

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**UNIDADE DIDÁTICA PARA INTRODUÇÃO DE GRÁFICOS DA  
CINEMÁTICA**

**LUIZ ANTONIO DE QUADROS DWORAKOWSKI**

Produção educacional apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências da Fundação Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Fernando Teixeira Dorneles

Coorientadora: Profa. Dra. Ângela Maria Hartmann

**Bagé  
Janeiro, 2015**

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 ATIVIDADES DO PRIMEIRO MÓDULO DIDÁTICO (estudo do plano cartesiano) .....</b>	<b>6</b>
Atividade 1.1 – Aplicação do jogo batalha naval .....	6
Atividade 1.2 – Explorando a aprendizagem sobre a locação de pontos na batalha naval.....	10
Atividade 1.3 – Consolidando conhecimentos sobre plano cartesiano .....	12
Atividade 1.4 – Atividade complementar .....	16
<b>2.2 ATIVIDADES DO SEGUNDO MÓDULO DIDÁTICO (estudo de gráficos em Cinemática) .....</b>	<b>20</b>
Atividade 2.1 – Utilização do carrinho automatizado para o ensino-aprendizagem de gráficos da Cinemática.....	20
Atividade 2.2 – Consolidando os conceitos de deslocamento e velocidade através dos gráficos .....	27
Atividade 2.3 – Atividade de reforço .....	33
Atividade 2.4 – Atividade com o sensor sonar para interpretar e construir gráficos do movimento.....	37
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>41</b>
<b>APÊNDICE A – Pré e pós-teste.....</b>	<b>42</b>
<b>APÊNDICE B – Construção e programação da atividade com o sensor sonar.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXO A – DESCRIÇÃO DO CARRINHO AUTOMATIZADO.....</b>	<b>51</b>

## APRESENTAÇÃO

Um grande número de informações apresentadas através de representações visuais, como gráficos, tabelas e diagramas, está cada vez mais presente na sociedade contemporânea. Nos dias atuais é difícil encontrar alguma área da ciência ou tecnologia em que a construção e o estudo de gráficos não seja necessária. Na educação escolar, o estudo da Física em particular tem o uso de gráficos como ferramenta básica para representar e relacionar grandezas em praticamente todos os assuntos por ela tratados.

Aliada à importância do estudo dos gráficos, contrapõe-se a grande dificuldade apresentada pelos estudantes em geral quando necessitam construí-los ou interpretá-los. A partir de estudos da literatura da área de Educação em Ciências sobre as dificuldades enfrentadas pelos estudantes da Educação Básica (ARAUJO, VEIT e MOREIRA, 2004) e da experiência profissional do autor, professor de Física da Educação Básica, elaborou-se esta proposta didática com o objetivo contribuir com o trabalho de professores de Física e/ou Matemática para superar dificuldades de aprendizagem dos estudantes no estudo de gráficos.

Neste texto apresentamos uma unidade didática composta por dois módulos didáticos contendo atividades indicadas para a introdução ao ensino do plano cartesiano e de gráficos de Cinemática nas séries finais do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio. No desenvolvimento da proposta utilizamos uma diversidade metodológica através do emprego de atividades lúdicas e o uso de tecnologias como recurso didático.

Para auxiliar o professor que desejar utilizar essas atividades em suas aulas fornecemos orientações através de guias de atividades, assim como orientações que podem disponibilizar aos seus alunos (guias de atividades para os alunos).

O material instrucional aqui apresentado foi aplicado em duas turmas de 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Médio Jerônimo Mércio da Silveira no município de Candiota, RS. Os detalhes dessa aplicação constam na dissertação de mestrado de Dworakowski (2015).

## 1. INTRODUÇÃO

Durante a realização do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa, campus Bagé, RS, desenvolvemos uma unidade didática com alunos da educação básica, a qual resultou nesta produção educacional indicada para o ensino de gráficos.


A unidade didática foi testada em aulas de Seminário Integrado, componente introduzido no currículo a partir da reestruturação do Ensino Médio, pela Secretaria Estadual de Educação do Rio Grande do Sul (SEDUC-RS), na modalidade de Ensino Médio Politécnico em 2011, mas pode ser usada por professores de Física e Matemática para a introdução ao ensino de gráficos.

O trabalho em questão foi desenvolvido à luz das orientações descritas em documentos oficiais de ensino e alicerçado em teorias construtivistas e interacionistas sobre aprendizagem e desenvolvimento. Essas teorias baseiam-se nas ideias defendidas por David Ausubel (MOREIRA, 2011) e Lev Vigotski (GASPAR, 2003) sobre aprendizagem e desenvolvimento cognitivo. O leitor interessado no embasamento teórico e metodológico desta proposta poderá consultar a dissertação de mestrado de Dworakowski (2015).

Esta produção educacional é composta por uma Unidade Didática dividida em dois módulos nos quais são empregados recursos lúdicos e de robótica, em especial a plataforma Arduino. Assim, o **primeiro módulo** prevê atividades indicadas para o estudo do plano cartesiano, o **segundo módulo**, com ênfase no ensino Física, propõe atividades voltadas para a construção e interpretação de gráficos em Cinemática.

Para a orientação do professor que utilizar esta produção educacional em suas aulas, estruturamos as atividades em dois guias distintos. Um Guia de Atividade para o Professor (GAP), contendo uma descrição geral da atividade, seus objetivos e o material necessário para a sua aplicação, e um Guia de Atividade para o Aluno (GAA), no qual descrevemos com detalhes os procedimentos necessários para a realização da atividade pelos alunos. Sugerimos ao professor que faça a leitura dos *guias de atividades para o aluno*, tecendo suas considerações e orientações aos estudantes no início de cada atividade.

A seguir, apresentamos, no Quadro 1, as atividades propostas para cada módulo didático.

 <b>Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPGEC)</b>	<b>UNIDADE DIDÁTICA PARA INTRODUÇÃO DE GRÁFICOS DA CINEMÁTICA</b>
--	---

Quadro 1- Relação de atividades dos dois módulos didáticos

<b>Primeiro módulo didático (estudo do plano cartesiano)</b>	
<b>Atividade 1.1</b>	Aplicação do jogo batalha naval. <b>(GAA 01)</b>
<b>Atividade 1.2</b>	Desafio nº 1 - Explorando a aprendizagem sobre a locação de pontos na batalha naval. <b>(GAA 02)</b>
<b>Atividade 1.3</b>	Desafio nº 2 - Consolidando conhecimentos sobre plano. <b>(GAA 03)</b>
<b>Atividade 1.4</b>	Atividade complementar: Consolidando conhecimentos sobre plano cartesiano. <b>(GAA 04)</b>
<b>Segundo módulo didático (estudo de gráficos em Cinemática)</b>	
<b>Atividade 2.1</b>	Atividade Nº 1 - <b>Utilizando o carrinho automatizado</b> - Uso da plataforma ARDUÍNO para o ensino-aprendizagem de gráficos da Cinemática. <b>(GAA 05)</b>
<b>Atividade 2.2</b>	Atividade Nº 2 - <b>Utilizando o carrinho automatizado</b> - Consolidando os conceitos de deslocamento e velocidade através dos gráficos. <b>(GAA 06)</b>
<b>Atividade 2.3</b>	Atividade Nº 3 - Consolidando os conceitos de deslocamento e velocidade através dos gráficos – Atividade complementar. <b>(GAA 07)</b>
<b>Atividade 2.4</b>	ENTREVISTA AVALIATIVA: Utilizando a plataforma ARDUÍNO com o sensor de posição para interpretar e construir gráficos do movimento. <b>(GAA 08)</b>

Esta produção educacional apresenta ainda dois apêndices e um anexo. *O apêndice A* apresenta um teste aplicado no início (pré-teste), com o objetivo de identificar conhecimentos prévios dos estudantes em relação à análise e interpretação de gráficos, e no final (pós-teste) da aplicação da Unidade Didática, como parte dos instrumentos avaliativos do trabalho realizado. *O apêndice B* descreve como construir e programar o aparato experimental usado na atividade 2.4, o qual utiliza a plataforma microcontrolada Arduino e o sensor de posição ultrassônico. *O anexo A* contempla trabalho de Dorneles *et al.* (2013) no qual é apresentado o material utilizado para construir os carrinhos automatizados e descrita a programação dos mesmos.

Esperamos que as atividades propostas nesse trabalho sirvam para diversificar as práticas pedagógicas e sejam um incentivo aos professores da Educação Básica no sentido de utilizarem recursos tecnológicos em suas aulas de Física ou Matemática.

## 2. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

Conforme mencionado na introdução desta produção educacional, para cada atividade apresentamos um guia para professores, contendo uma descrição geral e algumas orientações/sugestões de aplicação, e um guia para os alunos.

