

# **PRODUTO EDUCACIONAL**

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



# **UTILIZAÇÃO DE RECURSOS DE MATEMÁTICA INCLUSIVA NO ENSINO DE FÍSICA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

João Paulo Ferreira da Silva

## **PALAVRAS AO PROFESSOR**

Prezado colega,

Este trabalho foi elaborado com o objetivo de auxiliar tanto ao professor de Física que tenha em sua classe regular estudantes com deficiência visual como ao professor atuando, com essa clientela, na sala de recursos.

O trabalho contém dois textos de apoio ao professor, onde são abordados os temas: 2ª lei de Newton e força de atrito. É mostrado como utilizar o recurso on-line Atrator<sup>1</sup>, a reglete e o punção na transcrição destes textos para a linguagem braile, bem como, as notações<sup>2</sup> matemáticas utilizadas para escrever as fórmulas em braile. É importante lembrar que não é necessário conhecer a linguagem braile, pois o recurso *online* fará esse papel de forma fácil e prática, cabendo ao professor copiar essa linguagem para o papel utilizando os instrumentos indicados, e seguindo as orientações do autor, caso não disponha de software específico e impressora braile.

Apresentam-se instruções para a confecção de uma maquete tátil com etiquetas em braile e de um carrinho com encaixes para vetores em diferentes posições. São indicados os materiais necessários e os procedimentos de montagem passo a passo tanto da maquete como do carrinho com os vetores. O professor terá, em mãos, durante as suas explicações, um material concreto, de baixo custo, que auxilie o estudante a entender os conceitos apresentados nos textos.

Ao final dos dois textos aparecem alguns exercícios para serem feitos com os estudantes e mostra-se como resolvê-los utilizando o soroban<sup>3</sup>.

O estudante deve ter como pré-requisitos ser alfabetizado em braile (para o uso dos textos) e conhecimento básico de tabuada (para o uso do soroban). Se for possível um atendimento individualizado ao estudante os resultados de aprendizagem serão mais efetivos.

---

<sup>1</sup> Disponível no site: <http://www.atractor.pt/tb/>

<sup>2</sup> Padronização de toda escrita simbólica matemática para o braile.

<sup>3</sup> Instrumento de cálculo utilizado para fazer operações matemáticas básicas e/ou cálculos mais avançados como raiz quadrada e frações.

## INTRODUÇÃO

Motivado a desenvolver um material e uma unidade didática que permitissem um melhor aprendizado dos conceitos de Física, com o uso de recursos de matemática, por estudantes com deficiência visual, o autor buscou a inspiração e a base conceitual em trabalhos de diversos autores e de artigos sobre o tema. O autor se ateve, em especial, no trabalho do professor Eder Pires de Camargo, no que diz respeito à parte fenomenológica da Física, e na parte Matemática, em artigos que fazem referência ao uso do soroban.

Dentre os temas que poderiam ser abordados em Física o autor escolheu para elaborar o material concreto e a unidade didática, o conteúdo de mecânica por ser um assunto onde os estudantes geralmente apresentam grande dificuldade. Dentre os assuntos trabalhados na mecânica optou-se pelo estudo dos principais conceitos da Dinâmica: força peso, força normal, força de atrito, massa e aceleração presentes na 2ª lei de Newton.

Para o material concreto desenvolveu-se uma maquete e um carrinho com vetores ajustáveis para que os estudantes pudessem, por meio do tato, explorar o fenômeno físico. Para o estudo do conteúdo sobre a 2ª lei de Newton, o estudante contou com um texto de apoio transcrito para o braile e, com alguns exercícios envolvendo cálculos para o uso do soroban e calculadora sonora. Elaborou-se uma unidade didática com o objetivo de distribuir o conteúdo em duas aulas para facilitar a aprendizagem dos estudantes e, visando a sua reprodução por professores que venham a ter em sua sala de aula estudantes com deficiência visual.

Como referencial teórico utilizou-se Vygotsky e Ausubel. No caso de Vygotsky utilizou-se alguns princípios da sua obra sobre Defectologia que trata da importância do convívio e da interação social da pessoa com deficiência, para que esta possa vir a ter um desenvolvimento cognitivo pleno. E no caso de Ausubel, com sua teoria da aprendizagem significativa, baseada na interação entre os conhecimentos já estruturados na mente do estudante (subsunçores) com os novos conhecimentos que irão modificá- los.

## **A Pessoa com Deficiência Visual**

A Constituição Federal de 1988 estabeleceu a Educação Especial como modalidade de educação escolar obrigatória e gratuita ocorrendo sua oferta, preferencialmente, na rede regular de ensino. Em seu artigo 205, garantiu o direito de todos à educação, visando ao “pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. No artigo 206, inciso I “prevê a igualdade de condições de acesso e permanência na escola” e no artigo 208, inciso V “estabelece que o dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de acesso a níveis mais elevados de ensino, de pesquisa e de criação artística, segundo a capacidade de cada um” (BRASIL, 1988). De acordo com as leis garantidas pela Constituição a pessoa com deficiência têm assegurada sua educação e formação para a vida, portanto cabe aos professores e educadores buscarem cada vez mais recursos para proporcionar o pleno desenvolvimento do estudante com deficiência na sociedade.

### **3.1 Condições da Pessoa com Deficiência Visual**

- Conforme o Decreto no. 5.296 de 2004 é considerada pessoa portadora de deficiência visual aquela que apresenta cegueira ou baixa visão.
- Cega é a pessoa na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica, necessitando do Método Braille como meio de leitura e escrita;
- Baixa Visão é a pessoa que possui acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica, permitindo-lhe ler textos impressos, desde que seja utilizado o método ampliado.
- Os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60º; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores.

# APLICAÇÃO DO PROJETO

## Objetivos

Este projeto tem como objetivo oferecer aos docentes que atendem as pessoas com deficiência visual uma alternativa de ação pedagógica, possibilitando uma aprendizagem mais completa tanto da Física quanto da aplicação da Matemática em seu contexto, com a utilização de um instrumento concreto o soroban.

### Objetivo geral

Comprovar a eficácia do uso do soroban e da notação braile do código matemático unificado<sup>4</sup> em situações de ensino de Física para estudantes com deficiência visual.

Para alcançar esse objetivo realizaram-se as seguintes ações:

### Objetivos específicos

- Confeccionar maquetes táteis e aplicá-las para ensinar tópicos de mecânica (2ª Lei de Newton e força de atrito);
- Elaborar uma unidade didática, com textos e exercícios envolvendo o conteúdo de Física selecionado;
- Aplicar o uso do soroban para a resolução dos exercícios envolvendo a 2ª Lei de Newton e força de atrito;
- Observar como o estudante com deficiência visual relaciona os cálculos matemáticos com a situação do fenômeno físico apresentado;
- Identificar as dificuldades e as viabilidades operacionais envolvidas no tópico trabalhado tanto para o estudante quanto para o professor.

---

<sup>4</sup> Refere-se à escrita das notações matemáticas em braile.

# **MATERIAIS CONCRETOS E TEXTOS UTILIZADOS NA UNIDADE DIDÁTICA**

## **CONFECÇÃO DA MAQUETE TÁTIL E DO CARRINHO COM VETORES**

Para a aplicação da unidade didática confeccionou-se uma maquete tátil e um carrinho com vetores. Os materiais utilizados e as instruções de montagem e confecção da maquete tátil, do carrinho de madeira e dos vetores utilizados na unidade didática são descritos a seguir.

### **MATERIAL**

O material utilizado foi pensado de forma que fosse ao mesmo tempo de baixo custo para facilitar a sua reprodução e que pudesse explorar o sentido do tato dos estudantes com deficiência visual.

#### **Materiais de papelaria:**

Duas placas de isopor de 15 mm de espessura; 2 folhas de EVA (uma de EVA atalhado e outra mais lisa); pedaços de madeira tipo MDF de 3 mm de espessura e de 2 cm de espessura; 4 palitos de picolé; 7 pregos com cabeça 10 mm x 10 mm; 1 rolo de barbante, 1 tubo de cola Super Bonder; 1 caixa de alfinetes; 1 saco com bolinhas de gude; 1 fita Durex; tesoura grande; estilete; cola branca; 2 pranchetas; 1 pedaço de lixa de madeira; lápis; régua; compasso; liguinhas.

#### **Instrumentos específicos para Deficientes Visuais:**

Reglete; punção; soroban (adaptado para deficientes visuais).

#### **Ferramentas:**

Serra do tipo segueta; alicate; martelo; chave de fenda.

