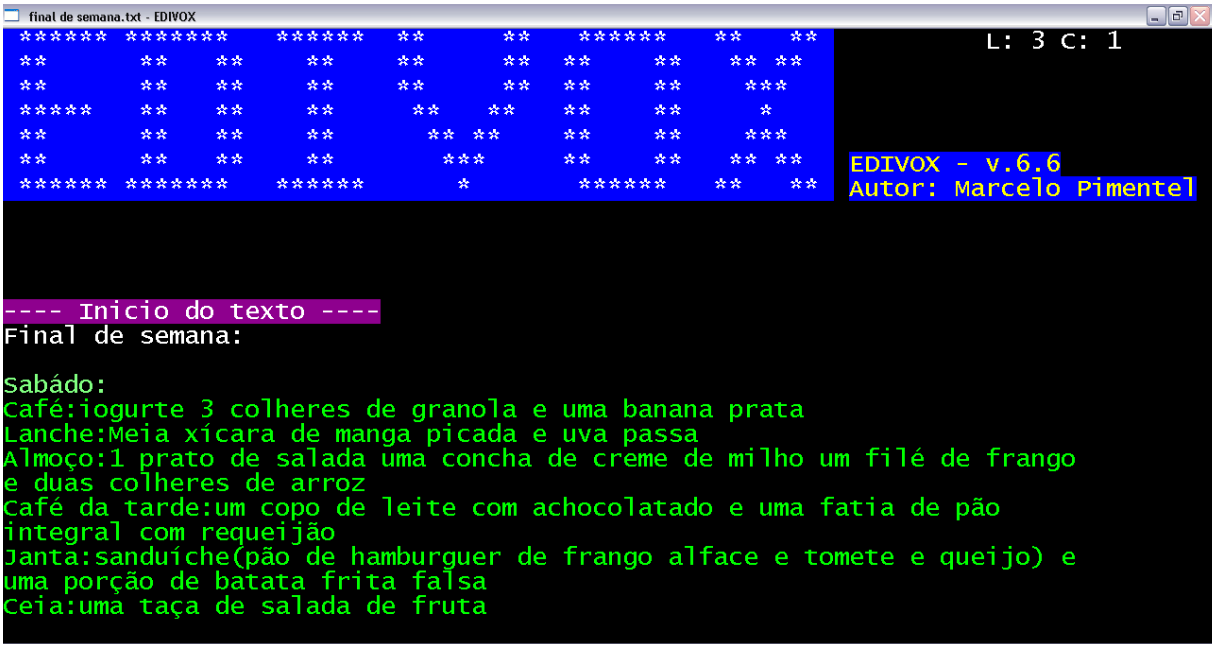


Figura 6. Tela do sistema DOSVOX contendo o cardápio de sábado do estudante B.

Figura 7. Tela do sistema DOSVOX contendo o cardápio de domingo do estudante B.

Estabelecido o cardápio, a questão que se deu foi “qual o valor nutricional desse cardápio?”, configurando a etapa do levantamento das questões. Para responder a essa questão consultou-se tabelas de nutrientes dos alimentos disponíveis na internet e construiu-se uma com os alimentos do cardápio, conforme Tabela 4. Para esta atividade, optou-se contabilizar as quantidades de sódio, cálcio e ferro encontrados nos alimentos selecionados neste cardápio. Esses sais minerais foram escolhidos porque eram os mais conhecidos pelo estudante B.

Tabela 4. Nutrientes dos alimentos do cardápio.

