UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA CINEMÁTICA ATRAVÉS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL

(Adriano Fonseca Silva)

Manual Prático para Elaboração de Atividades de Ensino de Cinemática Usando o Sistema Lego Mindstorm

Introdução: Esta sequência didática utilizará a robótica educacional como ferramenta motivadora auxiliar no ensino de Física, a sequência de aulas será ministrada com foco no uso do kit de Robótica Lego Mindstorm NXT 9797. Diante da grande possibilidade de aplicações do kit Mindstorm NXT, este trabalho foca na utilização deste kit na motivação para o estudo da física, e não tem a intenção de oferecer um curso de robótica, mas apenas apresentar as características dos principais componentes do kit, e algumas configurações simples que podem ser utilizadas como ferramenta motivadora auxiliar no ensino das teorias de física em especial ao conceito de encontro de móveis no movimento retilíneo uniforme.

Nesta sequência abordaremos o tema cinemática escalar em especial encontro de móveis no movimento uniforme, distribuiremos a sequência no decorrer de cinco aulas distribuídas da seguinte forma:

- Aula 1 e 2: Introdução teórica sobre os movimentos uniforme e variado
- Aula 3: Construção e programação do experimento (duas aulas)
- Aula 4: Aula experimental

Para as aulas 1 e 2 existe um texto de apoio que não necessariamente deve ser o texto seguido pelo professor estas aulas podem ser feitas de acordo com o material didático adotado pelo professor o texto que colocamos aqui serve só de referência.

Aula 1:

Nessa primeira aula apresente aos alunos os conceitos básicos da cinemática escalar:

- Referencial
- Trajetória
- Deslocamento
- Velocidade média

Discuta com a classe as questões teóricas que estão no texto de apoio 1, é importante que deixe um tempo para os alunos responderem as questões de acordo com o que sabem acerca do assunto, a partir de suas respostas interfira e se preciso corrija os alunos demonstrando como tal conceito realmente é de acordo com a física.

O texto de apoio bem como as questões neles inseridas são somente uma referência a escolha do texto didático bem como as questões a serem respondidas ficam a livre escolha do professor, sugerimos usar questões de cunho teórico e que estimulem o pensamento criativo do aluno.

Texto de apoio 1

REFERENCIAL

"Um corpo está em repouso quando a distância entre este corpo e o referencial não varia com o tempo. Um corpo está em movimento quando a distância entre este corpo e o referencial varia com o tempo."

Questões

1. Considere o livro que você está lendo. A) Ele está em repouso em relação a você? B) E em relação a um observador no Sol?

2. Enquanto o professor escreve na lousa. A) O giz está em repouso ou em movimento em relação à lousa? B) A lousa está em repouso ou em movimento em relação ao chão? C) A lousa está em repouso ou em movimento em relação ao giz?

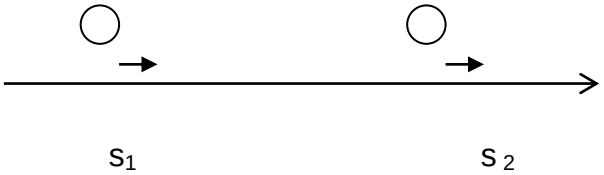
TRAJETÓRIA

"Trajetória é a linha determinada pelas diversas posições que um corpo ocupa no decorrer do tempo."

Questões

1. Sobre o chão de um elevador coloca-se um trenzinho de brinquedo, em movimento circular. O elevador sobe com velocidade constante. Que tipo de trajetória descreve o trenzinho, em relação: A) Ao elevador? B) Ao solo?
2. Um avião em vôo horizontal abandona um objeto. Desenhe a trajetória que o objeto descreve nos seguintes casos: A) Tomando como referencial uma casa fixa à Terra. B) Tomando como referencial o avião?

DESLOCAMENTO



$\Delta s = s_2 - s_1$

Δs = deslocamento (m)

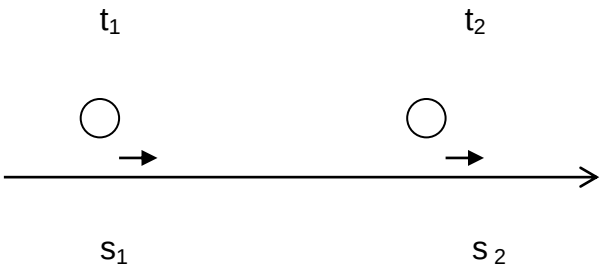
s_2 = posição final (m)

s_1 = posição inicial (m)

Questões

1. Um carro tem aproximadamente 4m de comprimento. Se ele fizer uma viagem de 50km em linha reta, ele poderá ser considerado um ponto material? Por que?
2. Dê um exemplo onde você possa ser considerado um ponto material e outro onde você possa ser considerado um corpo extenso.

VELOCIDADE MÉDIA



$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$\Delta s = s_2 - s_1$$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

v_m = velocidade média (unidade: m/s, km/h)

Δs = deslocamento (m)

Δt = tempo (s, h)

Questões

1. Faça uma comparação entre as velocidades médias de: pessoas em passo normal, atletas, animais, aviões, trens e foguetes.
2. Como você faria para calcular a velocidade média de uma pessoa que caminha pela rua?

3. Qual a diferença entre velocidade instantânea e velocidade média?

Aula 2:

Nessa segunda aula apresente aos alunos o conceito de movimento retilíneo uniforme e encontro de móveis.

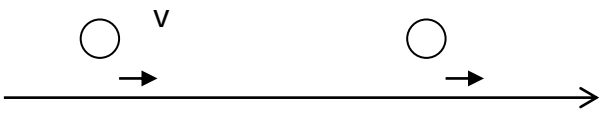
Agora estaremos introduzindo na classe os conceitos diretos que serão estudados na atividade prática sobre movimento uniforme e encontro de móveis, utilize o texto de apoio 2 para explicar estes conteúdos disponibilize uma parte da aula para a realização das atividades propostas, não há a necessidade de resolver todas as questões em sala , se possível realize a experiência que está no anexo 2, faça ela de forma a estimular o interesse do aluno e instigar a curiosidade para a atividade em robótica que será realizada nas aulas seguintes.

Para o estudo dos movimentos proposto nesta atividade não está sendo levada em consideração a natureza vetorial de diversas grandezas físicas envolvidas.
Novamente ressaltamos que o texto de apoio para esta aula pode não ser necessariamente seguido pelo professor o mesmo pode utilizar o texto didático que já trabalha em suas aulas.
Quanto a experiência explicitada no fim do texto de apoio acreditamos em ser de suma importância para o entendimento dos conceitos envolvidos, logo sugerimos que seja desenvolvida pelo professor para que a aula tenha o efeito motivador que esperamos que tenha.

Texto de apoio 2

MOVIMENTO UNIFORME

(Movimento com velocidade constante)



s_0 s

$s = s_0 + vt$

s = posição em um instante qualquer (m)

s_0 = posição inicial (m)

v = velocidade (m/s, km/h)

t = tempo (s, h)

Questões

1. Como podemos identificar um movimento uniforme?
2. Uma pessoa lhe informa que um corpo está em *movimento retilíneo uniforme*. O que está indicando o termo "retilíneo"? O que indica o termo "uniforme"?
3. Movimentos uniformes ocorrem no nosso dia-a-dia e na natureza. Observe o ambiente e identifique dois exemplos desse tipo de movimento.
4. Um móvel obedece a função horária s = 5 + 2t (no S.I). A) determine a posição do móvel quando t = 7 s. B) em que instante o móvel passa pela posição s = 25 m?
5. A função horária s = 50 - 10t (no S.I) é válida para o movimento de um ponto material. A) determine em que instante o ponto material passa pela origem da trajetória. B) determine a posição quando t = 10 s.

ENCONTRO DE DOIS MÓVEIS EM MOVIMENTO UNIFORME

"Para determinar o instante em que dois móveis se encontram devemos igualar as posições dos móveis. Substituindo o instante encontrado, numa das funções horárias, determinaremos a posição onde o encontro ocorreu."