## **MONTAGEM DA MAQUETE**

1) Utilizar as placas de isopor colando com cola branca uma sobre a outra para que a maquete tenha maior espessura e resistência. A utilizada, para esse produto educacional, é de 40 cm x 40 cm;

2) Marcar a placa de isopor pela metade e colar utilizando o super bonder, uma metade com o EVA atalhado e a outra metade com o EVA mais liso;

3) Utilizar a reglete e o punção para escrever em braile as etiquetas com os valores dos coeficientes de atrito de cada superfície (lembrando que a escrita é espelhada) o recurso on-line Atractor pode fornecer os valores numéricos utilizados em braile;

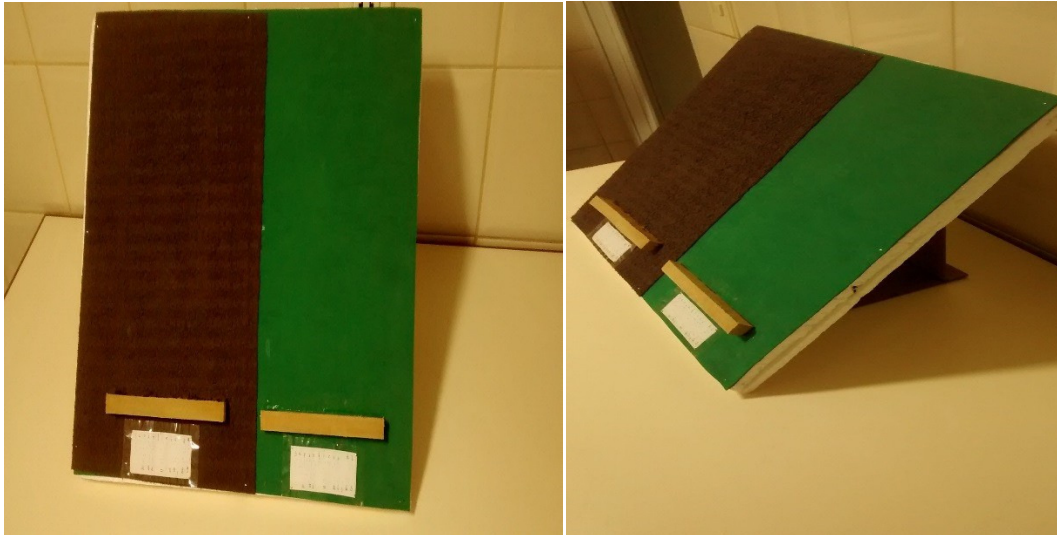
4) Fixar as etiquetas em braile feitas na etapa 3 colando com cola branca apenas suas bordas e depois contornando-as com fita durex por cima, como indicado na figura 1;

5) Usar os alfinetes para fixar as extremidades das etiquetas e também nas extremidades da maquete para fixar os EVAs a placa de isopor (cuidado para retirar as pontas do alfinete dobrando várias vezes com o alicate, antes de fixar na maquete);

6) Serrar dois pedaços de madeira tipo MDF de 2 cm de espessura e 15 cm de comprimento e colar sobre o EVA, cada um na frente de uma das etiquetas. Servirão de apoio para que o carrinho não caia ao se inclinar a maquete.

7) Retirar as peças metálicas das duas pranchetas com a chave de fenda e posicioná-las perpendicularmente. Serrar dois pedaços de madeirite de 2cm de espessura e 20 cm de comprimento colando-as com a cola super bonder em cada lado da prancheta na vertical para dar suporte e martelando um prego em cada extremidade. Utilizar o martelo para dobrar a ponta do prego. Essa estrutura servirá para ajudar a inclinar o plano da maquete como mostrado na figura 1.





**Figura 1 – Maquete tátil com superfícies de texturas diferentes e etiquetas em braille**

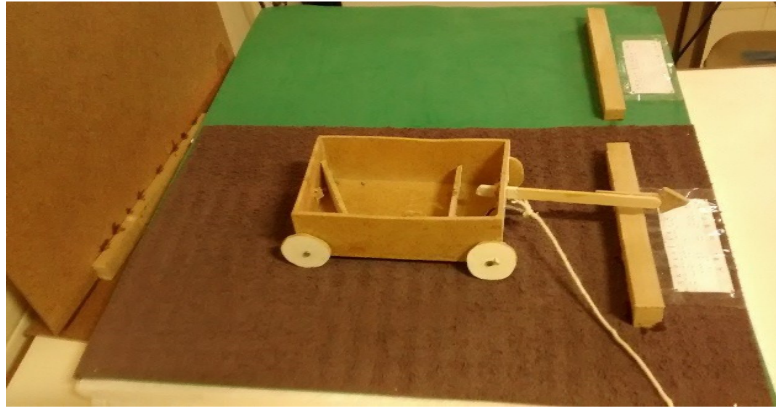
### **MONTAGEM DO CARRINHO**

1) Utilizar a madeirite mais fina para montar a estrutura de uma caixa sem tampa com as dimensões: 13 cm x 4 cm x 8 cm. Os pedaços devem ser serrados e lixados e colados com super bonder ou cola de madeira. Colar dois pedaços da mesma madeirite dentro do carinho para servir de apoio para a tampa, sendo que um deles deve ter uma fresta feita pela serra para passar o palito.

2) Usar a mesma madeirite para fazer as quatro rodas do carrinho, marcar com compasso aberto 1,5 cm e fazer quatro círculos. Cortar cada círculo com a tesoura grande e depois lixar o contorno das rodas. Usar o martelo e pregar as quatro rodas com os pregos na parte inferior da caixa e depois retirar cada um dos pregos, dobrá-los com o alicate e colocá-los novamente para que as rodas não saiam.

3) Pregar mais um prego na parte da frente do carrinho e fazer o mesmo que foi feito com as rodinhas no item 2. Amarrar um pedaço de barbante, nesse prego, para poder puxar o carrinho, como mostrado na figura 2.

4) Utilizar o estilete para fazer um corte na parte da frente e alargar esse corte com a chave de fenda. Repetir esse procedimento para a parte de trás, de baixo e na tampa do carrinho. Esses cortes servirão para encaixar os palitos de picolé que funcionarão como vetores.



**Figura 2 – Maquete tátil com o carrinho**

### **MONTAGEM DOS VETORES**

1) Utilizar os palitos de picolé e outros pedaços de madeirite. Desenhar com lápis na madeirite o formato de uma seta para representar os vetores força envolvidos. O procedimento é parecido com o das rodas utilizando a tesoura. Depois que os pedaços são cortados, deverão ser lixados e colados nas extremidades dos palitos com super bonder como exposto na figura 3.



**Figura 3 – Carrinho puxado no plano inclinado**

### **OBSERVAÇÕES:**

As bolinhas de gude são colocadas dentro do carrinho para que se possa regular a massa e conseqüentemente o peso do carrinho como apresentado na figura 4.



**Figura 4 – Bolinhas de gude dentro do carrinho**

- 1) O vetor, na parte da frente do carrinho, pode ser inclinado para cima permitindo uma amostra da representação do vetor força acompanhando o movimento do barbante puxado.
- 2) A liguinha serve para envolver o carrinho e com isso prender um dos vetores na parte de baixo próximo à roda para representar a força de atrito oposta a força exercida como mostra a figura 5.



**Figura 5 – Vetor amarrado a liguinha representando a força de atrito**

## **TEXTOS**

Dinâmica: 2ª. Lei de Newton

Estudaremos a Dinâmica, que é a parte da Física que estuda o movimento dos corpos e o agente causador deste movimento.

Quando queremos mover algum corpo podemos empurrar ou puxar, ou seja, aplicamos uma força. A força é o agente físico responsável pela mudança do estado de movimento ou de repouso.

A força é uma grandeza chamada de vetorial porque ela possui três características: intensidade (valor numérico); direção e sentido. Daí a força é representada pela letra F com uma seta acima significando que a grandeza possui essas três características.

Na Física representamos a força pelo símbolo

$$\vec{F}$$

Outra grandeza importante na Física é a massa que é a quantidade de matéria, representada pela letra m.

É medida em gramas (g), quilogramas (kg) ou miligramas (mg), e é muito usada para indicar a quantidade nos alimentos. Exemplos: 1 kg de arroz, 200 g de farinha etc.

A massa e a força são grandezas relacionadas. Pense que você está empurrando um carrinho de compras. Quanto mais compras você colocar, maior será o esforço para mover o carrinho de compras.

As duas últimas grandezas importantes para entender o movimento são a velocidade e a aceleração.

A velocidade indica a rapidez com que um corpo se move em certo intervalo de tempo. Exemplo: uma pessoa corre 10 metros em 1 segundo representamos como 10 m/s. Temos também o quilômetro por hora (km/h).

Agora a aceleração serve para mostrar se a velocidade está aumentando ou diminuindo. Por exemplo, se você está em um ônibus que está parado e depois começa a se movimentar quer dizer que a velocidade aumentou. Se antes a velocidade era 0 (zero) m/s e depois que o ônibus começou a se movimentar a velocidade passou para 20 m/s e isso tudo em 1 segundo, a aceleração é de 20 metros por segundo por segundo, ou 20 m/s/s (ou 20 m/s<sup>2</sup>). Quanto maior o barulho do motor mais rápido está o ônibus, mais

acelerado. É possível sentir a aceleração em um elevador quando você sente o seu corpo mais pesado na subida e mais leve na descida.

Para calcular a intensidade de uma força sabendo seu valor usamos a equação:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Onde: F é a força; m é a massa; a é a aceleração.

Assim, para que um corpo de massa m se mova mais rápido, com certa aceleração a, é preciso ser aplicada uma força maior.

A unidade da força é o Newton (N) que é a força para fazer um corpo de massa 1kg se mover com aceleração de 1 m/s/s (1m/s<sup>2</sup>).

A velocidade, a aceleração e a força são grandezas vetoriais logo são representadas por setas. A força e a aceleração sempre têm a mesma direção e mesmo sentido.

### **Exercícios**

Agora, faremos alguns exercícios usando a equação da força já apresentada:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

1) Calcule a intensidade da força que um caminhão precisa fazer para puxar um carregamento de 560 kg com uma aceleração de 23 m/s<sup>2</sup>.

2) Todos os objetos quando soltos caem com uma aceleração constante, chamada de aceleração da gravidade que tem o valor de 10 m/s<sup>2</sup>. Quando soltamos um objeto, ele ao cair no chão faz barulho, assim sabemos que se demora em ouvirmos o barulho é porque a altura é grande, mas na verdade quando o objeto cai fica cada vez mais rápido. Se um objeto de massa 5,2 kg é solto de certa altura qual é a intensidade da força com que ele é atraído para o chão? (Inclusive essa força é chamada de peso)

**Observação:** o peso é diferente da massa. A massa é um valor que não muda. É sempre a mesma, já o peso não. Por exemplo: um astronauta na Lua fica com peso menor do que na Terra, porque a gravidade na Lua é menor do que na Terra. Contudo, a

massa do astronauta é a mesma na Terra e na Lua. O peso é uma força que sempre aponta para o centro da Terra.