Alimentos	Sódio (mg)	Cálcio (mg)	Ferro (mg)
Iogurte (100 mL)	87	143	0,3
Granola (100 g)	294	61	3
Banana (100 g)	1	7,6	0,4
Manga (100 g)	1	11	0,2
Uva passa (100 g)	11	50	1,9
Salada (100 g)	46	76	1,4
Creme de milho (120 g)	20,5	52,6	0,5
Filé de frango (100 g)	50,3	5,3	0,3
Arroz (100 g)	1	10	0,2
Leite c/ chocolate (200 mL)	60	112	0,2
Pão integral (100 g)	506,1	131,8	3
Requeijão (100 g)	557,9	259,5	0,1
Pão hambúrguer (100 g)	520	155,7	5,7
Hambúrguer frango (100 g)	787,5	-	-
Alface (100 g)	28	36	0,9
Tomate (100 g)	5	10	0,3
Queijo Mozarela (100 g)	16	731	0,3
Salada de frutas (100 g)	1	11	0,2
Suco laranja (250 mL)	1	11	0,2
Peito de peru (100 g)	1447,62	7,14	0,48
Batata (100 g)	6	12	0,8
Maçã (100 g)	1	6	0,1
Uva (100 g)	2	14	0,3
Chamito (80 g)	25	78	-
Lasanha (100 g)	206,8	10	1,2
Pipoca (100 g)	7	5	3
Água de coco (100 mL)	105	-	3,19
Carne seca (100 g)	4240,28	19,44	1,3
Purê (100 g)	2,1	11,9	0,4
Picolé de fruta (70 g)	-	-	-

Fonte: Dados da pesquisadora extraídos da Internet[20].

Os sais minerais são substâncias inorgânicas, ou seja, não são produzidos por seres vivos. Sua maior parte está concentrada nos ossos. Entre os mais conhecidos estão o cálcio, o fósforo, o potássio, o enxofre, o sódio, o magnésio, o ferro, o cobre, o zinco, o selênio, o cromo, etc. Estas substâncias possuem funções muito importantes no corpo e a falta delas pode gerar desequilíbrios na saúde. Embora presentes nas refeições diárias, alguns minerais

[20] Informações disponíveis em: http://www.tabelanutricional.com.br/ e https://pt.wikipedia.org/wiki/Banana.

nem sempre são ingeridos nas quantidades suficientes para satisfazer as necessidades metabólicas, especialmente durante a fase de crescimento[21].

O sódio é um eletrólito importante para a transmissão nervosa, contração muscular e equilíbrio de fluídos no organismo; ele é encontrado no sal de cozinha, azeite e alimentos processados. O cálcio, além de fundamental para o fortalecimento de ossos e dentes, é necessário para o funcionamento do sistema nervoso e imunológico, coagulação sanguínea e pressão arterial; pode ser encontrado no leite e seus derivados e nas verduras verde escuras. O ferro é um componente fundamental da hemoglobina e de algumas enzimas do sistema respiratório; pode ser encontrado nas carnes, gema de ovo e legumes[22].

A partir do cardápio e das informações dos nutrientes de cada alimento, o estudante construiu um quadro, utilizando a planilha eletrônica do DOSVOX, conforme Figura 16. Nesse quadro ele registrou a quantidade de sódio, cálcio e ferro de cada alimento. Para o cálculo do sódio, do cálcio e do ferro do iogurte, por exemplo, ele precisou fazer uso de regra de três simples a partir da quantidade de iogurte em relação aos nutrientes da Tabela 4, conforme mostra o diálogo a seguir:

Pesquisadora: - Como a gente faz para calcular a quantidade de sódio que tem em 250 mL de iogurte?

Estudante B: - Ah não sei!

Pesquisadora: - Como não? Vamos relembrar. Em 100 mL de iogurte temos 87 mg de sódio.

Estudante B: - 100 mL tem 87 mg, 200 vai ter o dobro. 250 mL vai ser 2 vezes e meia o do sódio.

Pesquisadora: - Isso, muito bem. Agora calcule isso.

Estudante B: Posso usar a calculadora?

Pesquisadora: Pode, pode sim.

Estudante B: - Quanto é o sódio mesmo?

Pesquisadora: - 87 mg.

Estudante B: - 87 vezes 2,5 igual. Deu 217,5.

Pesquisadora: - Então, um iogurte tem 217,5 mg de sódio. Anote isso no computador. E de cálcio? Como faz?

Estudante B: - Mesma coisa. A quantidade do cálcio vezes 2 e meio.

Pesquisadora: - Em 100 mL de iogurte temos 143 mg de cálcio.