Questões

1. Num dado instante, dois ciclistas estão percorrendo a mesma trajetória, obedecendo às funções horárias $s_1 = 20 + 2t$ e $s_2 = -40 + 3t$ (SI). Determine o instante e a posição do encontro.
2. Dois corpos se deslocam sobre a mesma trajetória, obedecendo às funções horárias $s_1 = 3 - 8t$ e $s_2 = 1 + 2t$ (SI). Determine o instante e a posição do encontro.
3. Dois ônibus com velocidade constante de 15 m/s e 20 m/s percorrem a mesma estrada retilínea, um indo ao encontro do outro. Em um determinado instante, a distância que os separa é de 700 m. Calcule, a partir desse instante, o tempo gasto até o encontro.
4. A distância entre dois automóveis num dado instante é 450 km. Admita que eles se deslocam ao longo de uma mesma estrada, um de encontro ao outro, com movimentos uniformes de velocidades de valores absolutos 60 km/h e 90 km/h. determine ao fim de quanto tempo irá ocorrer o encontro e a distância que cada um percorre até esse instante.

Experiência

Determine a velocidade média de um aluno andando de uma extremidade a outra da sala de aula.

1º) medir o comprimento da sala.

2º) medir o tempo de percurso.

3º) calcular a velocidade média

Aula 3:

OBS: Esta atividade deve ser realizada em no mínimo duas aulas de 50 minutos cada.

Nesta aula realizamos a introdução de nossa atividade em Robótica Educacional, faremos uma pequena introdução do que é robótica educacional e da programação no software Mindstorm NXT para isso utilize o texto de apoio 3 que é uma breve apostila de programação contendo os comandos básicos e necessários para a realização da atividade prática, também está disponível uma apresentação em PowerPoint (anexo 1).

Texto de apoio 3

O QUE É PROGRAMAÇÃO?

Programas são, basicamente, instruções que um computador recebe e executa conforme lhe foi dito. Algo parecido com uma receita de bolo: você quando quer preparar um bolo, deve seguir uma lista de comandos em uma ordem específica, para que consiga um resultado esperado; você não pode pular etapas, como por exemplo, acrescentar cobertura no bolo antes de levá-lo ao forno; não pode usar 5 ou 6 ovos para fazer a massa do bolo; resumindo, não pode ir além das instruções, se você quiser que o resultado final seja o bolo. Assim como a receita de bolo é para você, o programa será para o robô.

O grande desafio, porém, é que o robô não possui um cérebro como um humano, capaz de interpretar informações; portanto, as instruções que você der para ele têm que ser específicas.

Como pequeno exemplo: Você quer construir um carro robô que desvie de obstáculos a frente dele sozinho. Para um ser humano dirigindo este carro, os comandos que você daria para ele seriam exatamente esses:

Ex.:

“Dirija o carro até que, se encontrar um objeto desvie, e continue a dirigir. ”

Mas, para um carro-robô, os comandos precisam ser bem mais específicos:

“Ligue os motores.
Siga em frente até que:
Se encontrar um objeto a frente:
Pare os motores;
Gire a direção duas vezes para esquerda;
Siga em frente.
Se não encontrar um objeto a frente:
Siga em frente.”

Lego Mindstorms

O kit de Robótica Educacional com o qual esta sequência didática foi elaborada é o kit 9797 LEGO MINDSTORMS. Diferente dos blocos de montar Lego mais comuns, o kit consiste, além de suas peças, de três servo-motores que fazem o robô se mover, vários sensores que o robô usa para interagir com o ambiente ao seu redor, e do NXT Intelligent Brick (ou somente NXT, visto na figura 1), considerado o cérebro do robô.

Figura 1

O NXT é a central de processamento do robô, pois, a partir dele, é que ocorre o trânsito de informações, provenientes da programação que você inseriu nele, como a leitura de sinais do ambiente em que o robô está inserido. Ele possui quatro canais de entrada, onde os sensores são inseridos, três canais de saída, onde os servo-motores são inseridos, e uma entrada USB, por onde se conecta a um computador para inserir o arquivo onde está escrita a programação.

O lego Mindstorms possui uma ferramenta de programação baseada no sistema LabView, da National Instruments, uma linguagem para prototipação rápida.

Quando estamos lidando com robótica, surge a necessidade de adicionarmos comando específicos para controlarmos motores sensores, além dos comandos sobe dados abstratos como operações matemáticas e etc.

A imagem abaixo (figura 2) exibe a tela inicial de programação do LEGO MINDSTORMS NXT:

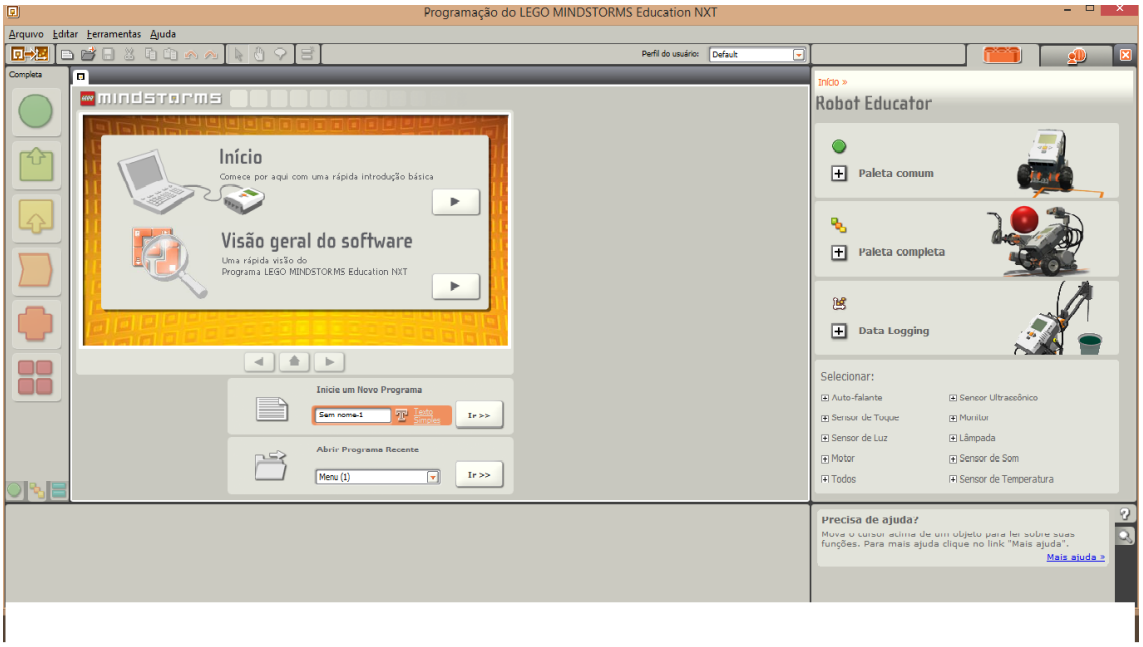


Figura 2

A princípio, o programa abre a tela acima, dando as opções Create new program (*Criar novo programa)* ou Open recent program (*Abrir programa recente)*. À direita, aparece a guia Robo Center, que consiste de modelos de montagem de robôs já disponibilizados pela LEGO no software, que não serão abordados pela apostila.