Sugerimos aos professores que no início de cada aula façam uma revisão sobre a atividade realizada na aula anterior, promovendo uma discussão sobre o conteúdo tratado, com o objetivo de verificar o entendimento dos estudantes e corrigir discrepâncias e inconsistências na aprendizagem. Este procedimento está de acordo com o princípio de reconciliação integrativa (AUSUBEL *apud* MOREIRA, 2011) descrito no referencial teórico da dissertação de mestrado que originou esta produção educacional. Em seguida apresentem a nova atividade, reforçando seus objetivos e os procedimentos para a resolução do desafio constante no *guia de atividade para o aluno*.

### 2.1 ATIVIDADES DO PRIMEIRO MÓDULO DIDÁTICO (estudo do plano cartesiano)

#### Atividade 1.1 – Aplicação do jogo batalha naval

##### a) Guia de Atividade para o Professor (GAP)

### INTRODUÇÃO

Em muitas situações cotidianas usamos algum sistema de referência para a localização e/ou identificação de determinado ponto em um plano. São exemplos da aplicação de um sistema de coordenadas a indicação de determinado endereço em uma cidade quando se usa como referência a posição relativa de determinadas ruas, ou quando se usa as coordenadas geográficas para localizar um ponto em um mapa.

A ideia apresentada nesta atividade visa utilizar o jogo batalha naval para introduzir os conceitos de reta numérica, sistema de eixos cartesianos e locação de pontos em um plano bidimensional a partir de uma atividade lúdica, que desperte o interesse dos alunos em aprender.

## OBJETIVOS

Ao final da atividade, o estudante deverá ser capaz de:

- Demonstrar habilidade espacial na locação de objetos em um plano.
- Desenvolver a capacidade de abstração relacionando a posição de objetos a coordenadas de um plano cartesiano.

## MATERIAL NECESSÁRIO

Material impresso com o jogo batalha naval e material para apresentação da proposta aos alunos (Quadro e pinceis e/ou recursos multimídia).

## ORIENTAÇÕES GERAIS

Recomenda-se que o *Guia de atividade para o aluno* seja distribuído aos estudantes e que o professor faça a leitura comentada da atividade. A atividade consiste em os estudantes utilizarem um sistema de coordenadas para locar os pontos “tiros” no jogo de forma análoga ao utilizado para designar as coordenadas de um ponto no plano cartesiano. Para isso, o professor deverá orientar as duplas para que, por convenção, os tiros devem ser locados indicando primeiro o número e depois a letra constante na cartela do jogo. Esse procedimento visa habituar os estudantes com a sequência de indicação do par ordenado, favorecendo a aprendizagem dos conceitos de eixo cartesiano e a designação de abscissa e ordenada.

### **Preparação para o jogo**

Inicialmente o professor deverá dividir a turma em duas equipes, formando duplas em cada equipe. Na sequência, entregar as cartelas para as duplas preencherem os quadros referentes às suas embarcações, explicando as regras do jogo de acordo com as instruções constantes no *guia para o aluno*.

A fig. 1 mostra as cartelas do jogo, utilizadas nesta atividade. As instruções para o jogo deverão ser lidas pelo professor e acompanhadas pelos estudantes.

### BATALHA NAVAL

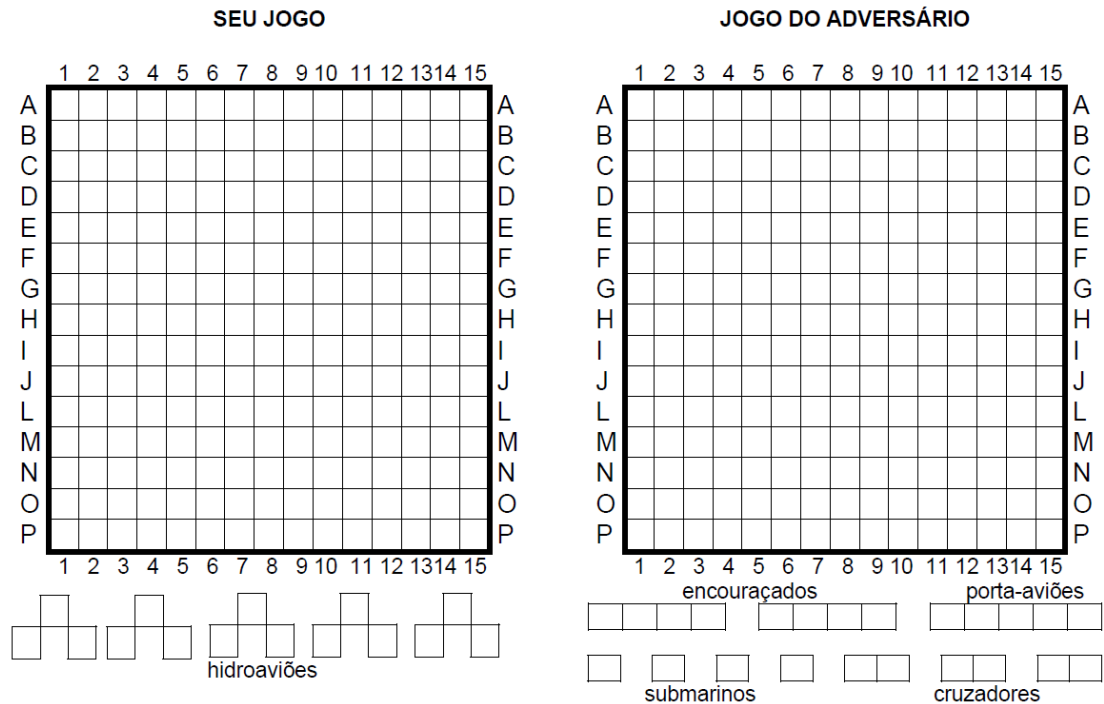


Fig. 1 Cartelas do jogo batalha naval (Fonte:[http://deise.info/images/1f188c27afba\\_124C8/batalhanaval.gif](http://deise.info/images/1f188c27afba_124C8/batalhanaval.gif)). Acessado em: 27 de fevereiro de 2013.

#### Conclusão da atividade

Faltando 30 minutos para o término da aula o professor deverá interromper o jogo para a soma de pontos de cada equipe, fazendo em seguida a introdução dos conceitos do plano cartesiano. Sugere-se deixar os últimos 10 minutos da aula para a socialização no grande grupo sobre as opiniões e o entendimento da turma relativo à atividade.

#### b) Guia de Atividade para o Aluno nº 1 (GAA 01)

### APLICAÇÃO DO JOGO BATALHA NAVAL

#### INTRODUÇÃO

Nesta atividade usaremos o jogo batalha naval como um exemplo de aplicação de um sistema de coordenadas para a locação e/ou identificação de pontos em um plano. Em outras situações de uso cotidiano também podem ser utilizadas sistemas de coordenadas para a localização de determinado ponto, como por exemplo, a indicação de certo endereço em uma



cidade quando se usa como referência a posição relativa de determinadas ruas, ou quando se usa as coordenadas geográficas para localizar um ponto em um mapa.

Certamente você já utilizou ou utilizará algum tipo de gráfico para representar dados ou extrair algum tipo de informação. Através do jogo batalha naval pretendemos atrair sua atenção e despertar seu interesse para o estudo do plano cartesiano, conhecimento necessário para o estudo de gráficos em Cinemática.

### **Preparação para o jogo**

Inicialmente, a turma deverá formar as equipes e duplas conforme orientação do professor. Ao receber as cartelas do jogo a dupla deve decidir onde locar as suas embarcações e preencher os quadros seguindo os desenhos indicados na fig. 1.

Para o desenvolvimento da Batalha Naval, observe as *instruções para o jogo*.

### **Instruções para o jogo**

Inicialmente você deve colocar as embarcações na horizontal ou na vertical no reticulado referente ao “seu jogo”, pintando os quadrinhos como se fossem as embarcações (não é permitido que duas embarcações se toquem). Também, deve tomar o cuidado para que os adversários não vejam o seu jogo. O objetivo é afundar as embarcações do adversário através de palpites de coordenadas contendo um número e uma letra.

Por convenção, recomendamos que cada par ordenado que forma uma coordenada seja indicado colocando primeiro o número, seguido da letra. Por exemplo: Tiro nº 1 (8, D), tiro nº 2 (9, E) e assim por diante.

Para cada palpite correto dado por uma dupla, a dupla adversária deverá informar que acertou, e falar qual das embarcações foi atingida, possibilitando que o adversário tente visualizar a forma da embarcação e consiga afundá-la completamente com tiros posteriores. Cada acerto gera à dupla uma chance de tentar outro palpite e assim sucessivamente, até que o mesmo esteja errado. Para cada palpite incorreto, o grupo deve dizer que o adversário deu um “tiro n’água”. Vence a equipe que afundar mais embarcações no tempo estipulado.