3) Depois de ter calculado o valor do peso no exercício 2, calcule o valor da força necessária para suspender o objeto do exercício anterior. **Dica:** pense baseado no valor que você encontrou no item anterior.

4) Um jogador de futebol ao chutar uma bola pode fazer com que a bola atinja uma aceleração de  $110 \text{ m/s}^2$ . Sabendo que a massa da bola é de  $0,45 \text{ kg}$ , qual a força que o pé do jogador faz na bola?

### **Dinâmica: Força de Atrito**

Um tipo de força presente no estudo do movimento é o atrito. O atrito é um tipo de força que surge do contato entre as superfícies e ela se opõe ao movimento do corpo fazendo-o parar. Exemplo: Quando um carro freia o barulho dos pneus é causado pelo atrito entre os pneus e o chão. Se a superfície for lisa a força de atrito é quase zero e se for rugosa será maior que zero. Para calcular a força de atrito representada pelo símbolo  $F_{at}$  usa-se a equação matemática:

$$F_{at} = \mu \cdot N$$

onde:

$\mu$  ( $\mu_i$ ) é o coeficiente de atrito. Ele mede a quão áspera é a superfície e depende do material.

$N$  é a força normal, que é a força que a superfície faz no corpo, geralmente aponta para cima, contrária ao peso.

Foram feitas algumas perguntas ao estudante sobre os conceitos de força, forças de atrito, força gravitacional, massa e aceleração, para situar o professor sobre o que o estudante estudou dessa parte da Dinâmica. Além disso, o estudante foi questionado se usou o soroban em alguma aula de Física.

### **Sondagem Inicial: Perguntas para o Estudante Antes da Aula:**

- a) Qual é o seu nome?
- b) Qual é sua idade?
- c) Você tem baixa visão ou tem cegueira total?
- d) Em que série ou ano você está na escola?
- e) Você assiste aula com outros colegas ou é só você e o professor?
- f) Você tem aulas de Física?
- g) Você gostava das aulas?
- h) Tinha dificuldade com a matéria? Quais dificuldades?
- i) Você conhece ou já usou o Soroban?
- j) Se já usou você já usou para uma aula de Física?

O estudante após responder as perguntas da sondagem inicial leu o primeiro texto de apoio sobre a 2ª Lei de Newton, transcrito para o braile para que pudesse ter um conhecimento prévio do assunto a ser trabalhado antes da utilização da maquete tátil, como apresentado na figura 7.



**Figura 7 – Estudante com deficiência visual lendo o texto sobre a 2ª Lei de Newton**

## Aplicação do Soroban para a resolução do exercício 1 da 2ª Lei de Newton

A seguir apresenta-se a resolução do exercício 1 passo a passo com o uso do Soroban.

### Exercício 1

Calcule a intensidade da força que um caminhão precisa fazer para puxar um carregamento de 560 kg com uma aceleração de 23 m/s<sup>2</sup>.

Fazendo o cálculo  $F = 560 \times 23$

560 (multiplicando) x 23 (multiplicador) = **12.880 N**

### Usando o Soroban<sup>5</sup>

#### a) Posicionamento

**Multiplicador** colocado na 7ª classe e o **multiplicando** posicionado na 5ª classe e repetido na posição definida pela regra<sup>6</sup> (número de eixos usados no multiplicador + número de eixos usados no multiplicando +1). Como 560 usa 3 eixos e 23 usa 2 eixos => 3+2 +1 = 6 , assim o algarismo da ordem mais alta será colocado no 6º eixo da direita para esquerda seguido pelo 6 e pelo zero como na figura 8.

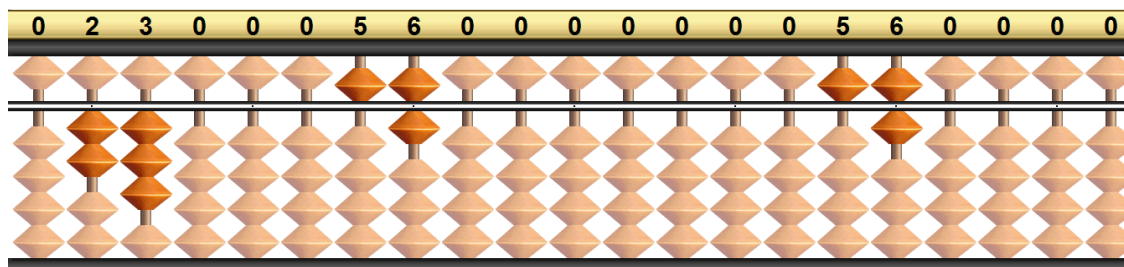


Figura 8 – Posicionamento do multiplicador e do multiplicando repetido

#### b) Cálculo

Algarismo de ordem mais alta do multiplicador com o algarismo de ordem mais baixa do multiplicando ( $2 \times 6 = 12$ ). Este resultado é posicionado **nos dois eixos à direita** do 6 do multiplicando (o 1 na unidade da 2ª classe e o 2 na centena da 1ª classe) como visto na figura 9.

<sup>5</sup> Todas as figuras, apresentadas na resolução dos exercícios, foram feitas pelo autor utilizando o software Sorocalc 2.0

<sup>6</sup> Essa regra serve para que se tenha disponível o número de eixos suficientes para se executar a operação. O multiplicando repetido mais a direita será transformado ao longo da operação em produto e o outro ficará apenas como registro (referência de memória).



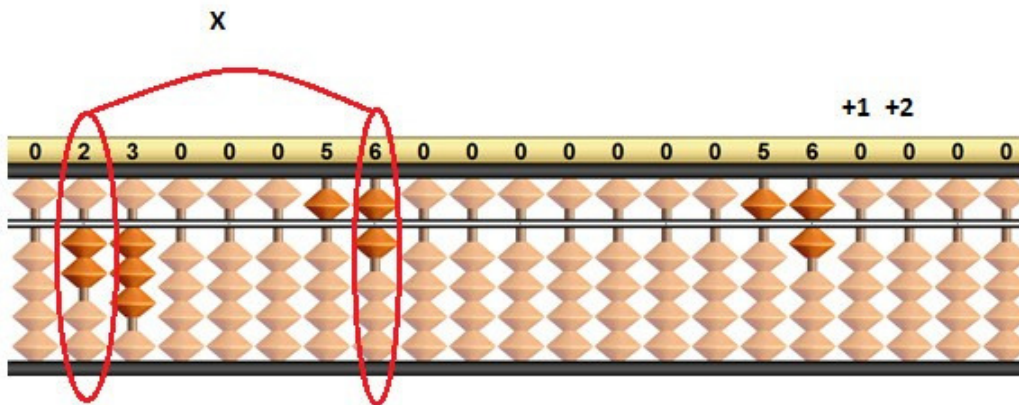


Figura 9 – Processo de multiplicação número de ordem mais alta do multiplicador com o de ordem mais baixa do multiplicando, seguida da soma do resultado na posição indicada.

O 6 do multiplicando mais afastado é **memorizado** pelo estudante e **eliminado** do eixo (figura 10). O dedo indicador do estudante está posicionado no 2 que é o último dígito do número registrado.

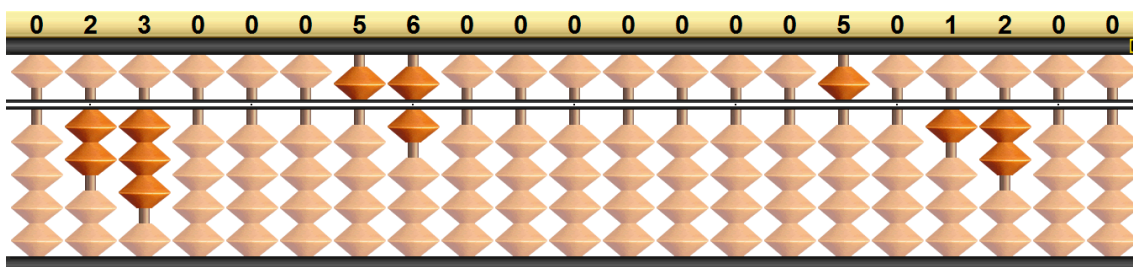
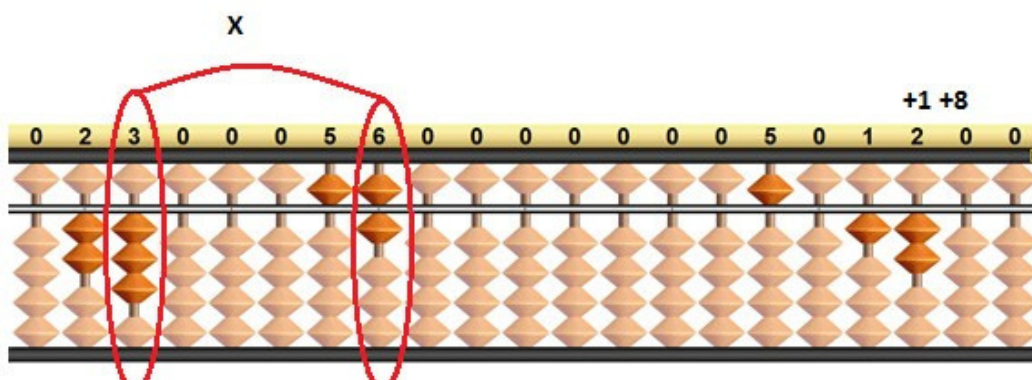


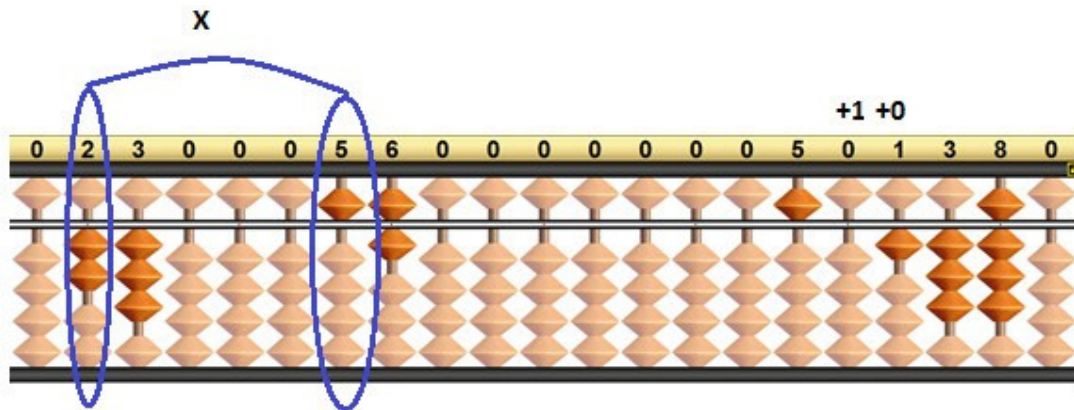
Figura 10 – Representação do resultado parcial no soroban e retirada do número 6 que foi memorizado.