Após abrir um novo arquivo de nome *"Untitled-1.rbt"*, nome inicial que você pode modificar, estamos prontos para começar a programar. A seguinte tela é aberta, mostrando a Paleta de Comandos e o Controlador do NXT:

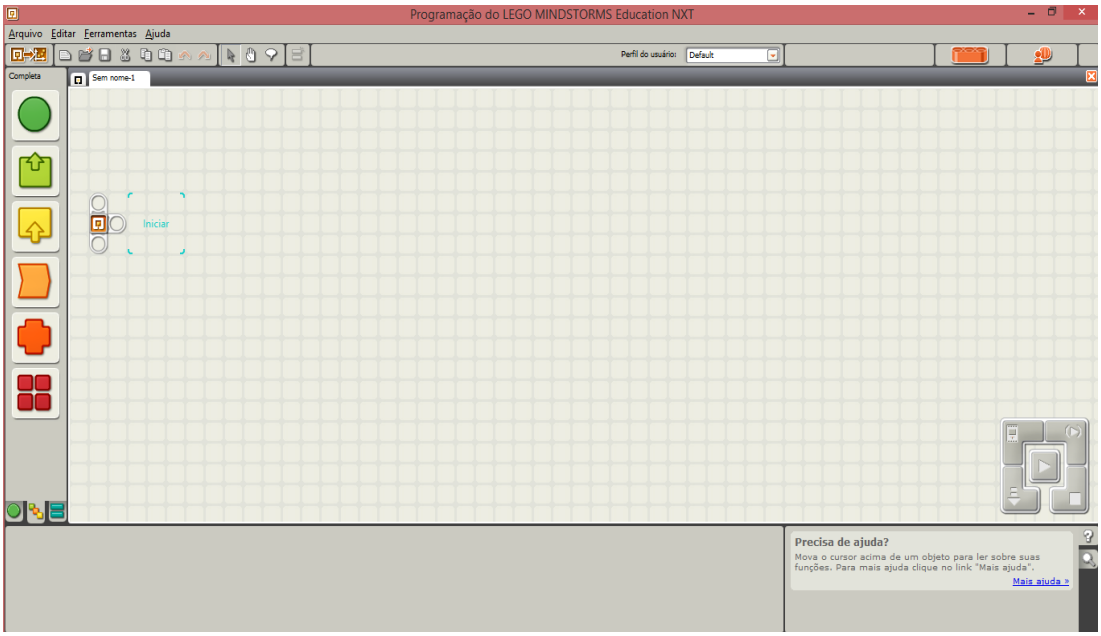


Figura 3

Programar no Mindstorms é muito similar a descrever um fluxograma, bastando arrastar blocos das paletas de comando para a área de trabalho, em ordem.

Ao programar o lego Mindstorms, não se esqueça que, apesar de toda a estrutura construída, o NXT controla apenas os sensores e motores instalados dentro dele (figura 4). Deve-se adequar a programação a essa realidade, e não supor que o robô irá adaptar seus comandos a sua forma.

Figura 4

Quando for programar no Lego Mindstorm, é importante conhecer exatamente o que está fazendo para isso vamos ver aqui alguns dos blocos que serão usados na aula prática desta sequência didática, como já havíamos mencionado no início o nosso objetivo principal não é ensinar a programar e sim dar uma noção básica para a realização da aula prática.

O NXT é o centro do Lego Mindstorm, o cérebro das operações. Todos os sensores e motores utilizados devem ser ligados nele. O bloco possui quatro botões (três deles podem ser usados nos programas) e um pequeno alto-falante.

Como mostrado na figura 5, o NXT possui tres portas de saída(output), onde se conectam os motores. Essas portas estão acima do visor (portas A, B e C). Abaixo dos botões estão mais quatro portas, as de entrada (input), onde se conectam os sensores (portas 1, 2, 3, e 4).

A porta USB para comunicação com o software está próxima às portas de comunicação com os motores. Através dela podemos instalar os programas do computador para o robô, e também coletar dados do robô para o computador.

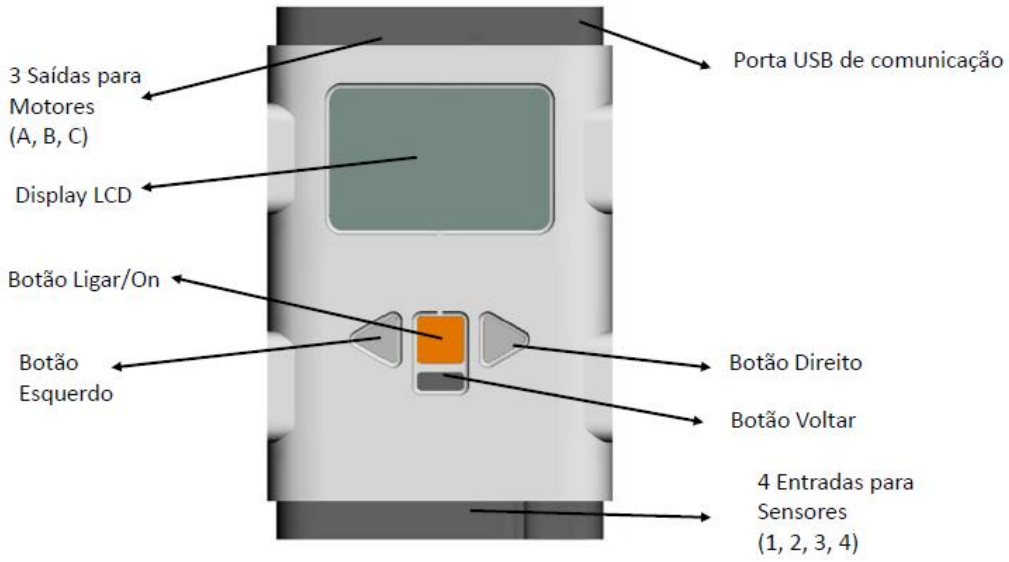


Figura 5

Na parte superior do visor, no canto esquerdo, vemos ícones que informam sobre o status e da conexão bluetooth ou USB do robô. No canto direito vemos o ícone da bateria informando a carga disponível.

Figura 6

O botão central laranja é a tecla Enter do robô. Ele também é usado para ligar o robô. As setas direcionais, em cinza claro, são utilizados para a navegação nos menus disponíveis no visor.

O botão inferior, em cinza escuro, é utilizado para a navegação nos diferentes níveis dos menus. Também pode ser usado como o botão voltar e desligar.

No canto esquerdo do ambiente de programação, encontram-se a Paleta de Comandos, onde estão os blocos que iremos usar para programar. Ela pode ser exibida de três formas: *Common, Complete, e Custom*. Usaremos apenas a exibição common (comum) em nossa proposta de aula (figura 7).

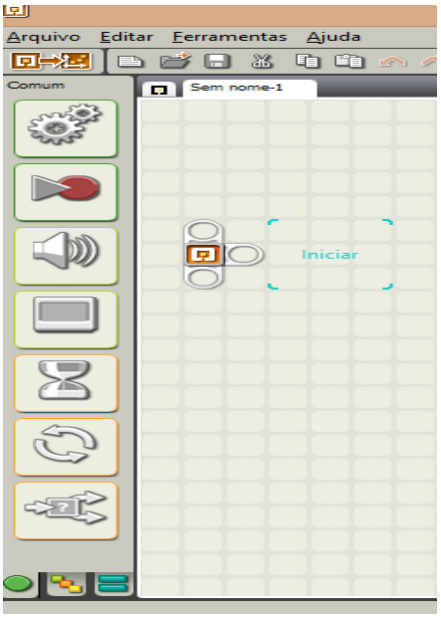


Figura 7

Para execução da atividade usaremos apenas dois tipos de bloco desta paleta o bloco move e wait (figura 8).

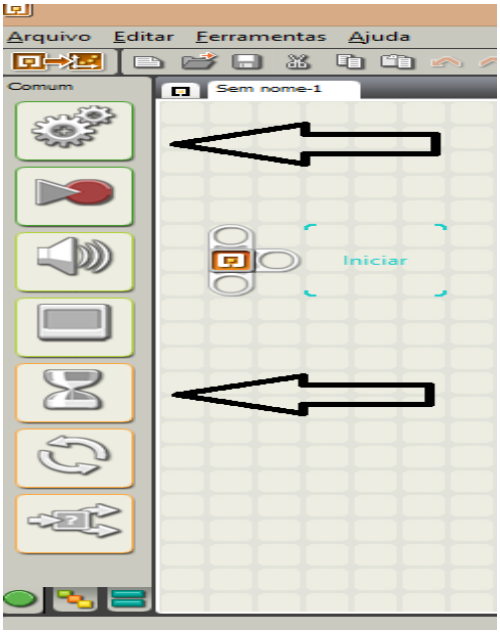
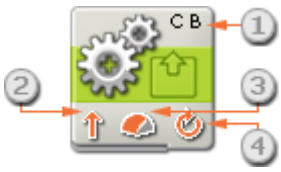


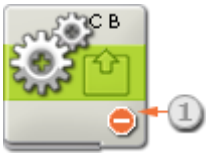
Figura 8

Comando move:

Use este bloco para configurar seu robô para ir para frente ou para trás em uma linha reta ou girar seguindo uma curva. Defina quanto longe o robô irá usando a propriedade duração.