**BATALHA NAVAL**

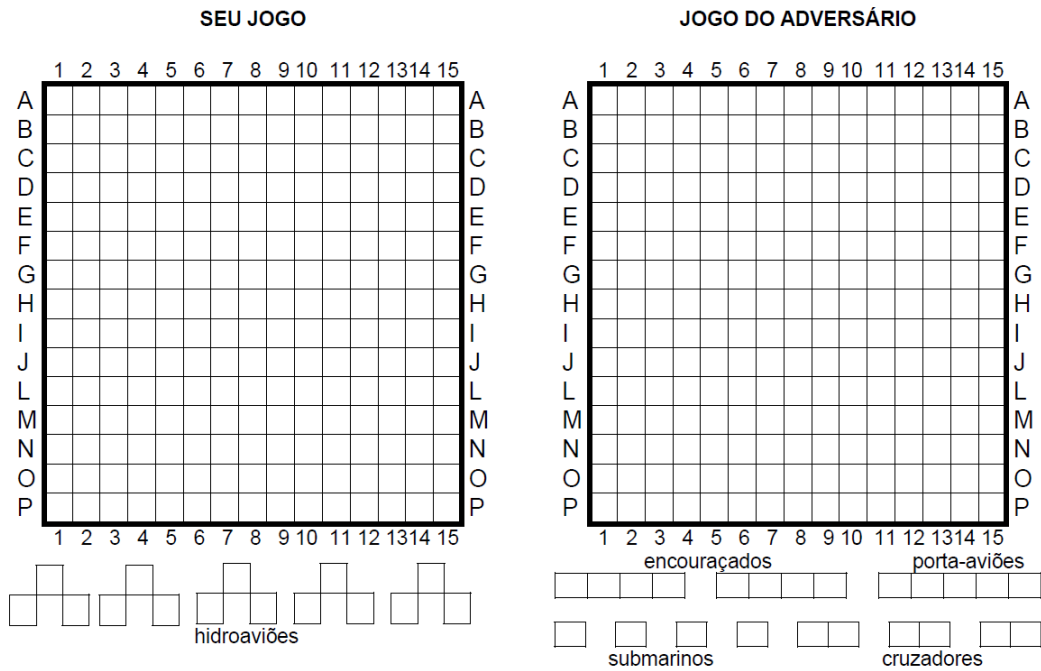


Fig. 1 Cartelas do jogo batalha naval (Fonte:[http://deise.info/images/1f188c27afba\\_124C8/batalhanaval.gif](http://deise.info/images/1f188c27afba_124C8/batalhanaval.gif)). Acessado em: 27 de fevereiro de 2013.

**Conclusão da atividade**

Faltando 30 min para o término da aula o jogo será interrompido para a soma de pontos de cada equipe. Na sequência faremos a ligação do jogo batalha naval com conceitos do plano cartesiano e sua importância para o estudo de gráficos da Cinemática.

**Atividade 1.2 – Desafio nº 1 - Explorando a aprendizagem sobre a locação de pontos na batalha naval**

**a) Guia de Atividade para o Professor (GAP)**

**INTRODUÇÃO**

Neste guia apresenta-se um desafio com o propósito de reforçar os conceitos de plano cartesiano e sistemas de coordenadas utilizando o jogo batalha naval, desenvolvido com os estudantes na aula anterior.

**OBJETIVOS**

Ao final da atividade, o estudante deverá ser capaz de:

- Identificar pontos no plano cartesiano a partir das coordenadas recebidas.
- Estabelecer de forma adequada as coordenadas de pontos no plano cartesiano conforme a convenção estipulada.
- Reconhecer a importância de um sistema de referência padronizado para a locação e/ou identificação de pontos em um plano cartesiano.

**MATERIAL NECESSÁRIO**

Para esta atividade o professor deverá dispor do material impresso, constante do “*guia de atividades para o aluno*” apresentado na alínea b desta atividade.

**b) Guia de Atividade para o Aluno nº 2 (GAA 02)**

**DESAFIO Nº 1 DA ATIVIDADE Nº 1**

**EXPLORANDO A APRENDIZAGEM SOBRE LOCAÇÃO DOS PONTOS NA BATALHA NAVAL**

**Integrantes da dupla:**

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

Considere que você esteja jogando batalha naval e que suas embarcações estejam situadas em sua folha de acordo com o disposto na Fig. 1:

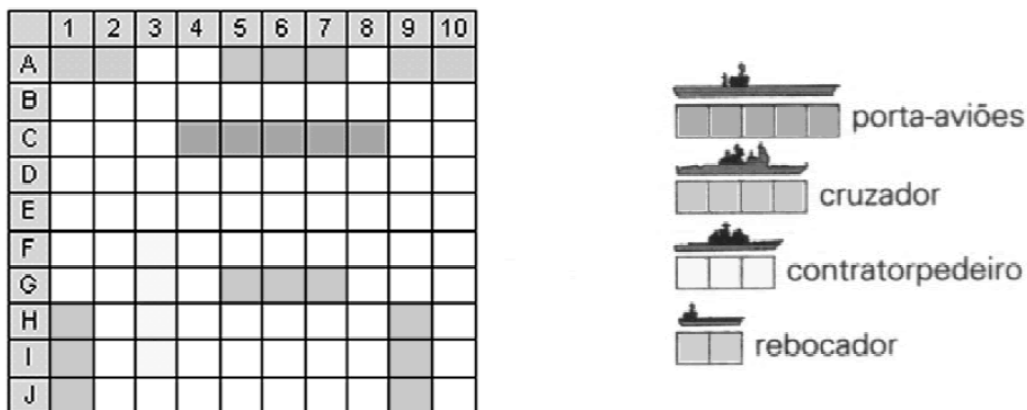


Fig. 1 – cartela para realização do desafio 01.

Para estabelecer as coordenadas dos pontos solicitados considere que o número deve ser o primeiro elemento do par. A letra, será o segundo elemento do par ordenado. Como por exemplo: (1,A). Sendo assim, responda:

- 1) Quais as posições ocupadas pelo seu porta-aviões?
- 2) Se o seu adversário disparar um “tiro” para a posição (6,E), atingirá algum de seus navios?
- 3) Se o seu adversário disparar um “tiro” para a posição (7,G), atingirá algum de seus navios?
- 4) Qual número mínimo de “tiros” que seu adversário deve dar para afundar todos os seus rebocadores?
- 5) O seu cruzador será afundado se o seu adversário disparar 4 “tiros” para quais posições?
- 6) Se o seu adversário der 25 “tiros” seguidos e todos certos, ele conseguirá afundar toda a sua frota?
- 7) Considerando o que você entendeu sobre as coordenadas do jogo, diga quantas referências no plano foram utilizadas para indicar cada tiro? Qual a importância de se estipular uma referência padrão?

### **Atividade 1.3 – Desafio nº 2 - Consolidando conhecimentos sobre plano cartesiano**

#### **a) Guia de Atividade para o Professor (GAP)**

##### **INTRODUÇÃO**

Esta atividade diversifica a locação de pontos em um sistema de coordenadas, trazendo uma nova situação, que os estudantes poderão encontrar e/ou empregar no seu cotidiano, utilizando um plano cartesiano sobre um recorte do mapa da região onde residem. O mapa corresponde à região de fronteira do Rio Grande do Sul com o Uruguai, mas outro pode ser utilizado, adequando a atividade ao contexto onde é aplicada. Também inserimos nesta atividade o cálculo de distâncias entre pontos no plano cartesiano, desafiando a

criatividade dos estudantes para locarem corretamente os pontos no plano e a partir das figuras construídas, analisarem a melhor forma de calcular as distâncias entre os pontos. Sugerimos que a atividade seja realizada em trios, mas pode ser realizada em dupla.

## OBJETIVOS

Ao final da atividade, o estudante deverá ser capaz de:

- Identificar pontos em um plano cartesiano a partir de coordenadas recebidas previamente.
- Estabelecer de forma adequada as coordenadas de pontos no plano cartesiano conforme a convenção estipulada.
- Calcular distâncias entre pontos distintos no plano cartesiano.

## MATERIAL NECESSÁRIO

Para esta atividade o professor deverá dispor do material impresso, constante do “*guia de atividades para o aluno*” apresentado na alínea b desta atividade.

### b) Guia de Atividade para o Aluno nº 3 (GAA 03)

#### DESAFIO Nº 2 DA ATIVIDADE Nº 1

### CONSOLIDANDO CONHECIMENTOS SOBRE PLANO CARTESIANO

**Integrantes do grupo:** \_\_\_\_\_ (turma: \_\_\_\_\_)

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

#### Parte 1:

Você está recebendo um recorte do mapa da região sudoeste do Rio Grande do Sul, onde ocorre divisa com o Uruguai (Fig. Nº 1), no qual se encontra um sistema de eixos cartesianos para que sejam identificadas coordenadas referentes à localização das cidades ou locais sugeridos, de acordo com as perguntas abaixo.

**Questões:**

1. Identifique as coordenadas da cidade de Dom Pedrito.
2. Estabeleça as coordenadas da cidade de Bagé.
3. Identifique as coordenadas da cidade de Santana da Boa Vista.
4. Quais são as coordenadas da cidade de Candiota?
5. Quais são as coordenadas da cidade de Cerrito?
6. Identifique qual cidade localiza-se nas coordenadas (6,0; -3,0).
7. Verifique que cidade encontra-se nas coordenadas (-7,0; 4,0).
8. Identifique qual cidade localiza-se nas coordenadas (2,0; -4,0).
9. Qual cidade localiza-se nas coordenadas (-3,2; -7,1)?