Usa-se o próximo número do multiplicador, o número 3 e multiplica-se pelo 6 memorizado ( $3 \times 6 = 18$ ) que é registrado (adicionado) **a partir do eixo onde parou o dedo indicador**, no caso o 2 como observado na figura 11.



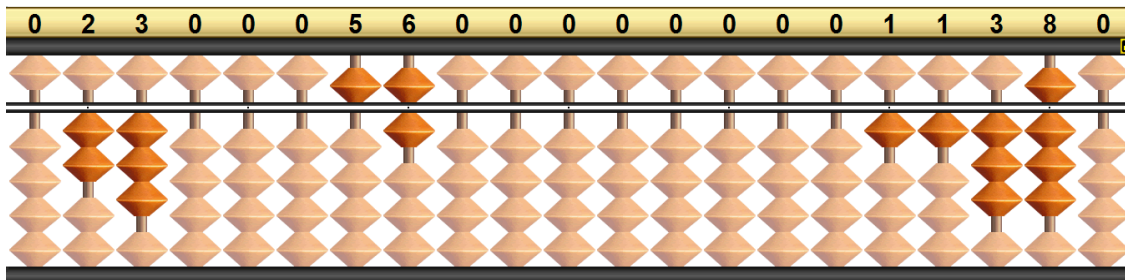
**Figura 11 – Multiplicação do próximo algarismo do multiplicador com o número de ordem mais baixa do multiplicando (memorizado) e adição do resultado na posição indicada**

Agora o mesmo processo com o outro algarismo do multiplicador ( $2 \times 5 = 10$ ) posicionado (adicionado) nos dois eixos a direita do 5 como visto na figura 12.



**Figura 12 – Multiplicação do número de ordem mais alta do multiplicador com o de ordem mais alta do multiplicando e adição do resultado na posição indicada**

Memoriza-se o 5 e retira-se esse do eixo. O dedo indicador fica posicionado no último eixo calculado, nesse caso na unidade da 2ª classe ficando como na figura 13.



**Figura 13 – Resultado parcial do exercício 1 e eliminação do número 5 que foi memorizado.**

A multiplicação  $3 \times 5 = 15$  é adicionada partindo do eixo marcado com o indicador como mostrado na figura 14.

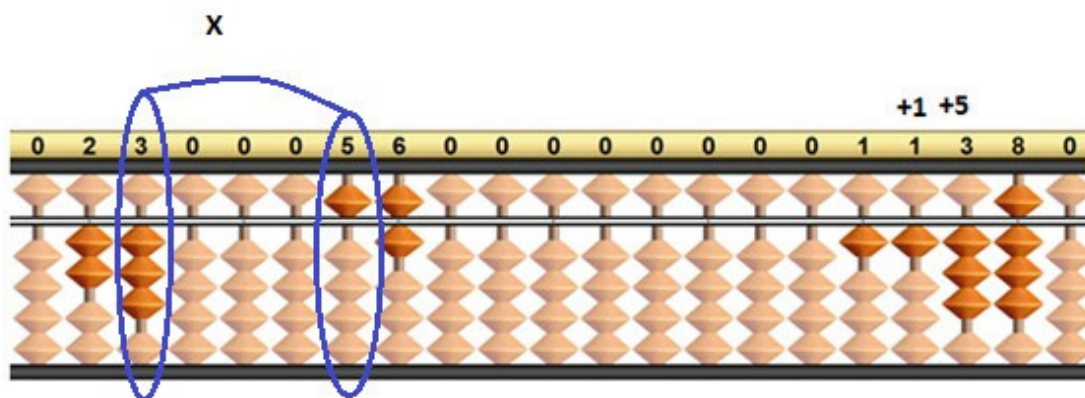


Figura 14 – Multiplicação do próximo algarismo do multiplicador com o algarismo memorizado do multiplicando e soma do resultado na posição indicada

Com isso a resposta obtida é **12.880 N** e a representação final desta multiplicação é apresentada na figura 15.

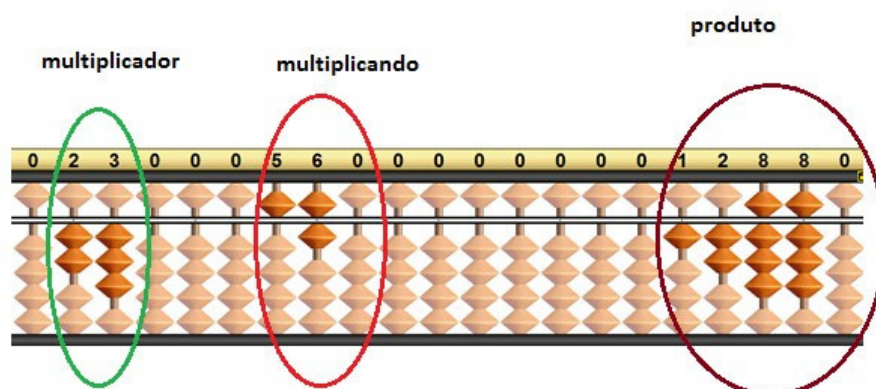


Figura 15 – Representação do multiplicador, do multiplicando e do resultado (produto) do exercício 1

## 2ª. Aula:

Na segunda aula o estudante leu o segundo texto de apoio com o conteúdo sobre a Força de Atrito, transcrito para o braile, antes da utilização da maquete tátil, como apresentado na figura 16.



**Figura 16 – Estudante com deficiência visual lendo o texto sobre a Força de Atrito**

### **Utilizando a Maquete e o Carrinho**

- 1) O estudante, inicialmente, manuseou a maquete por meio do tato obtendo informação sobre o material concreto sentindo cada uma das suas partes e construindo uma ideia do todo;
- 2) Mostrou-se ao estudante a representação concreta da força como um vetor, na forma de uma seta que tem direção, intensidade e sentido;
- 3) Com a utilização das bolinhas de gude foi possível regular a massa do carrinho e fazer uma discussão entre massa e força e conseqüentemente da aceleração, como uma medida da rapidez do carrinho;
- 4) Apresentou-se ao estudante, com a utilização dos palitos de picolé, a força normal e a força peso;
- 5) Com a inclinação do plano da maquete mostrou-se como fica posicionada a força normal e o vetor na direção paralela ao plano como componente do peso.
- 6) Com a maquete na horizontal o estudante sentiu a diferença de textura das superfícies. Lembrando que cada superfície tem uma etiqueta com o número associado do coeficiente de atrito em braile;
- 7) O estudante movimentou o carrinho em cada uma das superfícies percebendo a dificuldade de passar sobre cada uma delas. Depois o professor fez a discussão sobre o coeficiente de atrito;
- 8) Em seguida, o professor discutiu a relação entre a força normal e a força de atrito<sup>7</sup>.
- 9) Depois da parte teórica solicitou-se ao estudante resolver os exercícios que envolviam as equações matemáticas da força e da força de atrito.

---

<sup>7</sup> A força normal é uma força de reação da superfície sobre o corpo.

## Aplicação do Soroban para a resolução do exercício 5 sobre força de atrito

A seguir apresenta-se a resolução do exercício 5 passo a passo com o uso do Soroban, instrumento esse utilizado pelo estudante como ilustra a figura 17.



Figura 17 – Estudante com deficiência visual utilizando o soroban

### Exercício 5

Calcule a força de atrito a que o carrinho da maquete está submetido em cada uma das superfícies. Sabendo que  $\mu_1 = 0,8$  e  $\mu_2 = 0,6$  são os coeficientes das superfícies e que o carrinho pesa 3,2 N.

Fazendo o cálculo  $F_{at_1} = 3,2 \times 0,8$

3,2 (multiplicando)  $\times$  0,8 (multiplicador) = **2,56 N**

### Usando o Soroban

#### a) Posicionamento

Posiciona-se o multiplicador entre a 6<sup>a</sup> e a 7<sup>a</sup> classes, o multiplicando é posicionado entre a 5<sup>a</sup> e a 4<sup>a</sup> classes e o multiplicando é repetido usando a regra do posicionamento<sup>8</sup>. Os pontos entre as classes são usados como vírgula como indica a figura 18.

---

<sup>8</sup> A regra diz que o multiplicando repetido deve se posicionado no eixo indicado pela soma do número de eixos do multiplicador (2) pelo número de eixos do multiplicando (2) mais 1 ( $2+2+1 = 5$ ), logo começa a ser marcado no 5º eixo.