1. As letras que estão no canto superior direito do bloco mostram quais as portas do NXT que serão controladas.
2. Este ícone mostra em qual direção o robô irá.
3. Este ícone mostra o nível da força. A velocidade do robô poderá ser afetada por outras condições, como o tipo de superfície esteja se movendo ou se ele está subindo ou descendo uma ladeira.
4. Este ícone mostra se você ajustou a propriedade de Duração para ilimitada, graus, rotações ou segundos.



1. Este ícone mostra que a propriedade Direção está "parada". Este ajuste parará todos os motores.

Configurando o Bloco de Movimento

1. Selecione os motores que você gostaria de controlar. Se você escolher controlar dois motores (Exemplo: B e C), os motores serão

sincronizados, indo para frente ou para trás com exatamente a mesma força. Se você selecionar três motores, os motores B e C estarão sincronizados.

2. Escolha se o motor vai rodar para frente, para trás ou permanecer parado. Selecionar Parar também reiniciará os motores. (Veja também o arquivo Reiniciar o Bloco do Motor.)

3. Se você estiver usando dois motores para conduzir um veículo (um em cada lado), o controle deslizante de Direção aparecerá com as letras das portas selecionadas em cada lado. Movimente o controle deslizante para ajustar o caminho em forma de curva para o robô. Com o controle deslizante todo para um lado fará o veículo rodar no mesmo lugar.

4. Este controle deslizante e a caixa de edição de entrada permitirão que você configure o nível da força [0-100%].

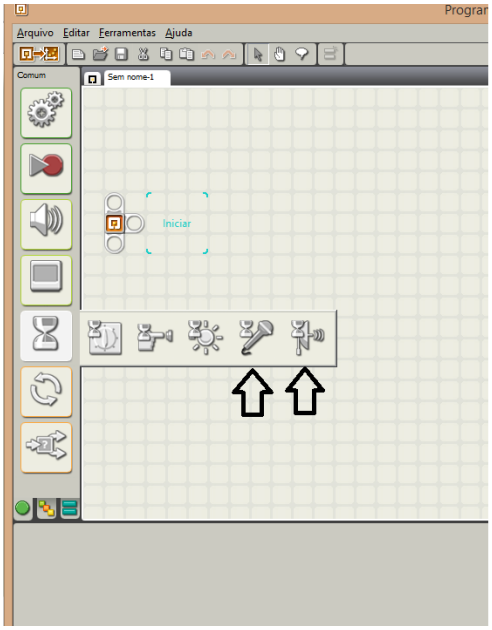
5. Usando o menu de contexto Duração, ajuste os motores para rodar por um tempo indeterminado ou para um número de rotações [padrão], graus ou segundos. Se escolher Tempo, Rotação ou Graus você pode controlar o quão distante o robô andará. (Veja as Sugestões abaixo.)

6. Escolha se os motores vão parar ou desacelerar após terminarem sua ação. Se você quiser que o robô pare precisamente numa posição exata, ajuste os motores para frear. Configurando os motores para frear também pode manter o robô lentamente andando para trás numa rampa mas este ajuste consumirá as baterias do NXT rapidamente pois os motores estão fazendo um trabalho para manter o robô no lugar.

7. As caixas de retorno contarão quantos graus ou rotações completas os motores executaram. Pressione o botão reiniciar para retornar os valores para zero. (Para receber um retorno, certifique-se de que os motores estejam conectados na porta escolhida e que a comunicação foi estabelecida com o NXT.)

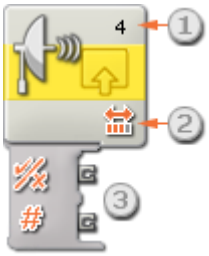
Bloco wait:

O bloco wait determina uma espera, que pode ser em função do tempo do evento de um dos sensores. Em nossa atividade usaremos apenas dois tipos de sensores, o sensor de distância e o sensor de som.



Sensor de distância:

Este bloco pode detectar objetos a uma distância máxima de cerca de 100 polegadas (250 cm). Usando fios de dados, ele pode enviar a leitura de ultra-som e um sinal lógico (true/false) com base na leitura de ultra-som atual, verificando se esta se situa acima ou abaixo de um ponto escolhido.



1- O número mostra qual das portas está conectado ao sensor ultra-sônico. Você pode mudar este número no painel de configuração, se você precisar.

2- Este ícone mostra se o sensor de ultra-som está definido para detectar objetos próximos ou distantes. As barras mais coloridas indicam distâncias maiores de detecção.

3- O concentrador de dados do bloco irá abrir automaticamente quando o bloco for colocado na área de trabalho. Você pode arrastar fios que ligam informações dos dados obtidos pelo bloco para outro.

Configurando o Bloco do Sensor Ultrassônico

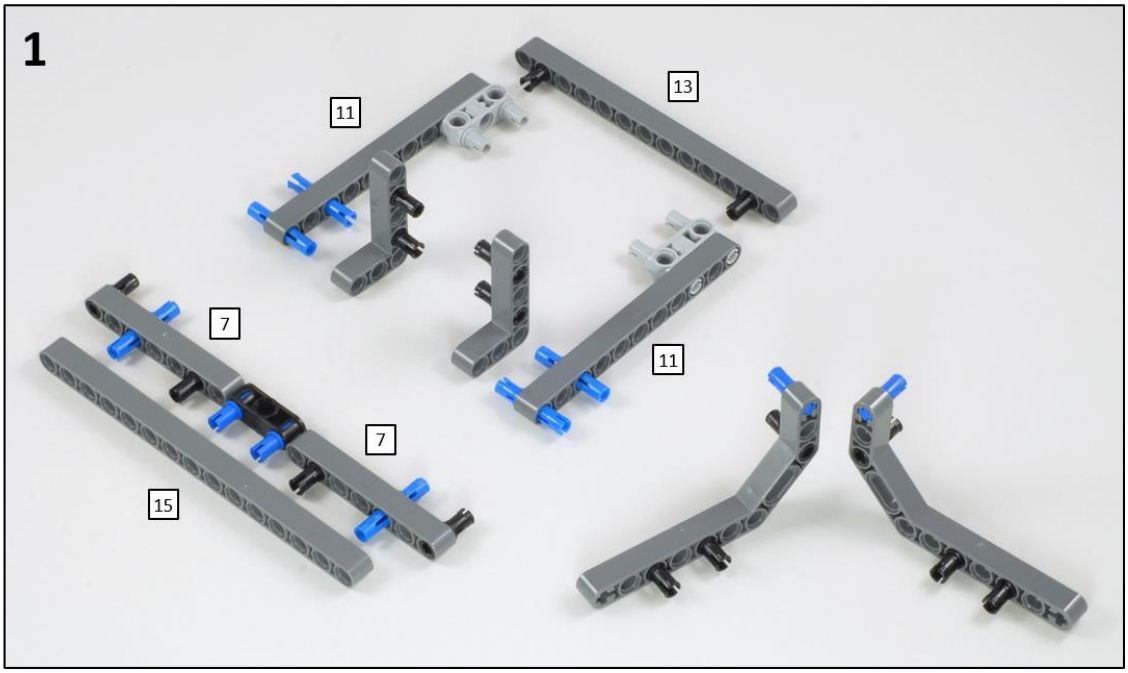
Define em qual porta você deseja por o sensor, por padrão este está na 4.