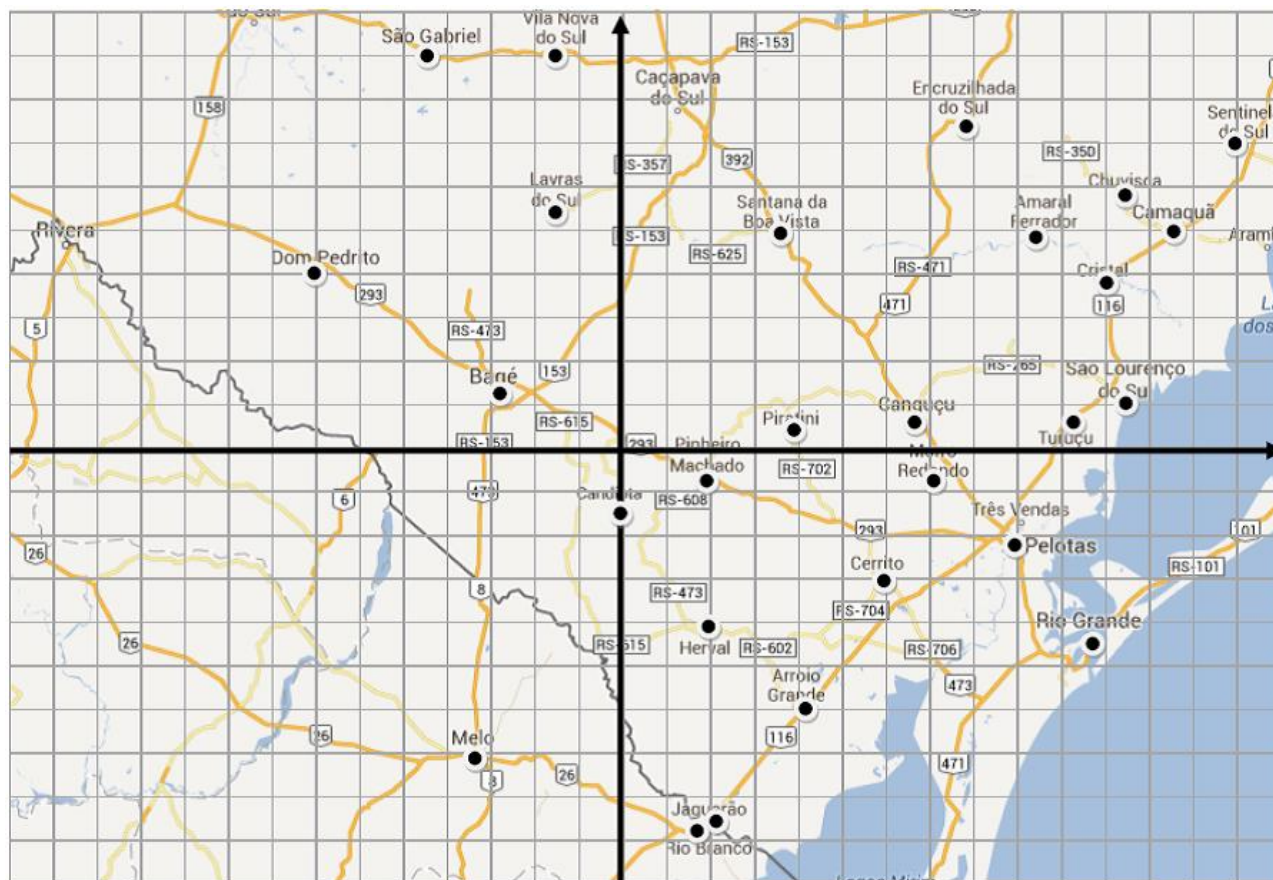


Fig. Nº 1

**Parte 2:**

Considerando os planos cartesianos das figuras abaixo, desenvolva o seguinte:

10. Na fig. N° 2 desenhe o triângulo ABC, adotando como vértices, as coordenadas A(0, -2), B(3, -2) e C(0, 2).

11. Considerando as unidades de medida que separam os pontos A e B e os pontos A e C, quantas unidades de medida separam os pontos B e C?

12. Na fig. N° 3 desenhe o trapézio ABCD, que tem por vértices, os pontos A(2, 1), B(4, 3), C(6, 3) e D(8, 1). Identifique as coordenadas dos pontos do quadrado inscrito no trapézio.