Estudante B: - 143 vezes 2,5 igual. Cálcio tem 357,5.

[21] Informações disponíveis em: http://www.todabiologia.com/saude/sais_minerais.htm.
[22] Informações disponíveis em: http://www.copacabanarunners.net/mineral.html.

Pesquisadora: E ferro?

Estudante B: - Quanto tem de ferro no iogurte?

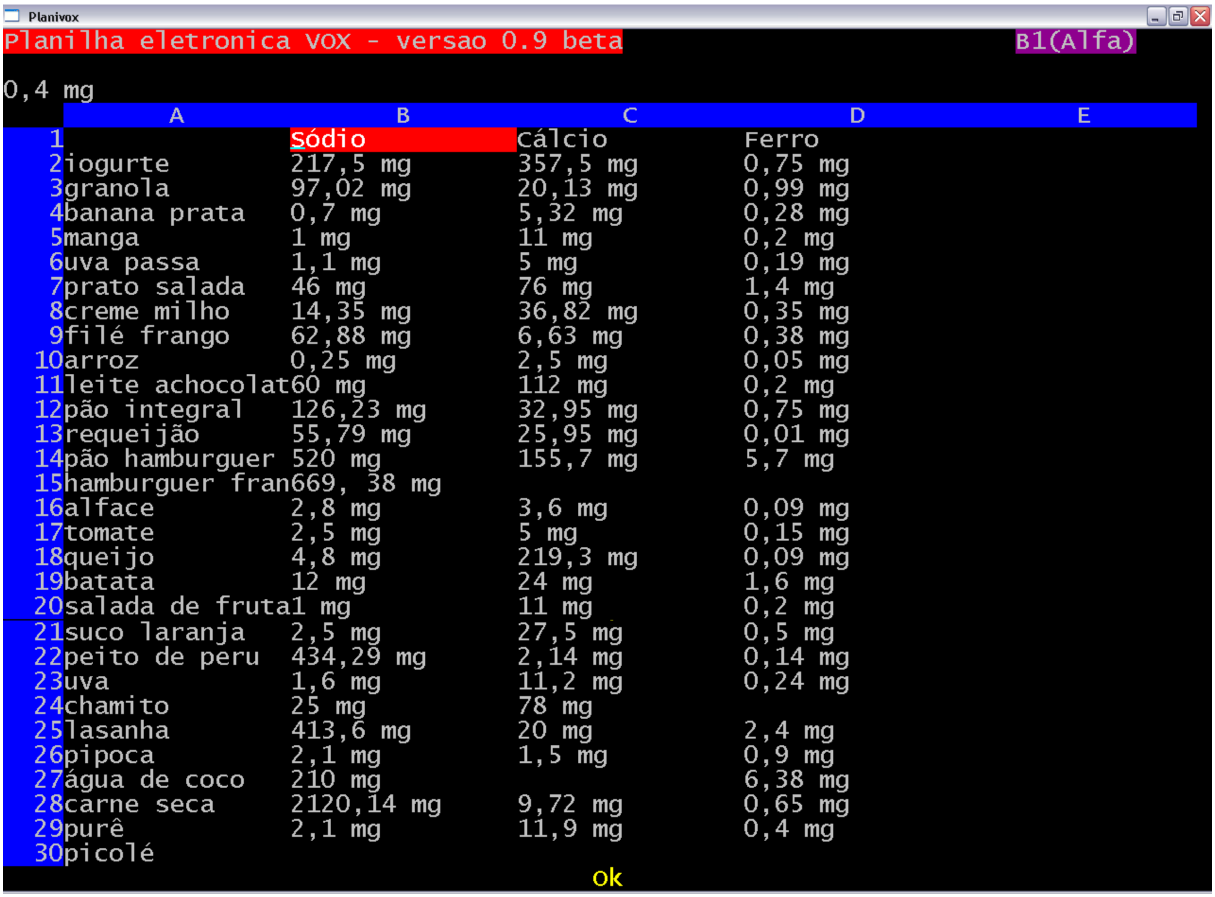
Pesquisadora: - Em 100 mL de iogurte há 0,3 mg de ferro.