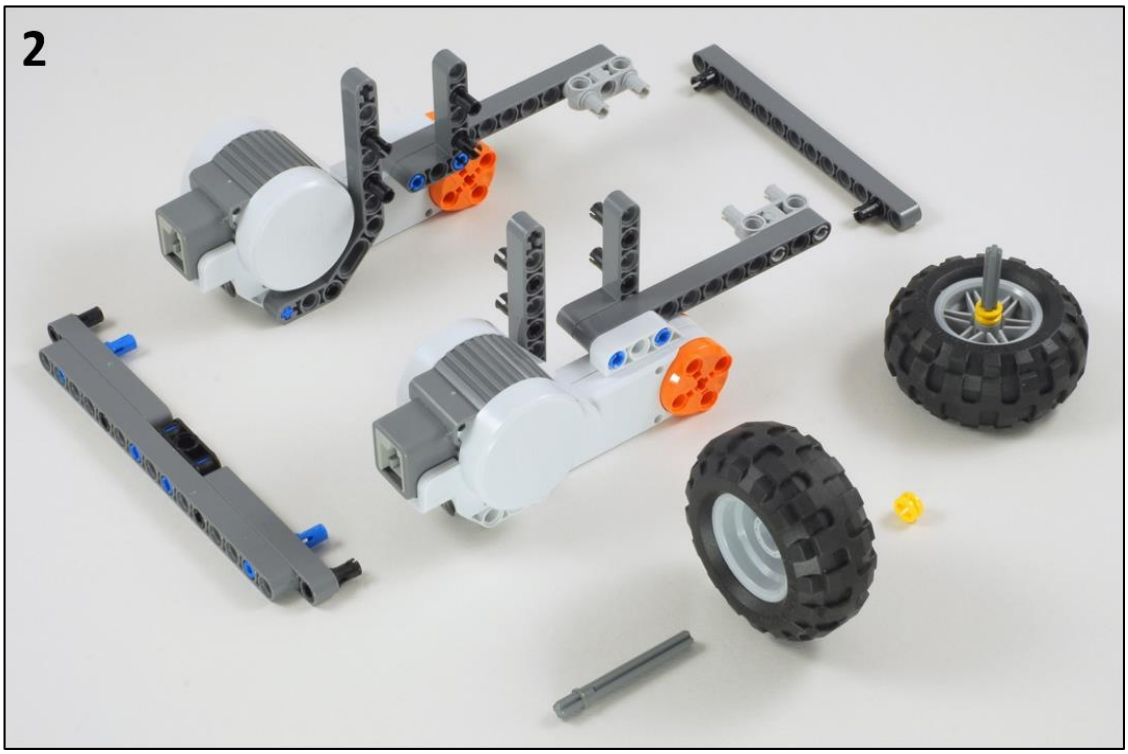
2- Nesta opção você pode usar a barra deslizante para escolher a distância de comparação que você deseja medir; na opção logo abaixo da barra você decide se irá procurar por valores maiores ou menores em relação ao escolhido.

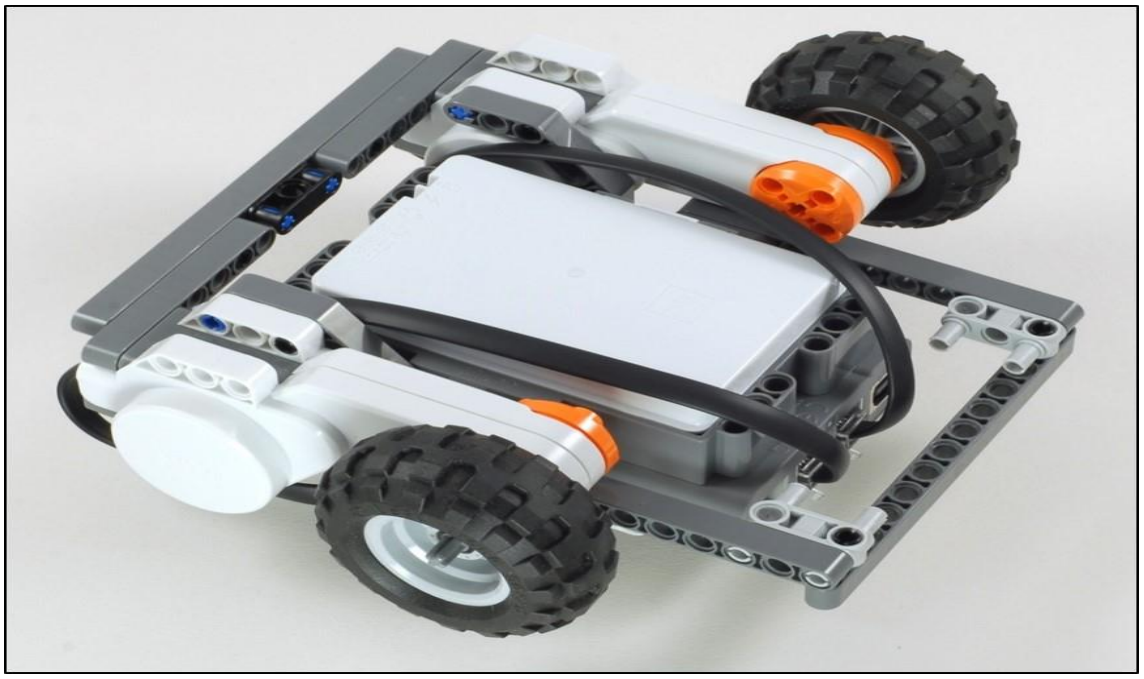
3- Nesta opção você escolhe a unidade de comprimento, centímetros ou polegadas.

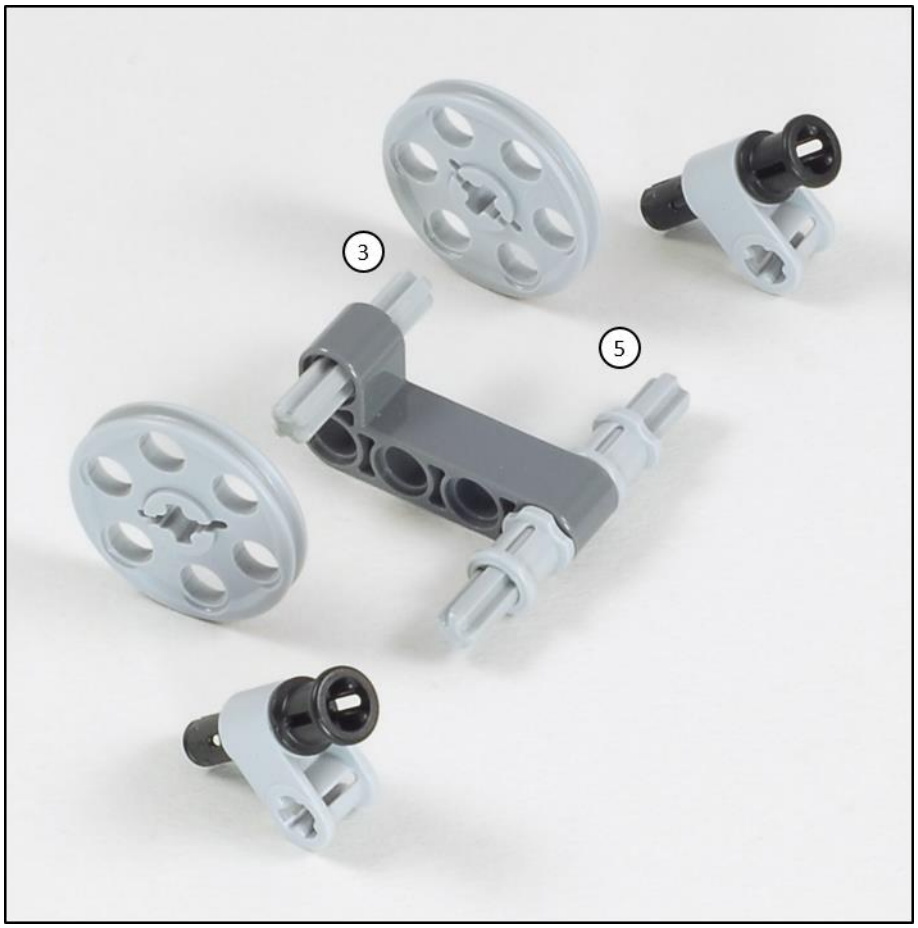
4- A caixa de diálogo te mostra qual a maior e a menor medida que pode ser mensurada, de acordo com cada unidade.