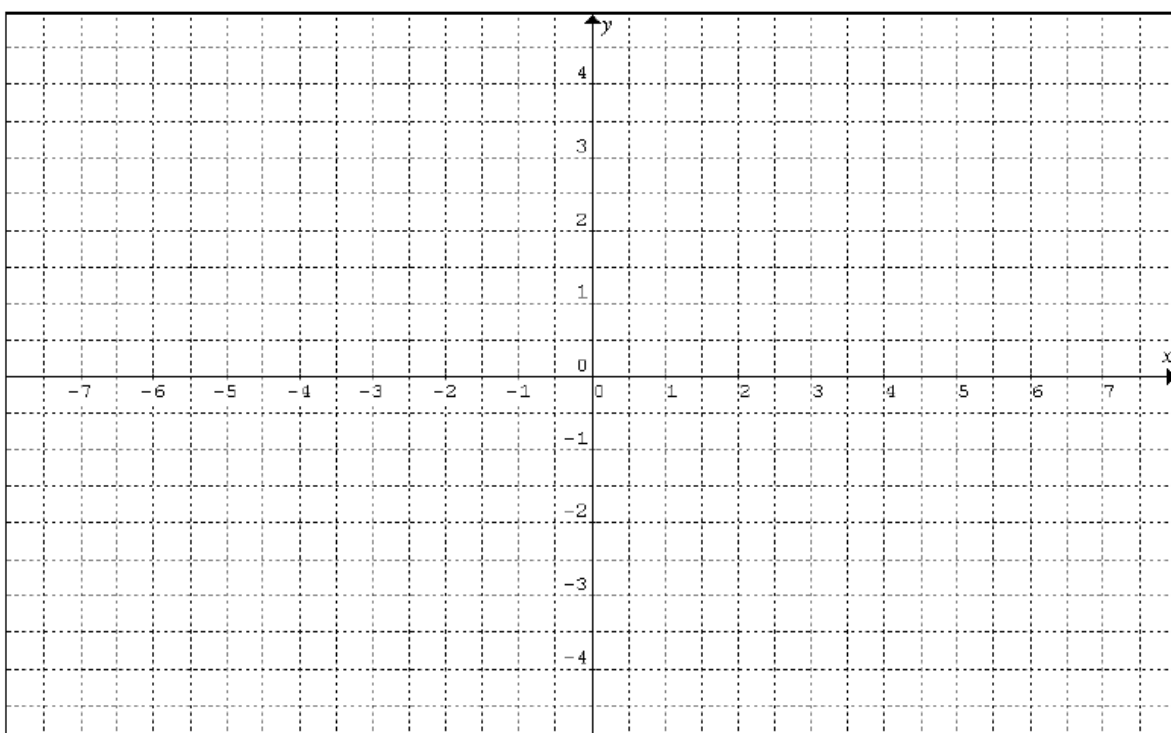


Fig. N° 2

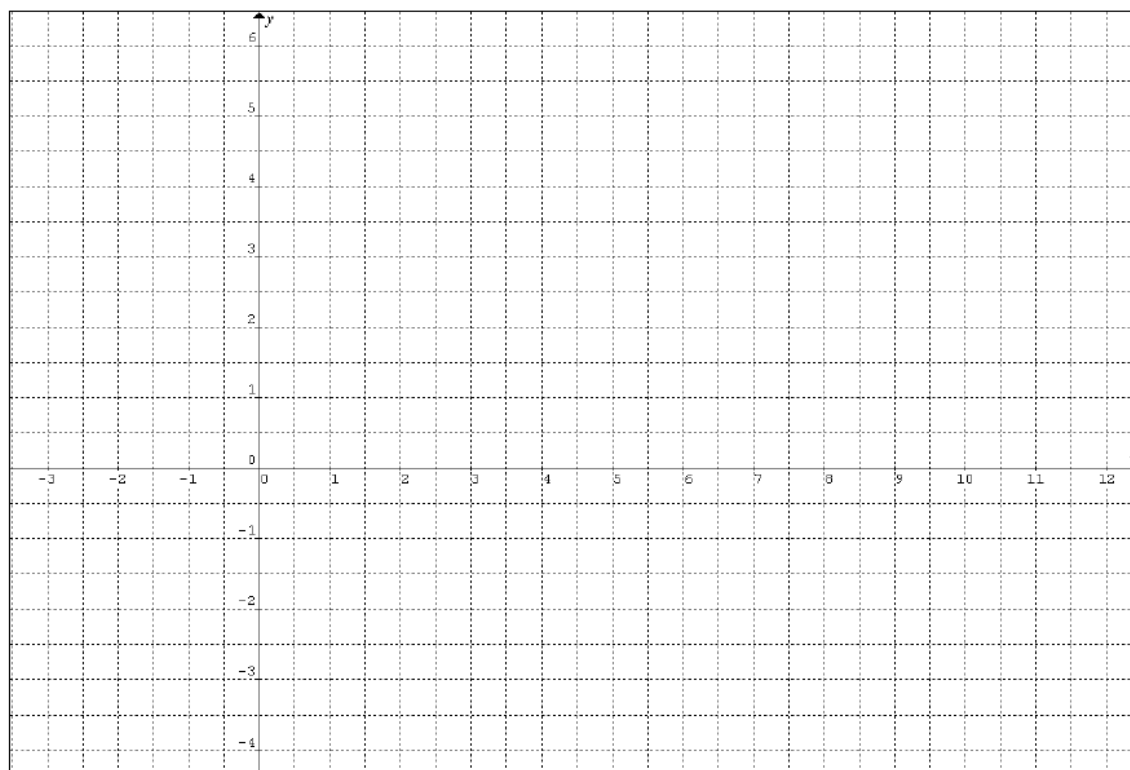


Fig. Nº 3

### **Atividade 1.4 – Atividade complementar – plano cartesiano**

#### **a) Guia de Atividade para o Professor (GAP)**

#### **INTRODUÇÃO**

Esta atividade visa criar condições favoráveis para os estudantes fazerem a ligação dos conteúdos estudados em sala de aula com situações concretas, através de uma aplicação prática. A reificação de conceitos consiste em transpor e/ou relacionar um conceito abstrato a uma situação concreta. Para isso, fazemos inicialmente uma revisão do conteúdo trabalhado em nas atividades sobre o plano cartesiano, preparando-os para a última atividade desse módulo, que será a construção do plano cartesiano na quadra de esportes da escola.



Concluindo a atividade, apresentamos um desafio para os estudantes pensarem em uma estratégia para uma partida de futebol. Para tal, eles deverão locar em um plano cartesiano a posição dos atacantes de um time e a posição da defesa adversária, narrar o movimento dos jogadores, calcular as distâncias entre eles e concluir a jogada com o gol dos atacantes ou com a defesa pelo time adversário.

### OBJETIVOS

Ao final da atividade, o estudante deverá ser capaz de:

- Trabalhar colaborativamente.
- Identificar pontos e reconhecer coordenadas no plano cartesiano.
- Calcular distâncias entre pontos no plano cartesiano.

### MATERIAL NECESSÁRIO

Além do material impresso, constante do “*guia de atividades para o aluno*”, o professor deverá providenciar cordas, trena e desenhar um plano cartesiano em um local amplo o suficiente para abrigar a turma participante da atividade, como o pátio da escola ou a quadra de esportes. Esta atividade envolve a localização de cinco pontos em que os alunos deverão se se posicionar. O número de integrantes dos grupos fica a cargo do professor, de acordo com o número de alunos que compõe a sua turma.

### b) Guia de Atividade para o Aluno nº 4 (GAA 04)

#### ATIVIDADE COMPLEMENTAR – PLANO CARTESIANO

#### CONSOLIDANDO CONHECIMENTOS SOBRE PLANO CARTESIANO

**Integrantes do grupo:** \_\_\_\_\_ **(turma: \_\_\_\_\_)**

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

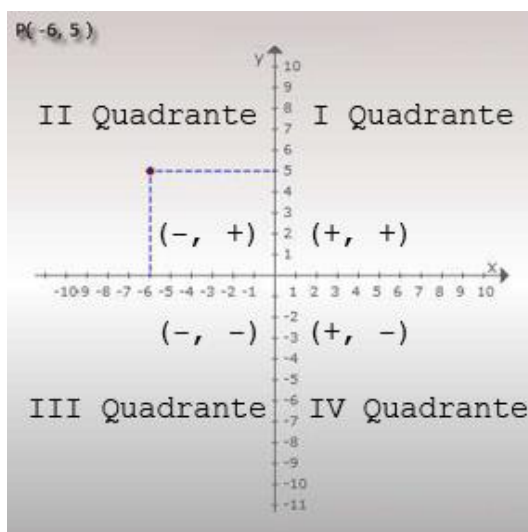
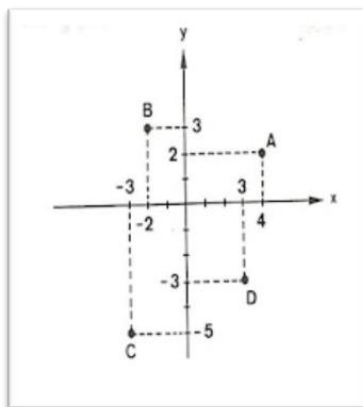
**Nome:** \_\_\_\_\_

Neste guia apresentamos uma revisão do conteúdo trabalhado em nossas atividades sobre o plano cartesiano, fazendo uma preparação para a última atividade desse módulo, que será concluído com a construção do plano cartesiano na quadra de esportes da escola.

Conforme estudamos, o plano cartesiano é o conjunto de todos os pontos constantes em um plano, no qual representamos duas retas perpendiculares (que formam um ângulo de  $90^\circ$  entre si). Nessas retas, ao designarmos os eixos  $x$  e  $y$ , chamamos o **eixo  $x$**  de **eixo das abscissas** e o **eixo  $y$**  de **eixo das ordenadas**.

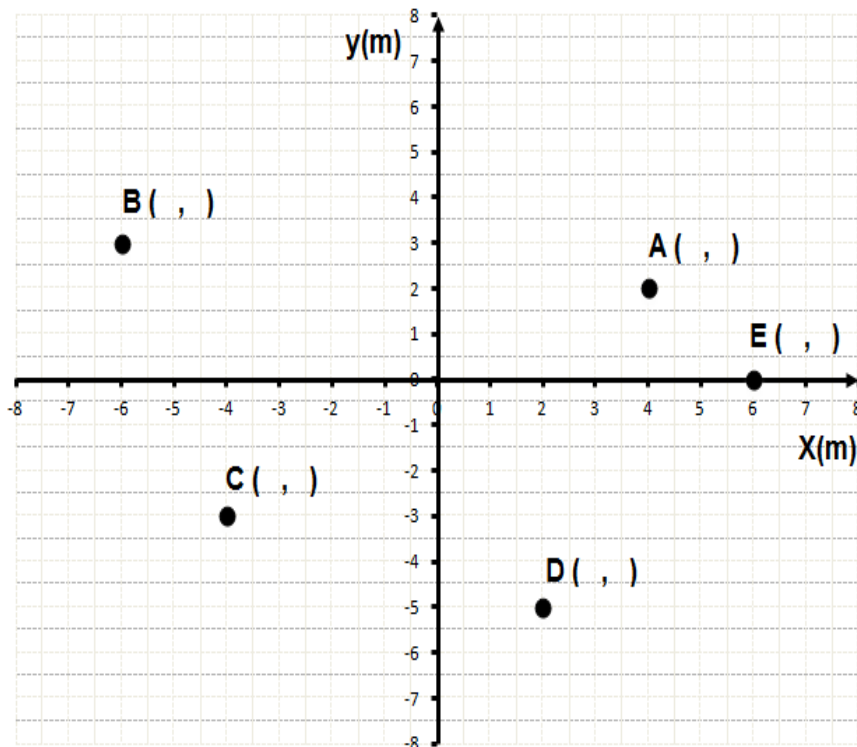
Em um plano cartesiano pode-se determinar pontos em um determinado espaço. A representação do ponto neste plano é feita através de **par ordenado (X, Y)** onde o primeiro número se refere à **abscissa** e o segundo a **ordenada**. Na figura abaixo à direita, vemos a representação do ponto  $P(-6,5)$ , que tem abscissa  $-6$  e ordenada  $5$ , onde  $(-6,5)$  representa um par ordenado. O ponto localizado no cruzamento de ambos os eixos corresponde à **origem do sistema de coordenadas cartesianas**, sendo representado pelo par ordenado **O (0, 0)**.

Exemplo 1: Vamos representar os seguintes pares coordenados:  $A(4,2)$ ,  $B(-2,3)$ ,  $C(-3,-5)$ ,  $D(3,-3)$ .



A atividade a seguir terá início na sala de aula, onde serão designadas as coordenadas dos pontos constantes no plano cartesiano e o cálculo das respectivas distâncias, realizando na sequência a comprovação prática dessas distâncias no plano construído no pátio.

- 1) Considere que João partiu do ponto **A** com destino ao ponto **E**, porém no caminho ele passou pelos pontos **B**, **C** e **D**. Escreva a coordenada de cada ponto.



2) Encontre a distância entre os pontos:

A-B: \_\_\_\_\_

B-C: \_\_\_\_\_

C-D: \_\_\_\_\_

D-E: \_\_\_\_\_

A-E: \_\_\_\_\_

3) No pátio da escola, estabeleça um plano cartesiano e cada integrante do grupo deverá se posicionar em um ponto da trajetória de João.