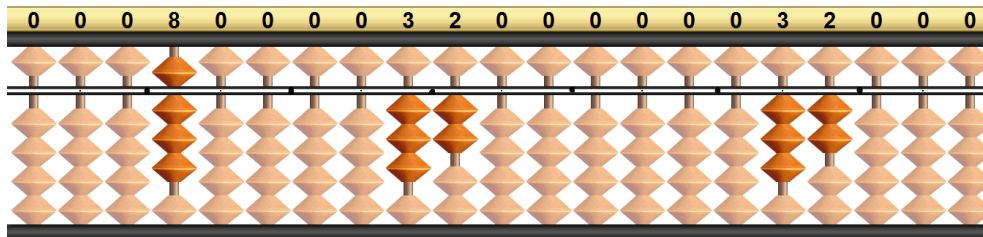


Figura 18 – Registro do multiplicador, do multiplicando e do multiplicando repetido

## b) Cálculo

Primeira multiplicação:  $2 \times 0 = 00$

Multiplica-se o algarismo de ordem mais alta do multiplicador com o de ordem mais baixa do multiplicando como mostrado na figura 19.

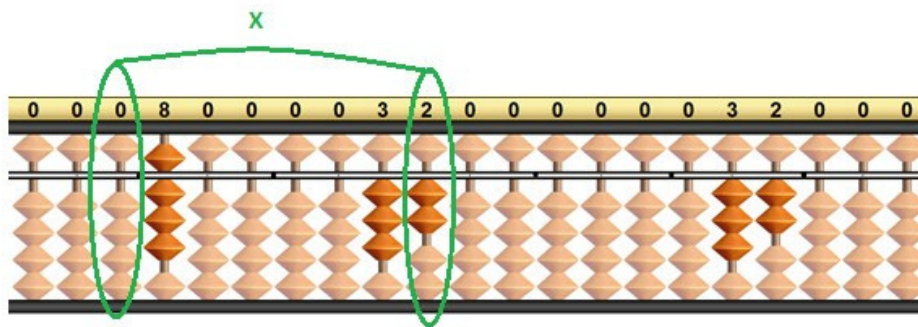


Figura 19 – Representação da primeira multiplicação no soroban

Soma-se o resultado obtido da multiplicação aos dois eixos à direita do multiplicando que foi repetido como mostrado na figura 20.

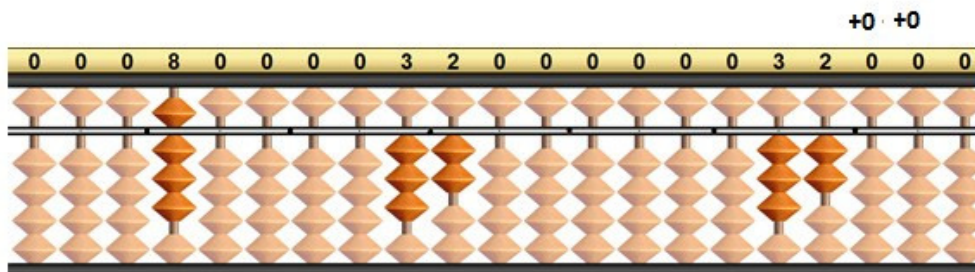


Figura 20 – Multiplicação do algarismo zero do multiplicador com o algarismo de ordem mais baixa do multiplicando somado na posição especificada

Segunda multiplicação:  $8 \times 2 = 16$

Multiplicação do algarismo de ordem mais baixa do multiplicando com o algarismo de ordem mais baixa do multiplicador ilustrado na figura 21.

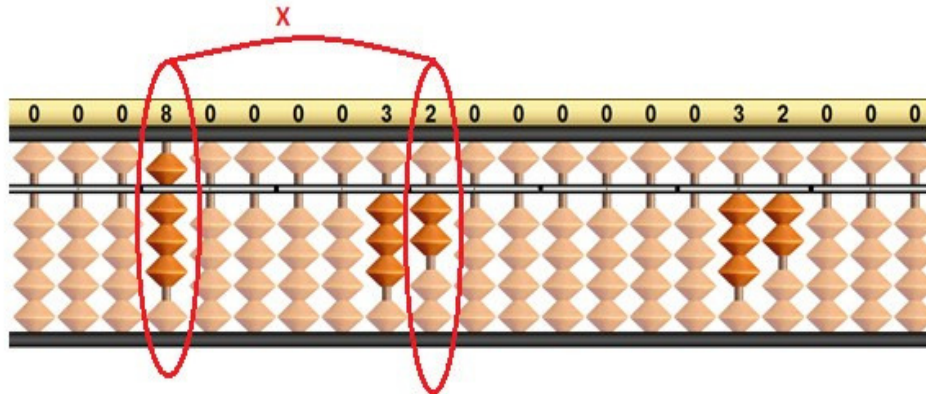


Figura 21 – Representação da segunda multiplicação no soroban

Soma-se o resultado da multiplicação partindo do eixo onde foi marcado o último algarismo da primeira multiplicação como mostrado na figura 22.

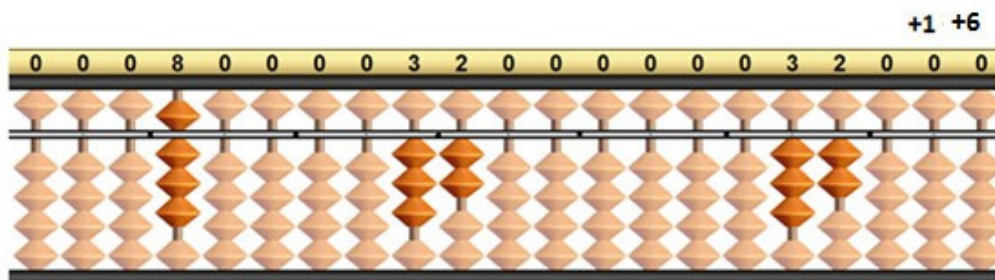


Figura 22 – Multiplicação do algarismo 8 do multiplicador com o algarismo de ordem mais baixa do multiplicando e o resultado somado na posição especificada

Retira-se o algarismo de ordem mais baixa do multiplicando que foi utilizado nas duas últimas multiplicações. Multiplica-se o algarismo de ordem mais alta do multiplicador (0) com o algarismo de ordem mais alta do multiplicando (3) como indicado na figura 23.

Terceira multiplicação:  $3 \times 0 = 00$

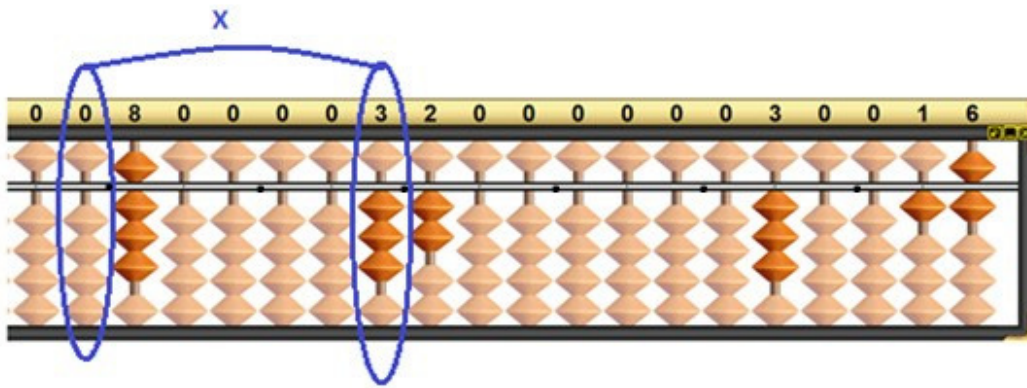


Figura 23 – Representação da terceira multiplicação no soroban

Soma-se o resultado da primeira multiplicação aos dois eixos correspondentes à direita do 3 (número repetido do multiplicando que sobrou) como mostrado na figura 24.

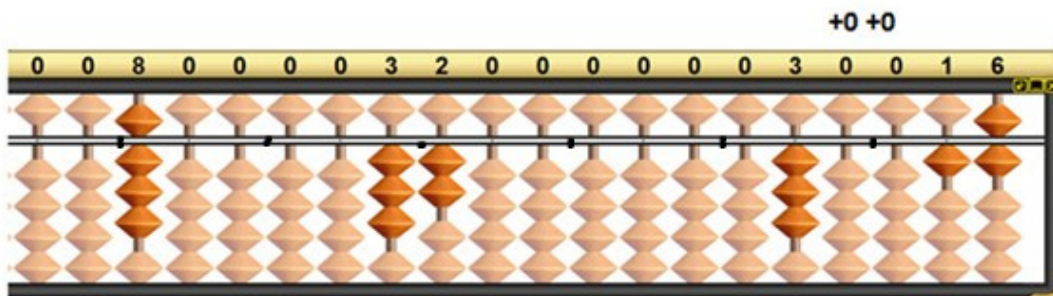


Figura 24 – Multiplicação do algarismo zero do multiplicador pelo 3 do multiplicando e o resultado somado na posição indicada.

Multiplica-se o algarismo de ordem mais alta do multiplicando (3) ao algarismo de ordem mais baixa do multiplicador (8) como ilustrado na figura 25.