Estudante B: - 0,3 vezes 2,5. Dá 0,75.

Pesquisadora: - Então, em 250 mL de iogurte quanto temos de sódio, cálcio e ferro?

Estudante B: - No iogurte tem 217,5 de sódio, 357,5 de cálcio e 0,75 de ferro. Miligramas.

Os demais alimentos constantes no cardápio foram calculados da mesma maneira. Os resultados foram registrados na planilha eletrônica do sistema DOSVOX, conforme Figura 8.


Planivox

Planilha eletronica VOX - versao 0.9 beta B1(Alfa)

0,4 mg

	A	B	C	D	E
1		sódio	cálcio	Ferro	
2	iogurte	217,5 mg	357,5 mg	0,75 mg	
3	granola	97,02 mg	20,13 mg	0,99 mg	
4	banana prata	0,7 mg	5,32 mg	0,28 mg	
5	manga	1 mg	11 mg	0,2 mg	
6	uva passa	1,1 mg	5 mg	0,19 mg	
7	prato salada	46 mg	76 mg	1,4 mg	
8	creme milho	14,35 mg	36,82 mg	0,35 mg	
9	filé frango	62,88 mg	6,63 mg	0,38 mg	
10	arroz	0,25 mg	2,5 mg	0,05 mg	
11	leite achocolat	60 mg	112 mg	0,2 mg	
12	pão integral	126,23 mg	32,95 mg	0,75 mg	
13	requeijão	55,79 mg	25,95 mg	0,01 mg	
14	pão hamburguer	520 mg	155,7 mg	5,7 mg	
15	hamburguer fran	669, 38 mg			
16	alface	2,8 mg	3,6 mg	0,09 mg	
17	tomate	2,5 mg	5 mg	0,15 mg	
18	queijo	4,8 mg	219,3 mg	0,09 mg	
19	batata	12 mg	24 mg	1,6 mg	
20	salada de fruta	1 mg	11 mg	0,2 mg	
21	suco laranja	2,5 mg	27,5 mg	0,5 mg	
22	peito de peru	434,29 mg	2,14 mg	0,14 mg	
23	uva	1,6 mg	11,2 mg	0,24 mg	
24	chamito	25 mg	78 mg		
25	lasanha	413,6 mg	20 mg	2,4 mg	
26	pipoca	2,1 mg	1,5 mg	0,9 mg	
27	água de coco	210 mg		6,38 mg	
28	carne seca	2120,14 mg	9,72 mg	0,65 mg	
29	purê	2,1 mg	11,9 mg	0,4 mg	
30	picolé				

ok

Figura 8. Tela do sistema DOSVOX contendo os nutrientes dos alimentos do cardápio.

Para estabelecer a quarta etapa da Modelagem Matemática que é a resolução da questão levantada “qual o valor nutricional desse cardápio?” acumulamos a quantidade de sódio, cálcio e ferro de sábado e de domingo, em seguida, comparamos às necessidades diárias desses nutrientes para um adolescente. A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que o consumo máximo de sódio por dia para crianças de 2 a 15 anos seja menor que 2000 mg. A OMS recomenda o consumo 1300 mg de cálcio e 8 mg de ferro por dia para essa faixa etária.

Para o sábado, segundo o cardápio estabelecido, a quantidade de sódio consumida em um dia é de 1895,3 mg, a quantidade de cálcio é de 1110,4 mg e a de ferro é de 13,38 mg. Já no domingo, a quantidade de sódio, cálcio e ferro é, respectivamente, 3432,11 mg, 365,93 mg e 15,73 mg. Observou-se que alguns nutrientes não foram consumidos na quantidade recomendada pela OMS.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades desenvolvidas levaram em consideração a limitação física dos estudantes, mas, não limitaram a aprendizagem. A partir de situações do cotidiano, os estudantes puderam relacioná-las com a matemática. Essa matéria passou a fazer sentido, de alguma maneira, porque consegue explicar a realidade em que estão inseridos.