4) Agora, utilizando uma trena e uma corda verifique se os valores estão corretos. Meça as distâncias e compare com os valores obtidos a partir do gráfico desenhado no papel. Lembre-se que o resultado poderá ter valores aproximados.

5) Imagine que em uma partida de futebol dois atacantes ficam frente a frente com o goleiro do time adversário em uma jogada de contra-ataque. Um fotógrafo registrou a imagem e observou que um atacante estava a 5,00 metros e o outro a 10,00 metros do goleiro e que a distância entre os atacantes era de

aproximadamente 9,85 metros. Dadas essas informações procure representar essa situação e com a bola no pé de um dos atacantes conclua a jogada com mais um passe e um chute a gol.

Dica: Os outros dois integrantes do grupo podem ser inseridos na partida (atacantes ou zagueiros do time adversário). Use a criatividade.

- 6) Concluída a jogada, imagine-se no lugar da defesa do time adversário e escreva um pequeno texto narrando a jogada de contra-ataque, incluindo as posições de cada jogador.

## **2.2 ATIVIDADES DO SEGUNDO MÓDULO DIDÁTICO (estudo de gráficos em Cinemática)**

### **Atividade 2.1 – Atividade Nº 1 Utilizando o carrinho automatizado – Uso da plataforma Arduíno para o ensino-aprendizagem de gráficos da Cinemática**

#### **a) Guia de Atividade para o Professor (GAP)**

#### **INTRODUÇÃO**

O uso de tecnologias está presente em todos os setores da sociedade contemporânea, sendo o domínio de habilidades para lidar e tirar o melhor proveito delas um fator de êxito em nossa vida social e profissional. Nesse contexto, o computador tornou-se uma importante ferramenta de uso cotidiano e que utilizamos cada vez mais como aliado no ensino-aprendizagem dos mais variados conteúdos em sala de aula, em todos os níveis de ensino.

O uso de plataformas reprogramáveis para montagem de experimentos é um recurso que desperta a curiosidade e o interesse dos estudantes em aprender os conceitos que se queira trabalhar. As próximas atividades envolvem o uso da plataforma reprogramável ARDUINO associada a um carrinho automatizado que possui sensores de infravermelho. Este carrinho percorrerá certas distâncias em certos intervalos de tempos com velocidades variadas, as quais o próprio aluno poderá escolher. A partir destes dados, é proposta a construção de gráficos, para obter a função da posição versus tempo e da velocidade versus tempo.

## OBJETIVOS

Ao final da atividade, o estudante deverá ser capaz de:

- Relacionar o movimento realizado pelo carrinho com os respectivos gráficos da cinemática.
- Identificar os gráficos da posição *vs.* tempo e velocidade *vs.* tempo correspondentes ao movimento do carrinho.
- Coletar corretamente dados de tempo e posição.
- Construir e interpretar o gráfico da posição *vs.* tempo com os dados coletados;
- Construir e interpretar o gráfico da velocidade *vs.* tempo com os dados coletados.

## MATERIAL NECESSÁRIO

- Carrinho automatizado (detalhes para construção do carrinho automatizado com a plataforma Arduino são apresentados no *anexo A* desta produção educacional).
- Papel pardo e fita isolante para a construção da pista do carrinho conforme ilustrado na fig. 1 deste GAP.

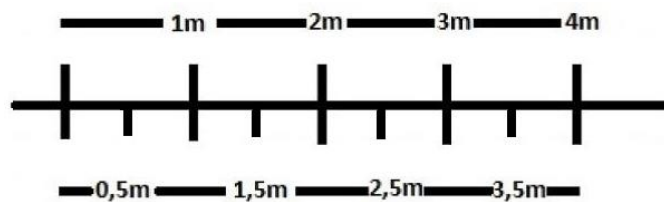


Fig. nº 1- Modelo da pista dos carrinhos automatizados

- Papel quadriculado.
- Cronômetros.
- Impressão dos “*guias de atividades para os alunos*”, em quantidade suficiente para a turma participante da atividade.

### b) Guia de Atividade para o Aluno nº 5 (GAA 05)

## UTILIZAÇÃO DO CARRINHO – ATIVIDADE Nº 1

### UTILIZAÇÃO DO CARRINHO AUTOMATIZADO COM A PLATAFORMA ARDUINO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE GRÁFICOS DA CINEMÁTICA

**Integrantes do grupo:** \_\_\_\_\_ (turma: \_\_\_\_\_)

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

#### Considerações Iniciais:

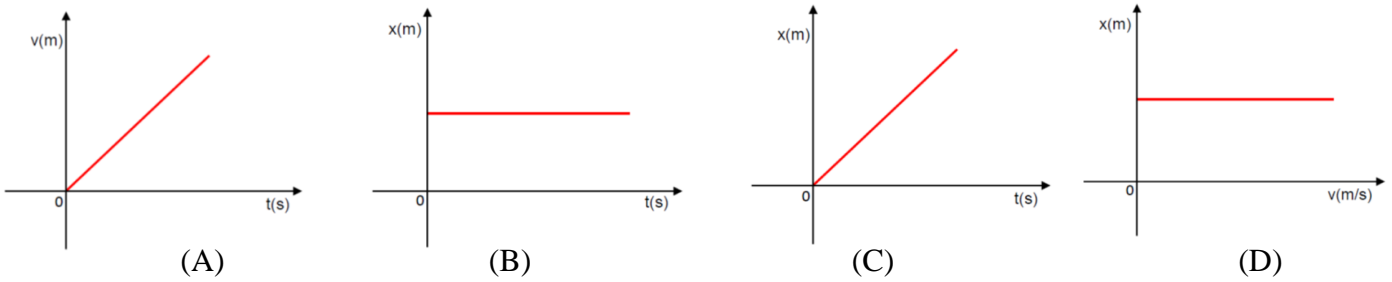
O uso de tecnologias está presente em todos os setores da sociedade contemporânea, sendo o domínio de habilidades para lidar e tirar o melhor proveito dessas tecnologias um fator de êxito em nossa vida social e profissional. Nesse contexto, o computador tornou-se uma importante ferramenta de uso escolar, sendo utilizada nesta atividade para a aprendizagem de conceitos de Cinemática.

O uso de plataformas reprogramáveis para montagem de experimentos é um recurso que desperta a curiosidade e o interesse dos estudantes em aprender os conceitos que se queira trabalhar. Usaremos nas próximas atividades a plataforma reprogramável ARDUINO associada a um carrinho automatizado que possui sensores de infravermelho. Este carrinho percorrerá certas distâncias em certos intervalos de tempos com velocidades variadas, que poderão ser escolhidas pelo grupo. A partir destes dados, o grupo construirá gráficos para obter a função da posição *versus* tempo e da velocidade *versus* tempo.

#### DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

##### **Primeira Situação (utilizando a velocidade 1 do carrinho)**

1) Clique no botão 1 do controle remoto e observe o movimento do carrinho para identificar entre os gráficos abaixo aquele que melhor representar o movimento do carrinho. Justifique a opção escolhida.



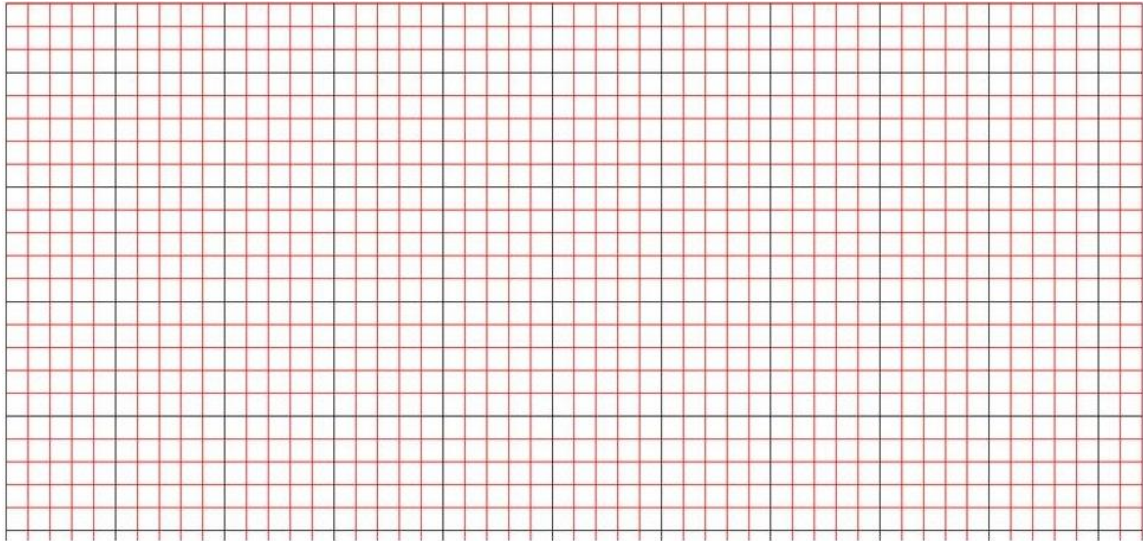
2) Observe o movimento do carrinho e proceda conforme as orientações abaixo:

Você fará a tomada dos tempos em que o carrinho passa pelas posições marcadas na pista e constantes na Tabela 1, anotando inicialmente na coluna relativa ao *tempo 1*. Repita o movimento com seu carrinho, fazendo novamente a tomada dos tempos nas respectivas posições da pista e anote esses tempos na coluna do *tempo 2*. Finalizando, calcule a média aritmética entre os tempos 1 e 2, colocando o resultado na coluna *tempo médio*, o qual será usado para a construção do gráfico da posição vs. tempo correspondente.