Quarta multiplicação:  $8 \times 3 = 24$

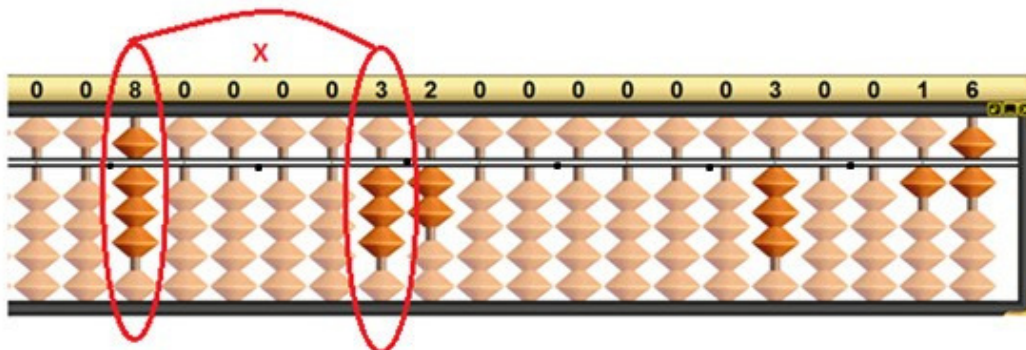
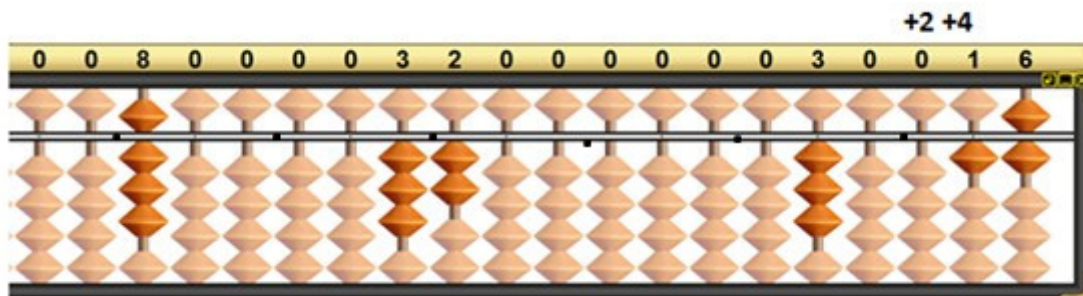


Figura 25 – Representação da quarta multiplicação no soroban

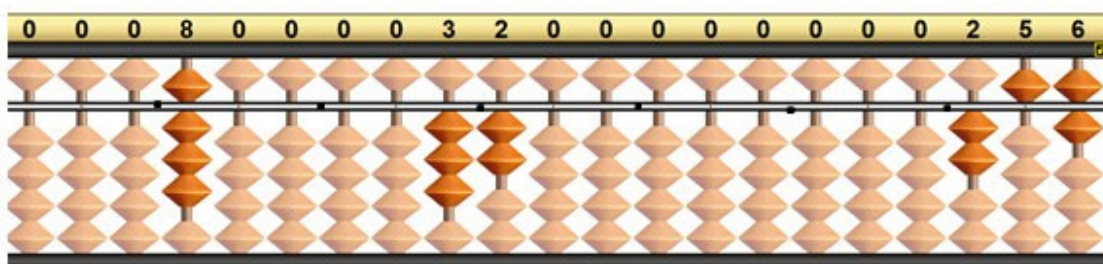


Soma-se o resultado da multiplicação partindo do eixo onde foi marcado o último algarismo da terceira multiplicação como mostrado na figura 26.



**Figura 26 – Multiplicação do algarismo 8 do multiplicador pelo 3 do multiplicando e o resultado somado na posição indicada.**

Na figura 27 aparece o multiplicador, o multiplicando e o produto no soroban após as somas indicadas e eliminação do algarismo 3 que já foi utilizado.



**Figura 27 – Resultado do produto na primeira classe, do multiplicando e do multiplicador**

Como 0,8 tem um número depois da vírgula e 3,2 tem um número depois da vírgula, obtêm-se dois números depois da vírgula no produto. Logo a resposta é **Fat<sub>1</sub> = 2,56 N**

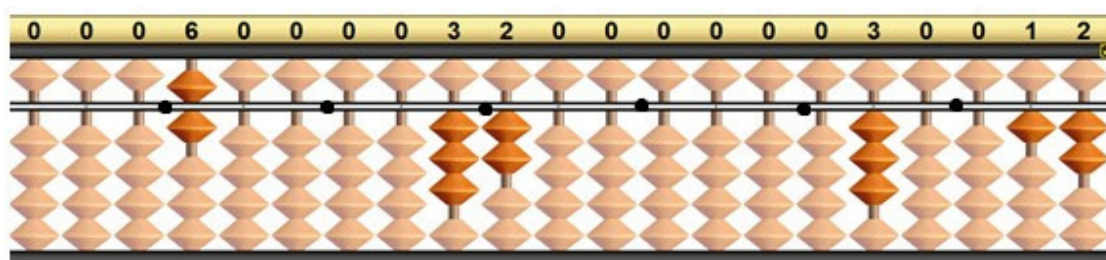
Semelhantemente calcula-se a outra força de atrito, Fat<sub>2</sub>.

Fazendo o cálculo Fat<sub>2</sub> = 3,2 X 0,6

$$3,2 \text{ (multiplicando)} \times 0,6 \text{ (multiplicador)} = \mathbf{1,92 N}$$

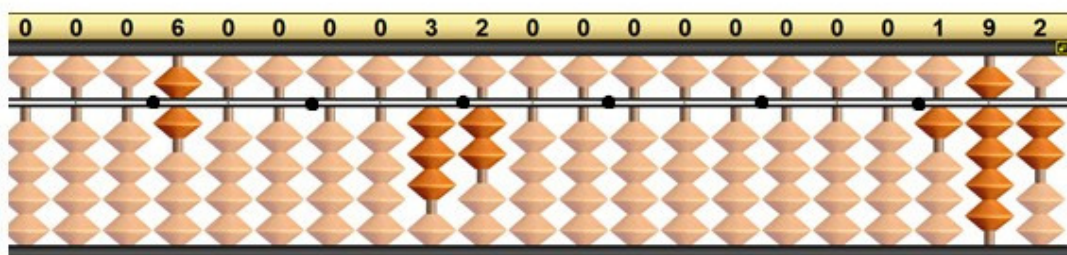
Inicialmente, posiciona-se o multiplicador entre a 6<sup>a</sup> e a 7<sup>a</sup> classes, o multiplicando é posicionado entre a 5<sup>a</sup> e a 4<sup>a</sup> classes e o multiplicando é repetido usando a regra do posicionamento. Multiplica-se o algarismo de ordem mais alta do multiplicador com o de ordem mais baixa do multiplicando (0 x 2 = 00). Soma-se o resultado da multiplicação aos dois eixos correspondentes à direita do multiplicando repetido. Multiplica-se o algarismo de ordem mais baixa do multiplicador com o algarismo de ordem mais baixa do multiplicando (6 x 2 = 12). Soma-se o resultado da multiplicação

partindo do eixo onde foi marcado o último algarismo da primeira multiplicação. Elimina-se o algarismo 2 que foi utilizado nas duas multiplicações e o resultado parcial é mostrado na figura 28.



**Figura 28 – Representação do resultado parcial no soroban e retirada do número 2 que foi memorizado**

Continuando, multiplica-se o algarismo de ordem mais alta do multiplicador com o algarismo de ordem mais alta do multiplicando ( $0 \times 3 = 00$ ). Multiplica-se o algarismo de ordem mais baixa do multiplicador com o de ordem mais alta do multiplicando ( $6 \times 3 = 18$ ). Soma-se o resultado da multiplicação partindo do eixo onde foi marcado o último algarismo da terceira multiplicação. Na figura 29 aparece o multiplicador, o multiplicando e o produto no soroban após as somas indicadas e eliminação do algarismo 3 que foi utilizado.



**Figura 29 – Representação do multiplicador, do multiplicando e do resultado (produto) do exercício 4**

Como 0,6 tem um número depois da vírgula e 0,8 tem um número depois da vírgula obtêm-se o produto com dois números depois da vírgula. Logo a resposta é **1,92 N**

Ao finalizar as duas aulas o professor realizou uma entrevista com cada estudante para obter subsídios a fim de aprimorar seu trabalho.

## **Sondagem Final: Perguntas para o Estudante após as Aulas**

- a) O que você achou das aulas de Física?
- b) Você achou a aula melhor ou pior que a aula que tem normalmente? Por quê?
- c) Você acha que a maquete ajudou a aprender melhor?
- d) Como foi fazer os cálculos com o Soroban? Muito difícil ou não?
- e) Ter o texto em braile o (a) ajudou?

## **ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA UNIDADE DIDÁTICA**

O professor pesquisador aplicou a unidade didática e o material concreto para quatro estudantes com deficiência visual de uma escola pública inclusiva em Brasília, Distrito Federal. Os estudantes<sup>9</sup> foram: Rosa (18 anos), José (18 anos), Alberto (19 anos) e Sérgio (20 anos). Sendo José, Rosa e Sérgio estudantes do 3º ano do Ensino Médio e Alberto do 1º ano do Ensino Médio. Os estudantes José, Alberto e Sérgio são cegos e a estudante Rosa tem baixa visão. As aulas foram aplicadas individualmente com cada estudante e teve, aproximadamente, duração de cinquenta minutos cada uma e foram gravadas e transcritas para posterior análise.

### **Observações Sobre a Aplicação do Material**

Com relação à aplicação do material que consiste da maquete tátil, do carrinho com os vetores e do texto em braile houve os seguintes resultados com os estudantes participantes:

Quanto à direção e sentido de um vetor:

- Todos entenderam a diferença entre direção e sentido com o uso do carrinho e o vetor acoplado. Para isso colocaram o carrinho em duas direções distintas possibilitando duas opções de sentido: para frente e para trás numa direção e depois esquerda e direita em outra direção;
- Com o carrinho na posição horizontal e no plano inclinado entenderam o vetor como algo que “acompanha” o movimento do puxar da corda em diferentes inclinações, de forma que o vetor é paralelo à corda;

---

<sup>9</sup>O nome dos estudantes é fictício para preservar suas identidades.