O estudante cego, a partir da Modelagem Matemática, tem a possibilidade de compreender a matemática porque ela faz parte do seu dia a dia. Não deixando de lado os materiais didáticos adaptados como, por exemplo, a fita métrica com furos marcando os centímetros. A limitação física do estudante deve ser considerada e cabe aos professores e equipe pedagógica criar mecanismos para que ele possa compreender os conteúdos. Pode-se adaptar materiais em E.V.A., utilizar cola para produzir aspecto de alto relevo ou outros elementos que possuam texturas diferentes.

A Modelagem no ensino de Matemática mostrou-se uma alternativa consistente no processo de ensino e aprendizagem de estudantes com deficiência visual. Para o professor de matemática que virá a trabalhar com estudantes com deficiência visual a Modelagem se mostra uma metodologia possível de ser incorporada na sua prática. O professor poderá desenvolver atividades de Modelagem Matemática em uma sala de aula regular com estudantes inclusivos porque os materiais didáticos adaptados poderão facilitar a compreensão de determinados conteúdos. Além disso, em sala de aula todos os estudantes terão a oportunidade de participar, poderão escolher um tema para ser pesquisado e explorado, levantarão as questões e, juntamente, com o professor conseguirão encontrar as soluções.

A Modelagem, neste trabalho, mostrou-se inteiramente interdisciplinar. A Química, a Física e a Educação Alimentar se fizeram presentes. Não existe a possibilidade de se buscar uma resposta de um problema simples do tipo "qual a quantidade máxima de açúcar que adicionada a uma determinada quantidade de água mantém a mistura homogênea?" sem se aprofundar nos conceitos e relações que a área da Química revela. A matemática por si só não é significativa. Ela se torna atrativa quando vem explicar algum determinado fenômeno ou quando indica que sua dieta alimentar não está dentro dos padrões considerados saudáveis.

As diversas atividades desenvolvidas mostraram o quanto as aulas podem ser diferenciadas. Em algumas atividades houve a necessidade de comprovar fenômenos por experimentação. Todavia, todas as aulas podem ter um diferencial: a participação do aluno. O estudante é parte ativa, viva, do processo.

A Modelagem Matemática é uma metodologia potencialmente rica, epistemológica e pedagogicamente, que visa ensinar matemática e favorecer a aprendizagem a partir da construção do conhecimento do próprio educando. A Modelagem possui potencial epistemológico porque leva em consideração os aspectos cognitivos do aprendizado e potencial pedagógico, porque considera as práticas e estratégias que levarão à construção do conhecimento.

A Modelagem pode contribuir para a melhoria do ensino de Matemática para estudantes com deficiência visual desde que se contemple o potencial de cada estudante. Pela falta de um dos sentidos existe o aprimoramento dos outros. Não se pode ignorar isso e focar apenas na limitação física. O professor e a equipe pedagógica precisam perceber seu aluno, valorizar suas competências e incentivá-las. O estudante cego precisa de suporte e, no caso do ensino de matemática, materiais manipulativos adaptados porque assim seu potencial será respeitado.

REFERÊNCIAS

BRITO, T. T.. *Alimentação na adolescência: como fazer?.* Em: http://www.anutricionista.com/alimentacao-na-adolescencia-como-fazer.html. Acesso em: 17/12/2015.

BURAK, D.. *Modelagem matemática: uma metodologia alternativa para o ensino de matemática na 5ª série.* Dissertação de mestrado - Universidade Estadual Paulista, 1987.

__________ *Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino aprendizagem.* Tese de doutorado - Universidade Estadual de Campinas, 1992.

__________ *A modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa.*Curitiba: CRV, 2012.

FERRONATO, R.. *A construção de instrumento de inclusão no ensino de matemática.* Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2002.

NETTO, Luiz. *O diferencial do carro.* Em: http://caraipora2.tripod.com/diferencial_.htm. Acesso em: 03/11/2015.

PARANÁ. Secretaria de Educação do Estado do Paraná. Departamento de Educação Básica. *Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Matemática.* Curitiba: SEED, 2008.

_________Conselho Estadual de Educação. DELIBERAÇÃO N.º 02/03. Curitiba, 2003.