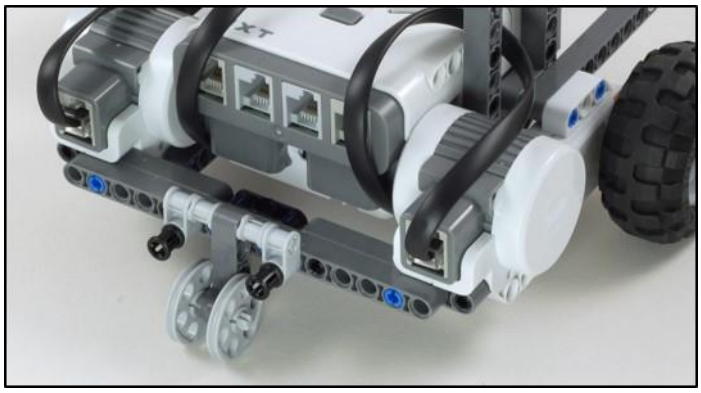
Agora montaremos um robô para executar tarefas com base nos blocos que explicitamos acima, para isso usaremos uma base do kit lego Mindstorms NXT 9797 com os detalhes de montagem do robô.



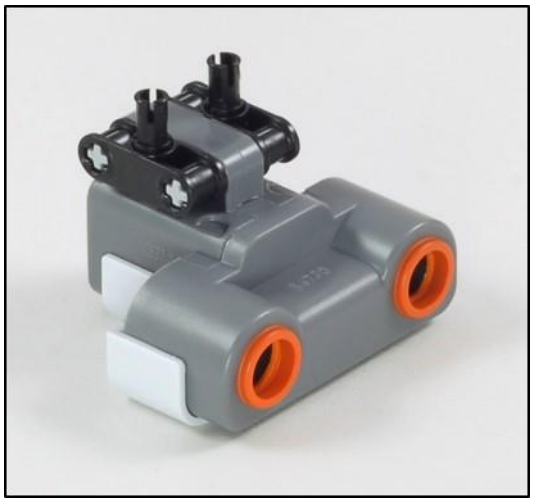




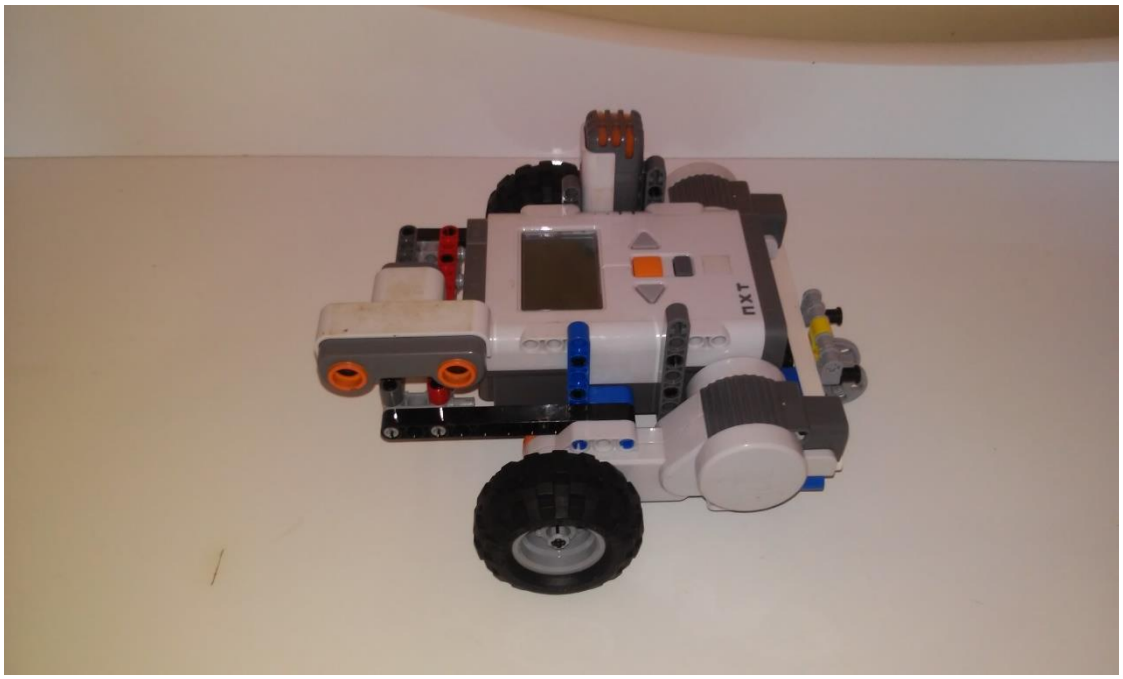

3
5



3
3

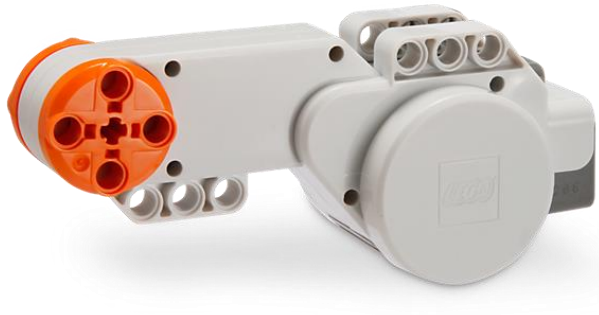


NXT

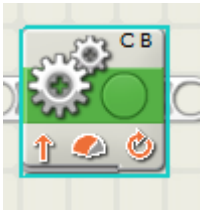

NXT

Agora vamos programar:

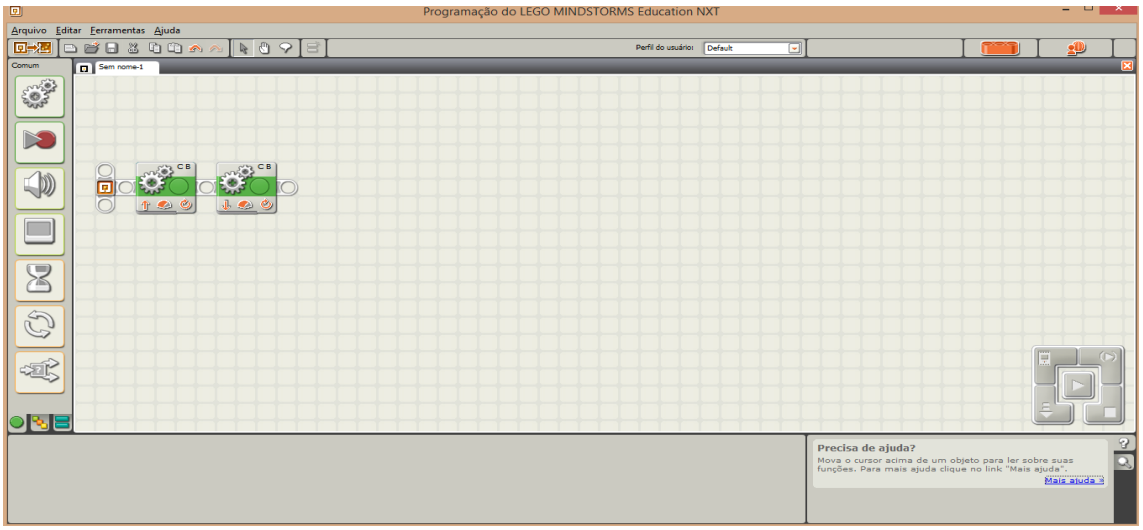
Usando os motores:



Vamos usar o bloco mover.