- Fazendo os estudantes sentirem com o tato a inclinação do palito de picolé, colocado na parte de cima do carrinho, foi possível perceberem que a força normal muda de direção e sentido comparando o caso horizontal com o inclinado. Em relação à superfície perceberam que o vetor sempre estará na perpendicular.

Quanto às forças:

- Quando questionados sobre as forças que atuavam no carrinho, quando a maquete estava inclinada, os estudantes José e Sérgio falaram que essa força era a gravidade enquanto Alberto disse que era uma força nas rodas;
- Com a utilização dos vetores os estudantes puderam distinguir diferentes tipos de forças que atuam no carrinho, tanto no plano horizontal como no plano inclinado. Identificando a própria força aplicada no carrinho e a componente da força peso como forças opostas no plano inclinado;
- Os estudantes puderam comparar os vetores em termos de intensidade pelo comprimento variável do palito de picolé. Com o plano inclinado puderam perceber que o vetor força aplicado por eles era maior que o vetor peso na direção de escorregamento. Perceberam, também, que a variação do comprimento do vetor estava associada à regulação da quantidade de bolinhas de gude dentro do carrinho (relação massa-força);
- Os estudantes participantes não lembraram ou não sabiam da definição da força normal, mas com a utilização da maquete e do vetor representando essa força o entendimento dela ficou mais concreto. Os estudantes puderam perceber que a força normal e a força peso (vetor encaixado na parte inferior do carrinho) são forças opostas que se equilibram. Entenderam a normal como uma força que a própria mão deles exerce para segurar o carrinho.
- Os estudantes compararam os vetores que representam o atrito com o vetor que representa a força aplicada por eles no plano horizontal. Compararam o comprimento das forças de atrito na superfície rugosa e na lisa, associando isso ao esforço realizado por eles para puxar o carrinho em cada uma delas. Perceberam que a força de atrito na superfície mais rugosa é maior que na mais lisa;

- Os estudantes calcularam o valor numérico da força de atrito utilizando o valor do coeficiente de atrito, escrito em braile, em cada superfície. Sendo o valor numérico da força de atrito na superfície rugosa maior do que o da superfície lisa e correspondendo a um esforço maior para puxar o carrinho. A estudante Rosa não conhecia braile e o pesquisador teve que ler os valores numéricos dos coeficientes de atrito.

Quanto à aceleração

- O conceito de aceleração foi trabalhado como a rapidez do movimento que o carrinho faz ao se deslocar. Quanto maior a força mais veloz o carrinho fica. A aceleração como a grandeza associada à velocidade que já é conhecida dos estudantes, só que com a diferença que é uma mudança de velocidade no tempo. Por exemplo, a unidade  $m/s^2$  é a velocidade em  $m/s$  e segundo aparece duas vezes. Com os estudantes Alberto e Sérgio não houve dificuldades em entender a forma da unidade e seu conceito mais concreto. Com a aluna Rosa foi dado um exemplo de sentir a aceleração estando dentro de um elevador e, para o estudante José, da aceleração sentida em um carro, inclusive pelo som que o motor faz. O estudante Alberto associou a aceleração com carro.

### **Observações Sobre a Aplicação do Texto**

Quanto à leitura do texto

- Com relação ao texto de apoio Alberto e Sérgio tiveram a oportunidade de lê-lo antes da aula com a explicação verbal. Os dois afirmaram que o texto complementou o que foi dito durante a aula. Os estudantes não conheciam a notação braile para vetores e gostaram de ter a oportunidade de aprender essa notação. Os exercícios foram lidos pelo professor somente para os estudantes Rosa e José. Para Rosa porque ela é estudante com baixa visão. Para José a fim de que o pesquisador pudesse comparar o resultado de uma aula sem e com a utilização da leitura de texto. Para esses dois estudantes não houve prejuízo no fato de não ter havido a leitura prévia do texto, pois eles interagiram e procuraram se concentrar nas explicações dadas pelo professor.

Quanto às definições de Massa e Peso

- Os estudantes Sérgio e Rosa souberam responder ao questionamento sobre o que é medido numa balança se é massa ou peso, como exemplificado a seguir.

Sérgio: “*O Peso o peso dele ... não tá medindo a massa total dele...*”

Rosa: “*Na balança você tem massa*”

O José não lembrava e o Alberto errou.

José: “*Eu sabia, mas esqueci*”

Alberto: “*Peso*”

Contudo, depois do professor trabalhar as unidades de massa e apresentar o exemplo de um astronauta que na Lua tem a mesma massa que na Terra, mas devido à gravidade, tem seu peso na Lua diferente do da Terra, os estudantes perceberam, mais claramente, a diferença entre peso e massa. Na maquete com a utilização das bolinhas de gude ficou mais concreta a relação de aumento de massa com aumento de peso do carrinho.

### **Recursos Matemáticos Utilizados nas Resoluções dos Exercícios Propostos**

A intenção inicial do autor era a aplicação do soroban como método de cálculo em todos os exercícios propostos. Contudo, considerando o relato na entrevista dada pela professora especialista<sup>10</sup> em ensino de soroban e pelo professor<sup>11</sup> da sala de recursos da escola, onde foi aplicada a unidade didática, o pesquisador utilizou o soroban com o estudante Sérgio que aprendeu as operações básicas e sabia manuseá-lo com destreza. Com os demais estudantes utilizou a calculadora sonora<sup>12</sup> porque eles há muito tempo, não praticavam o soroban.

#### Relações Matemáticas

- Tendo entendido melhor os conceitos de massa ( $m$ ) e aceleração ( $a$ ) não houve grandes problemas para os estudantes utilizarem a relação da 2ª lei de Newton onde a grandeza força ( $F$ ) é obtida pela multiplicação desses outros dois valores;

<sup>10</sup> O estudante com deficiência visual para dominar bem o manuseio do soroban necessita de um tempo relativamente longo de treino e preparação.

<sup>11</sup> Por mudanças na rede de ensino, os estudantes com deficiência visual, não tem base nas quatro operações matemáticas com o soroban.

<sup>12</sup> Calculadora com voz sintetizada para o Português que fala os dígitos numéricos e os operadores matemáticos pressionando as teclas correspondentes.

- Da mesma forma ocorreu com o ensino da relação matemática da força de atrito. Pelo tato os estudantes associaram a etiqueta em braile com os valores numéricos do coeficiente de atrito.

Na tabela 1 descrevem-se as análises de cada exercício sobre a 2ª lei de Newton.

ESTUDANTE	EXERCÍCIO 1	EXERCÍCIO 2	EXERCÍCIO 3	EXERCÍCIO 4
SÉRGIO (soroban)	Ficou inseguro de multiplicar números maiores. Usando o soroban chegou ao valor 12.870 N. Foi avisado, pelo professor que chegou perto da resposta. O estudante refez o cálculo e obteve o resultado correto. O estudante tinha feito bem rápido e por descuido deixou de subir uma conta da dezena carregando o erro até o final do cálculo.	O exercício envolvia uma multiplicação mais simples para o estudante e ele usou cálculo mental.	É um exercício de dedução e o estudante teve dificuldade na interpretação do que foi pedido. Com a ajuda do professor fornecendo um exemplo mais concreto de uma pessoa tentando levantar um botijão que necessita de uma força maior ou igual ao peso do mesmo. O estudante deu um exemplo numérico de força que resolveu a questão.	Ficou inseguro com cálculos com decimais, mas com a orientação do professor mostrando que poderia fazer o cálculo com os números $45 \times 110$ ao invés de $0,45 \times 110$ e depois ajustar a vírgula, conseguiu fazer o cálculo.
JOSÉ (cálculo mental)	Tentou fazer o cálculo mentalmente e chegou ao valor de 11.700 N, mas não tentou refazer os cálculos.	Fez os cálculos mentalmente sem problemas.	Entendeu, sem muita dificuldade, o que foi pedido no problema e deu um exemplo numérico de força maior que a calcula anteriormente.	Fez os cálculos rapidamente dando a resposta em menos de um minuto.
ROSA (calculadora com números grandes)	Com o professor lendo o exercício e com a ajuda da calculadora a estudante chegou ao resultado sem dificuldades	Apesar de ser um cálculo que outros estudantes fizeram mentalmente, a estudante usou a calculadora para chegar à solução.	Entendeu o que foi pedido no exercício e deu uma resposta semelhante a dos outros estudantes dizendo o valor maior de força.	Com o uso da calculadora e com a leitura do exercício pelo professor, a estudante fez os cálculos corretos.
ALBERTO (calculadora sonora)	Inicialmente tentou fazer os cálculos mentalmente, mas não conseguiu. Então, foi permitido que ele usasse a calculadora sonora e com isso pode obter a resposta correta.	Com o professor reforçando que valor deveria utilizar nos cálculos e com a calculadora conseguiu obter o resultado.	Com o professor lembrando ao estudante do valor calculado no exercício anterior, ele entendeu o que foi pedido e falou um valor numérico maior para a força.	O professor repetiu os valores que estavam no problema e o estudante, com a calculadora, conseguiu resolver o exercício.

**Tabela 1 - Análise de cada exercício resolvido pelos estudantes sobre a 2ª lei de Newton**

Na tabela 2 apresentam-se as análises referentes a cada exercício sobre força de atrito.