**Tabela 1: Posição x tempo na velocidade 1.**

Posição (m)	Tempo (s)		
	Tempo 1	Tempo 2	Tempo médio
$X_0 = 0$	$t_0 =$		
$X_1 = 0,5$	$t_1 =$		
$X_2 = 1,0$	$t_2 =$		
$X_3 = 1,5$	$t_3 =$		
$X_4 = 2,0$	$t_4 =$		
$X_5 = 2,5$	$t_5 =$		
$X_6 = 3,0$	$t_6 =$		
$X_7 = 3,5$	$t_7 =$		
$X_8 = 4,0$	$t_8 =$		

3) Com os dados obtidos construa um gráfico da posição *versus* tempo do movimento anterior:



4) A partir dos dados encontrados calcularemos a velocidade média em que o carrinho passa em cada posição marcada no trilho e especificada na tabela 2, considerando:

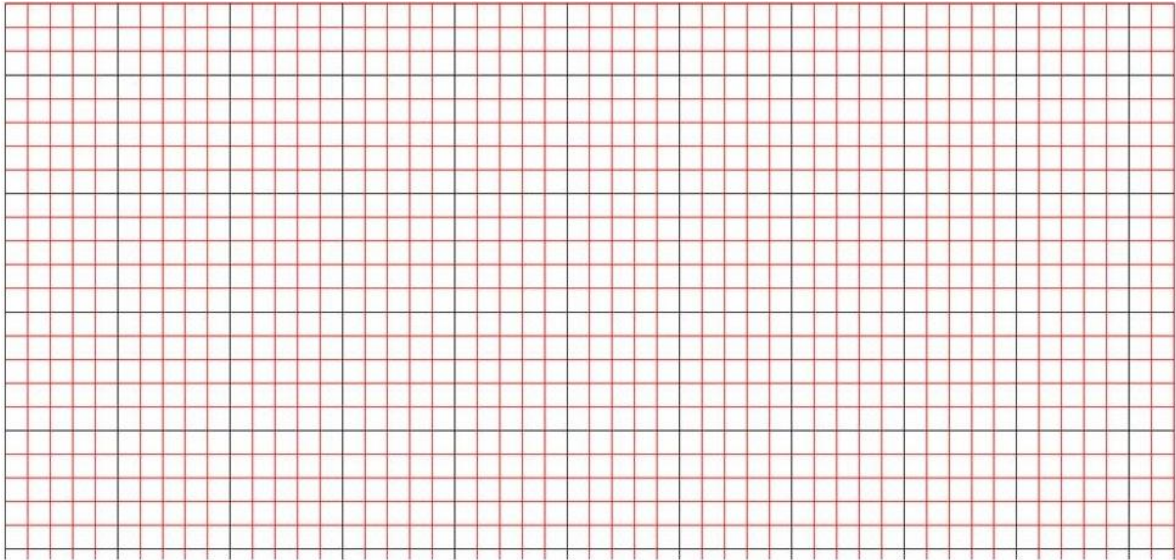
- $v_{m\ n} = \frac{\Delta X_n}{\Delta t_n}$
- O deslocamento ( $\Delta X_n$ ) é obtido pela diferença algébrica entre as posições sucessivas do carrinho no intervalo de tempo considerado ( $\Delta X_n = X_n - X_{(n-1)}$ ).
- No intervalo de tempo ( $\Delta t_n = t_n - t_{(n-1)}$ ), o carrinho passa da posição inicial  $X_{(n-1)}$  à posição  $X_n$ .

**Tabela 2: Cálculo da velocidade média 1.**

Deslocamento (m)	Intervalo de tempo (s)	Velocidade média (m/s)
$\Delta X_n = X_n - X_{(n-1)}$	$\Delta t_n = t_n - t_{(n-1)}$	$v_{m\ n} = \frac{\Delta X_n}{\Delta t_n}$
$\Delta X_1 = X_1 - X_0 =$	$\Delta t_1 = t_1 - t_0 =$	$v_{m1} =$
$\Delta X_2 = X_2 - X_1 =$	$\Delta t_2 = t_2 - t_1 =$	$v_{m2} =$
$\Delta X_3 = X_3 - X_2 =$	$\Delta t_3 = t_3 - t_2 =$	$v_{m3} =$
$\Delta X_4 = X_4 - X_3 =$	$\Delta t_4 = t_4 - t_3 =$	$v_{m4} =$
$\Delta X_5 = X_5 - X_4 =$	$\Delta t_5 = t_5 - t_4 =$	$v_{m5} =$
$\Delta X_6 = X_6 - X_5 =$	$\Delta t_6 = t_6 - t_5 =$	$v_{m6} =$
$\Delta X_7 = X_7 - X_6 =$	$\Delta t_7 = t_7 - t_6 =$	$v_{m7} =$
$\Delta X_8 = X_8 - X_7 =$	$\Delta t_8 = t_8 - t_7 =$	$v_{m8} =$



5) Utilizando os dados da Tabela 2, construa o gráfico da velocidade em função do tempo:



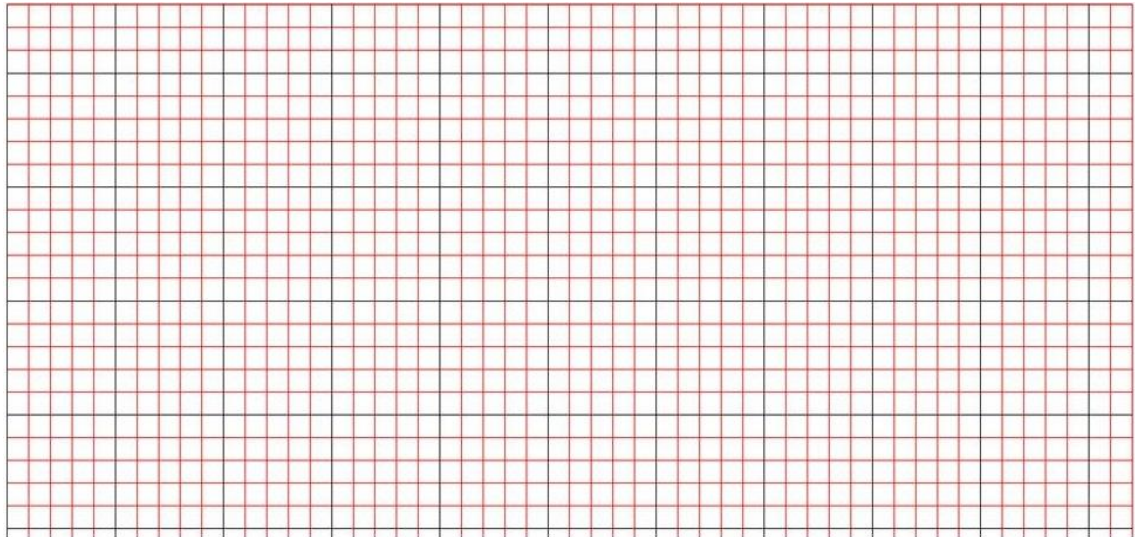
**Segunda Situação (utilizando a velocidade 2 do carrinho)**

6) Observe o movimento do carrinho na velocidade 2 e repita os procedimentos usados para a tomada dos tempos e preenchimento da Tabela 1, relativa à velocidade 1 do carrinho, anotando na Tabela 3, abaixo.