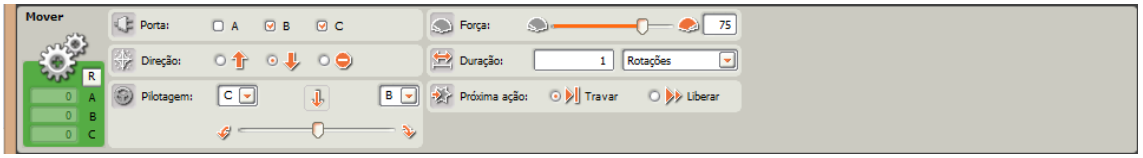


Andar para frente, motor BC 1 rotação e retornar 1 rotação com Força 75



Para frente

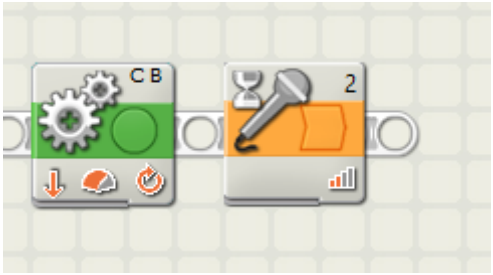
Para trás



DESAFIO: faça com que ele ande para frente devagar por 1 rotação e depois acelere por mais 1 rotação

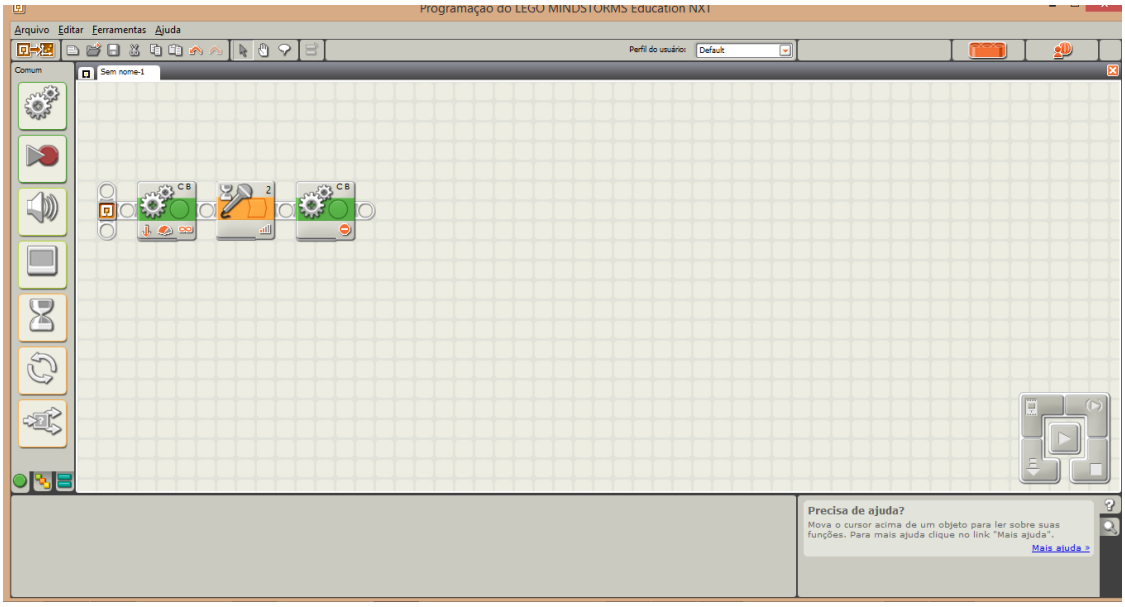
Usando o sensor de som:

Vamos usar os blocos mover e som.



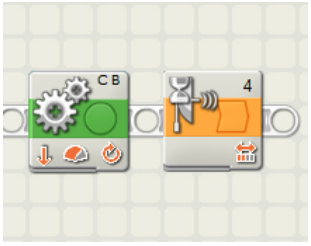
Detectar o som;

- Em primeiro lugar programe para motor BC, andar para frente ilimitadamente;
- Ajuste o ponto de gatilho para > 60; observe a porta em que está conectado o sensor;
- Programe para que ele pare após detectar o som



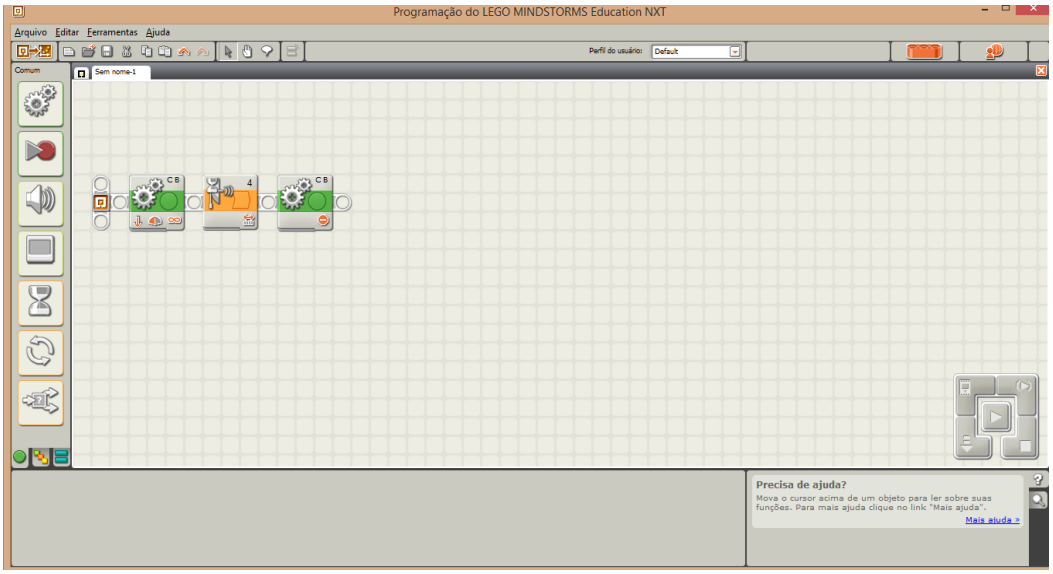
Usando o sensor de distância:

Usando os blocos:



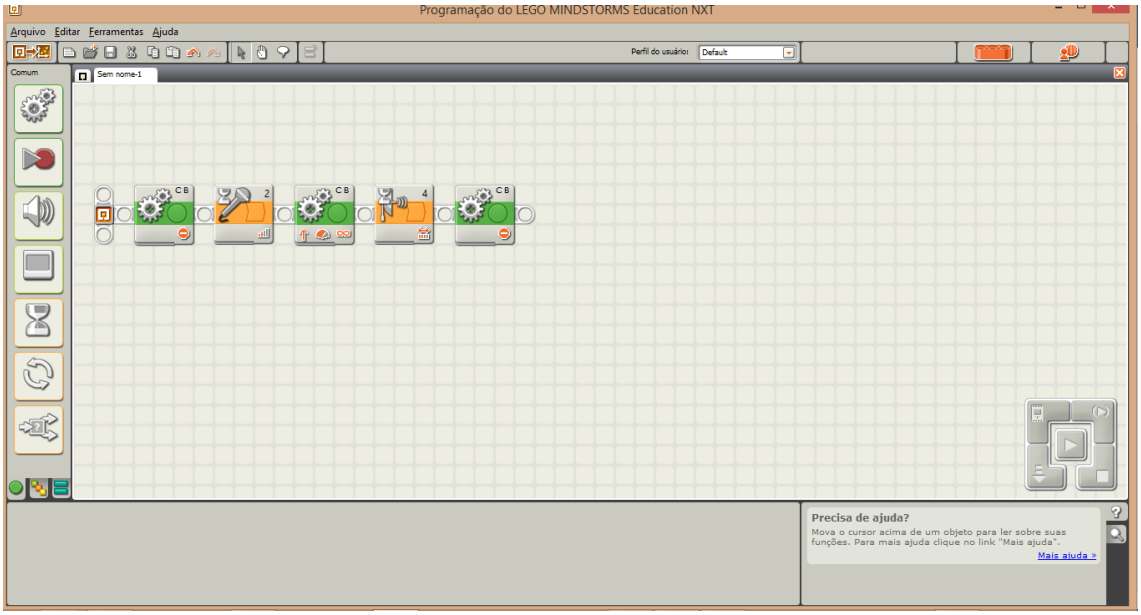
Detectar distância:

- Em primeiro lugar programe para que o motor BC, ande para frente ilimitadamente com força 50;
- Programe o bloco de distância para < 20 cm
- Programe para parar



DESAFIO FINAL

Programe o robô para acionar os motores e andar para frente após um sinal sonoro e só parar quando encontrar um obstáculo lateral a uma distância menor que 20 cm, faça essa programação duas vezes para dois robôs distintos com potencias distintas nos motores.