ESTUDANTE	EXERCÍCIO 5	EXERCÍCIO 6	CONCLUSÃO
SÉRGIO (soroban)	Com a ajuda do professor para dar dica de quais valores deveriam ser usados nos cálculos e anotar os resultados, o estudante se sentiu mais confiante para fazer utilizar o soroban. Calculou com desenvoltura os dois valores da força de atrito apesar de serem multiplicações de dois números decimais.	O professor orientou que o raciocínio para resolver o exercício 6 era análogo ao do exercício 3. O estudante, inicialmente, confundiu os valores da Fat pelos valores de $\mu$ dando como resposta valores maiores para a Fat. O professor repetiu os valores calculados pelo estudante no soroban para que ele pudesse resolver corretamente os valores da força.	O estudante mostrou ter uma boa base do soroban. Ele gostava de usar o soroban porque era prático e sentia com o tato os cálculos realizados. Mesmo com a orientação do professor em registrar os valores calculados pode-se afirmar que o soroban é uma ferramenta válida para o cálculo das grandezas físicas solicitadas nos exercícios apresentados.
JOSÉ (cálculo mental)	Com a orientação do professor indicando os valores do exercício, o estudante conseguiu realizar os cálculos. Errou o cálculo de uma das Fat pela posição da vírgula.	Conseguiu responder o exercício deduzindo de forma semelhante ao exercício 3.	O estudante saiu-se bem no que foi pedido nos cálculos só usando o cálculo mental. Essa é uma habilidade dele como afirmado pelo professor da sala de recursos. Para cálculos mais difíceis ele usa a calculadora sonora.
ROSA (calculadora com números grandes)	Como a estudante não sabe braile o professor lembrou os valores dos coeficientes de atrito das duas superfícies. Usando a calculadora e orientada nos cálculos, a estudante resolveu o exercício.	O professor orientou que o raciocínio para resolver o exercício 6 era análogo ao do exercício 3. A estudante diferentemente dos outros estudantes não deu uma resposta numérica. Apenas disse que era maior que o valor calculado no exercício 5.	A estudante por ser baixa visão fez os cálculos com uma calculadora de números grandes. Com o professor lendo os valores numéricos em braile na maquete, a mesma concluiu todas as tarefas solicitadas.

continua



ESTUDANTE	EXERCÍCIO 5	EXERCÍCIO 6	CONCLUSÃO
ALBERTO (calculadora sonora)	O professor auxilia o estudante indicando quais os valores a serem utilizados nos cálculos e pede ao estudante ler o outro valor do coeficiente de atrito em braile para fazer o cálculo. O estudante lê cada número, faz os cálculos com a calculadora sonora e os resultados são anotados pelo professor.	O professor precisou ler os valores anotados no exercício anterior para o estudante recordar e dar exemplos de forças que são maiores que as calculadas no exercício 5.	O estudante tem dificuldade de fazer cálculos mentais, mas com o auxílio do professor e com a calculadora sonora conseguiu realizar os cálculos solicitados. O estudante costuma na sala de recursos utilizar a máquina braile ou um computador para registrar os cálculos.

**Tabela 2 - Análise de cada exercício resolvido pelos estudantes sobre a força de atrito**

Na tabela 3 mostram-se algumas das respostas dos estudantes quando aplicada a sondagem final.

ESTUDANTE	AULAS DE FÍSICA NA CLASSE REGULAR	SUGESTÕES PARA APRIMORAMENTO DO MATERIAL E DA AULA	SATISFAÇÃO COM A AULA E COM A MAQUETE TÁTIL
SÉRGIO (soroban)	Fica mais como ouvinte nas aulas. Quando têm muitas equações matemáticas no quadro ele fica mais confuso.	Fazer um mecanismo que possa ensinar a força normal. Utilizar corda maleável no lugar do barbante	A maquete o ajudou bastante, pois foi a primeira vez que conseguiu entender um assunto com material concreto. Achou a aula dinâmica porque conseguiu trazer os conceitos físicos para o cotidiano.
JOSÉ (cálculo mental)	Afirmou que o conteúdo de Física Moderna apresentado pelo professor na classe regular, sendo mais teórico e menos visual é mais fácil de acompanhar.	Amarrar a corda que puxa o carrinho no vetor de palito que indica sua direção e sentido.	O estudante disse que entendeu melhor o conteúdo, por causa do material e da explicação do professor/pesquisador

continua

ESTUDANTE	AULAS DE FÍSICA NA CLASSE REGULAR	SUGESTÕES PARA APRIMORAMENTO DO MATERIAL E DA AULA	SATISFAÇÃO COM A AULA E COM A MAQUETE TÁTIL
ROSA (calculadora com números grandes)	Por ter baixa visão e as aulas de física serem muito visuais, por conta dos cálculos, a estudante não consegue acompanhar as mesmas e, por isso, não se sente incluída.	Utilizar uma argola no lugar do prego que prende o barbante para puxar o carrinho. Usar um vetor para representar o atrito.	Quanto à maquete a estudante disse que a mesma lhe ajudou no entendimento do conteúdo trabalhado. Quanto à aula, o professor/pesquisador explicou de forma bastante clara.
ALBERTO (calculadora sonora)	Às vezes não consegue acompanhar o conteúdo da sala de aula.	Sem sugestões para a melhoria do material.	Gostou da aula e disse que o material concreto ajudou na explicação. Conseguiu se concentrar melhor com o silêncio e com o atendimento individualizado realizado pelo professor/ pesquisador

**Tabela 3 – Algumas respostas dos estudantes na sondagem final**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escola inclusiva, em que foi realizada a aplicação da unidade didática, é uma escola privilegiada em comparação com outras do Distrito Federal.

A utilização de uma unidade didática estruturada de forma a melhorar o entendimento dos conceitos referentes a 2ª lei de Newton e a força de atrito, vistos em sala de aula, tornaram o estudante com deficiência visual mais atuante na sua aprendizagem e não apenas um mero ouvinte. Propiciar, para este estudante, uma aula em que ele possa ser mais que um ouvinte foi uma experiência rica e gratificante para o professor/pesquisador, pois a aprendizagem e a interação do estudante com o professor e o material se sobrepuseram às limitações causadas pela deficiência.

Com a utilização do material concreto os estudantes tiveram aulas de física em que os conceitos apresentados têm um sentido tátil: forças como vetores de palitos, coeficiente de atrito como texturas diferentes, vetores dinâmicos reguláveis que aumentam de intensidade ou mudam de direção e sentido, massa associada com a quantidade de

bolinhas de gude colocadas dentro do carrinho, etc. Os resultados com o material concreto se mostraram satisfatórios para os estudantes.

Na aplicação dos exercícios de cálculos e naqueles que precisam ser feitas deduções é importante o apoio do professor para auxiliar o estudante com deficiência visual, independentemente do recurso matemático inclusivo utilizado. Levando em conta a situação dos estudantes em relação à base nas quatro operações do soroban foi permitido que três deles utilizassem calculadoras sonoras para que pudessem resolver os exercícios propostos e um utilizou o soroban conforme a ideia inicial. Com isso, verificaram-se as viabilidades e dificuldades de aplicação do soroban como método de cálculo no ensino de Física. Percebeu-se que o estudante precisa de um maior contato<sup>13</sup> com o soroban ou que o professor, que quiser adotar esse instrumento de cálculo, tenha um tempo maior de pratica-lo com os estudantes.

No decorrer da aula foram feitas perguntas aos estudantes onde eles tiveram a liberdade de responder baseados naquilo que sabiam, para que dessa forma, o professor pudesse elaborar organizadores prévios, tais como explicações mais descritivas com exemplos mais concretos, que permitissem a interação dos novos conhecimentos com os antigos e assim, a mudança dos últimos.

Baseado nas ideias de Ausubel (apud Moreira, 1999) estruturou-se a unidade didática de forma a apresentar os conceitos de força de forma geral, depois das grandezas que estão envolvidas no cálculo dessa força no caso massa e aceleração, continuando com a força peso e a força normal e, por fim, a força de atrito e das grandezas envolvidas em seu cálculo, o coeficiente de atrito e a força normal. Para avaliar o entendimento dos estudantes finalizou-se com exercícios sobre o conteúdo trabalhado.

Seguindo os pressupostos da obra da Defectologia de Vygotsky (1997) que foca nas potencialidades do estudante com deficiência utilizou-se textos e etiquetas em braile para que o estudante com DV interagisse com o meio social por meio da linguagem braile, já que estão impossibilitados de utilizarem a escrita convencional<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> O Soroban foi regulamentado pelo Ministério da Educação por meio da portaria nº. 657 de 7 de março de 2002 (AZEVEDO, 2015, p.1), mas por conta de mudanças ocorridas nas salas de recursos do DF, em 2003, os professores não poderiam ensinar apenas o soroban o que prejudicou o ensino deste nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Além disso o ensino de soroban divide-se em graus e leva pelo menos um ano para o estudante começar a dominar as operações básicas de adição e subtração.

<sup>14</sup> Vygotsky denomina isso de vias colaterais do desenvolvimento.

Com o auxílio de um mediador (o professor) o estudante com deficiência visual se torna capaz de resolver um exercício matemático saindo de um conhecimento mais empírico (zona de desenvolvimento cognitivo real) para um mais sistematizado e abstrato (zona de desenvolvimento proximal). Da mesma forma, o estudante pode passar do conceito mais intuitivo de força para um mais complexo, percebendo os diferentes tipos de força e como elas se relacionam por meio da linguagem matemática.

O estudante que usou o soroban, auxiliado pelo professor, mostrou ser este um recurso didático que pode auxiliar os estudantes com deficiência visual na resolução de problemas operacionais de matemática no contexto do ensino de física.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br>>. Acesso em: 30 jun 2015.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº. 5.296, de 02 de dezembro de 2004**: Regulamenta as Leis nºs 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm)>. Acesso em: 06 dez. 2015.

MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. 1ª. ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999. 181p.

VYGOTSKY, L. S. Obras Escogidas V – **Fundamentos de Defectología**. Madrid: Visor, 1997.