OBS: os roteiros bem como os links para download de todas as atividades estão disponíveis no site http://fisicaerobotica.webnode.com/

Aula 4:

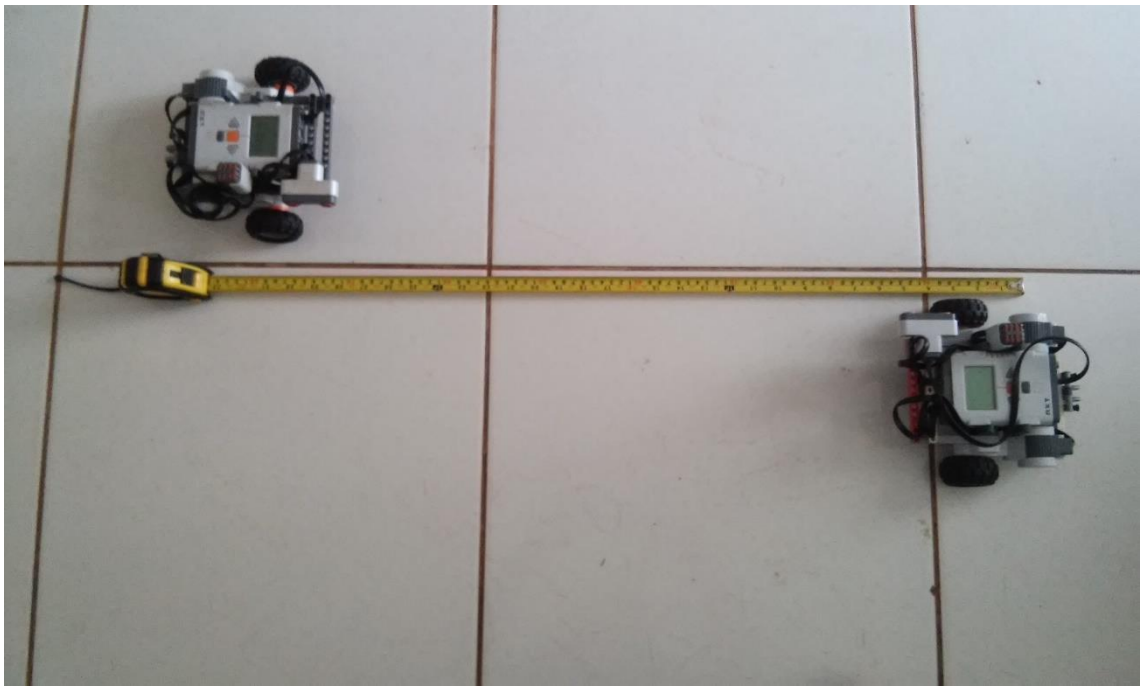
Nesta aula realizaremos a atividade com o Kit NXT 9797, usaremos dois protótipos iguais aos que montamos na aula anterior que serão comandados pelo programa também montado na aula anterior.

Inicialmente calculamos as velocidades de cada robô, para isso acionamos o mesmo através de um sinal sonoro, é importante que no instante de acionamento das programações os alunos evitem fazer barulhos muito altos por isso colocamos o apito e definimos na programação que o sensor de som seja acionado por uma intensidade alta de decibéis, deixamos o robô seguir uma distância qualquer e o fazemos parar através do sensor de distância, medimos essa distância percorrida com uma trena e o tempo com um cronômetro, daí aplicamos a equação para a velocidade média que usamos na aula teórica.

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Isso é feito para todos os robôs lembrando que é importante que todos tenham potencias diferentes em suas programações para garantir velocidades diferentes.

De posse destes dados partimos para atividade sobre encontro de móveis, que se deu na seguinte sequencia usamos uma trena para medir as posições iniciais dos dois móveis (robôs).



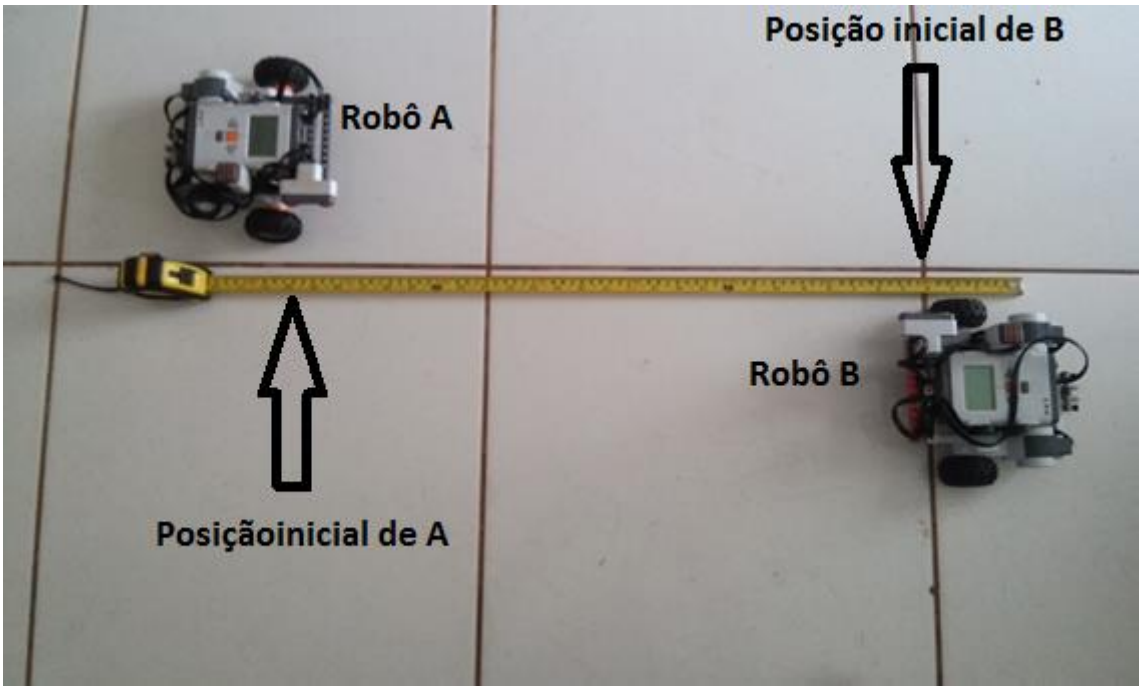
Acionamos os mesmos através de um sinal sonoro e os deixamos ir um de encontro ao outro até que os sensores de distância acionem a suas paradas, neste instante parasse o cronometro e observa-se na trena a posição de encontro dos móveis (robôs).

Agora é comparar estes dados experimentais aos dados teóricos para isso usamos as equações que aplicamos nas aulas na seguinte ordem:

1) Calcula-se as velocidades dos dois móveis (robôs).

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

2) Coloca-se os robôs nas posições iniciais, aqui nomeamos robô A e B.



Para o móvel A que está na origem tem-se a seguinte equação:

$$S_A = S_0 + v_A.t$$

Como A está na origem $S_0 = 0$, logo:

$$S_A = v_A.t$$

Para o móvel B, no caso aqui descrito colocado na posição $S_0 = S_{0B}$ tem-se a seguinte equação:

$$S_B = S_{0B} - v_B.t$$

Para determinar teoricamente o tempo de encontro basta igualar as equações uma vez que os robôs devem parar no mesmo ponto devido ao sensor de distância. Então temos:

$$S_A = S_B$$

$$v_A . t = S_{0B} - v_B . t$$

Como as velocidades e a posição inicial de B são conhecidas basta isolar t:

$$t = \frac{S_{0B}}{v_A + v_B}$$

Agora basta substituir o tempo t em uma das duas equações acima que encontramos teoricamente a posição de encontro dos móveis. Não existe aqui a necessidade de se usar o roteiro para anotações dos dados obtidos na atividade isso pode ser feito sem o apoio do roteiro.

Roteiro atividade prática

Grupo A: Alunos:

Grupo B: Alunos:

Robô A:

Dados da Velocidade.

Distância (d)	
Tempo (t)	
Velocidade $v_A = \frac{d}{t}$	

Robô B:

Dados da Velocidade.

Distância (d)	
Tempo (t)	
Velocidade $v_B = \frac{d}{t}$	

Posição inicial do Robô A:

$S_0A =$_____

Posição inicial do Robô B:

$S_0B =$_____

Equação horária de A: $S_A =$ _____

Equação horária de B: $S_B =$ _____

$$S_A = S_B$$

Dados Teóricos:

Tempo de encontro	
Posição de encontro	

Dados Experimentais:

Tempo de encontro	
Posição de encontro	