**Tabela 3: Posição x tempo na velocidade 2.**

Posição (m)	Tempo (s)		
	Tempo 1	Tempo 2	Tempo médio
$X_0 = 0$	$t_0 =$		
$X_1 = 0,5$	$t_1 =$		
$X_2 = 1,0$	$t_2 =$		
$X_3 = 1,5$	$t_3 =$		
$X_4 = 2,0$	$t_4 =$		
$X_5 = 2,5$	$t_5 =$		
$X_6 = 3,0$	$t_6 =$		
$X_7 = 3,5$	$t_7 =$		
$X_8 = 4,0$	$t_8 =$		

7) Com os dados obtidos, na Tabela 3, construa um gráfico da posição *versus* tempo do movimento na velocidade 2:

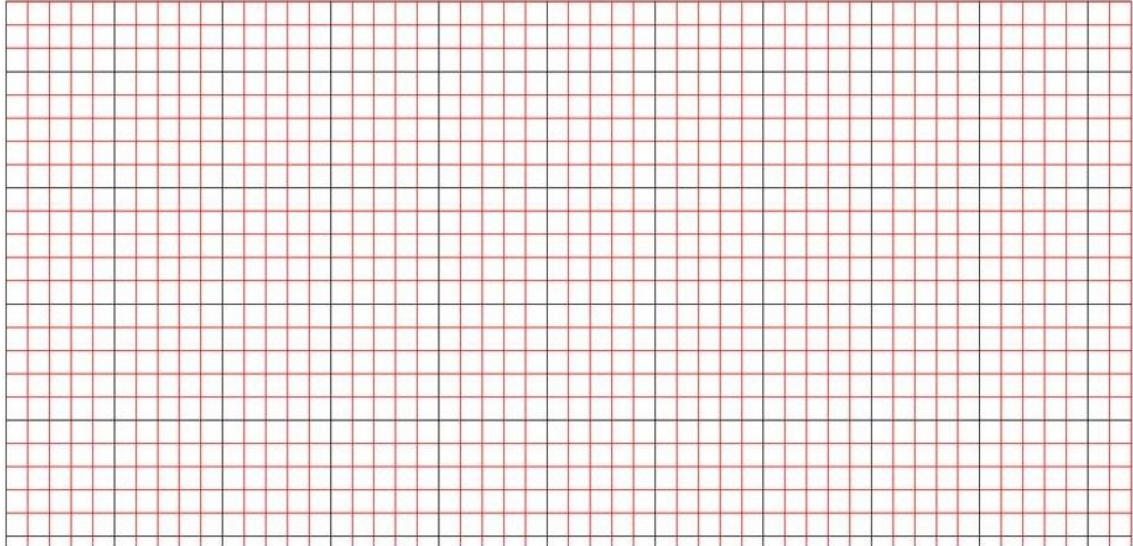


8) Com os dados obtidos a partir do movimento na velocidade 2 do carrinho (transcritos na Tabela 3), observe os procedimentos adotados para o cálculo da velocidade média da Tabela 2 e proceda da mesma forma, anotando os resultados na Tabela 4, abaixo:

**Tabela 4: Cálculo da velocidade média 2.**

Deslocamento (m)	Intervalo de tempo (s)	Velocidade média (m/s)
$\Delta X_n = X_n - X_{(n-1)}$	$\Delta t_n = t_n - t_{(n-1)}$	$v_{m n} = \frac{\Delta X_n}{\Delta t_n}$
$\Delta X_1 = X_1 - X_0 =$	$\Delta t_1 = t_1 - t_0 =$	$v_{m1} =$
$\Delta X_2 = X_2 - X_1 =$	$\Delta t_2 = t_2 - t_1 =$	$v_{m2} =$
$\Delta X_3 = X_3 - X_2 =$	$\Delta t_3 = t_3 - t_2 =$	$v_{m3} =$
$\Delta X_4 = X_4 - X_3 =$	$\Delta t_4 = t_4 - t_3 =$	$v_{m4} =$
$\Delta X_5 = X_5 - X_4 =$	$\Delta t_5 = t_5 - t_4 =$	$v_{m5} =$
$\Delta X_6 = X_6 - X_5 =$	$\Delta t_6 = t_6 - t_5 =$	$v_{m6} =$
$\Delta X_7 = X_7 - X_6 =$	$\Delta t_7 = t_7 - t_6 =$	$v_{m7} =$
$\Delta X_8 = X_8 - X_7 =$	$\Delta t_8 = t_8 - t_7 =$	$v_{m8} =$

9) Utilizando os dados da Tabela 4, construa o gráfico da velocidade em função do tempo:



10) Interpretar e discutir os gráficos dos itens anteriores. Qual a relação existente entre a inclinação da reta dos gráficos com a velocidade do carrinho? Justifique.

**Atividade 2.2 – Atividade Nº 2 com o carrinho automatizado – Consolidando os conceitos de deslocamento e velocidade através dos gráficos**

**a) Guia de Atividade para o Professor (GAP)**

**INTRODUÇÃO**

Atendendo os objetivos da unidade didática relativos à interpretação e análise de gráficos da Cinemática, esta atividade visa consolidar os conceitos de deslocamento e velocidade fazendo uma abordagem que parte da análise e interpretação de determinado gráfico do movimento para, então, reproduzir este movimento com o carrinho automatizado.

Sugerimos que na primeira parte da aula o professor apresente à turma os resultados obtidos no trabalho com os carrinhos e a construção dos gráficos realizados na aula anterior, sendo aberta discussão no grande grupo para reflexão e análise.

A atividade foi planejada para ser desenvolvida em três partes. Inicialmente, o professor deverá distribuir de forma aleatória dois gráficos, um da posição vs. tempo e outro

da velocidade vs. tempo, (a relação completa dos gráficos está relacionada no final deste guia) para que os grupos interpretem e analisem o movimento representado por esses gráficos. Após discutir e interpretar os gráficos recebidos, cada grupo usará os carrinhos automatizados para reproduzir os movimentos constantes nos gráficos. Concluindo a atividade, cada grupo apresentará seus gráficos ao grande grupo, demonstrando e explicando o movimento do carrinho automatizado.

## OBJETIVOS

A partir dos gráficos recebidos, o aluno deverá:

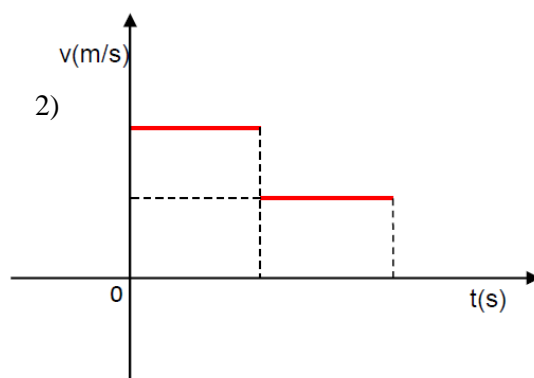
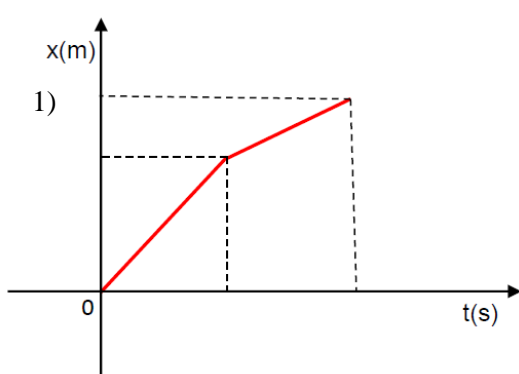
- Reproduzir com o carrinho o tipo de velocidade (se crescente, decrescente, constante ou nula) representada;
- Reconhecer e produzir a variação na velocidade.

## MATERIAL NECESSÁRIO

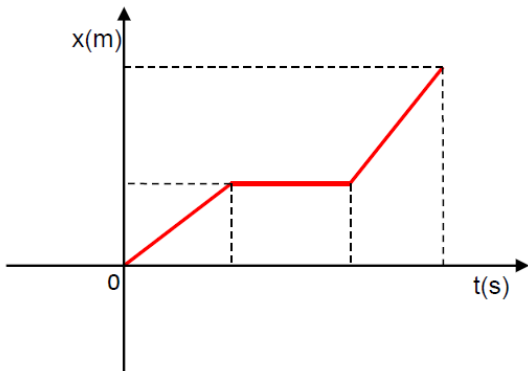
- Carrinho automatizado.
- Pista para o carrinho conforme descrito na atividade Nº 1.
- Impressão dos “*guias de atividades para os alunos*”, em quantidade suficiente para a turma participante da atividade.
- Relação de gráficos do movimento para distribuição aos grupos.

### **RELAÇÃO DOS GRÁFICOS UTILIZADOS NA ATIVIDADE: CONSOLIDANDO OS CONCEITOS DE DESLOCAMENTO E**

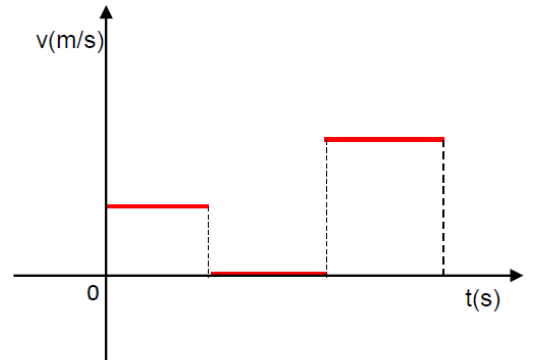
### **VELOCIDADE ATRAVÉS DOS GRÁFICOS**



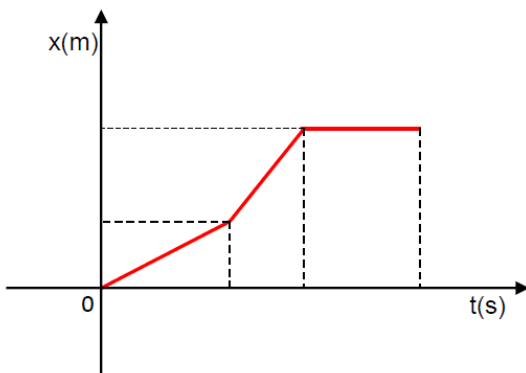
3)



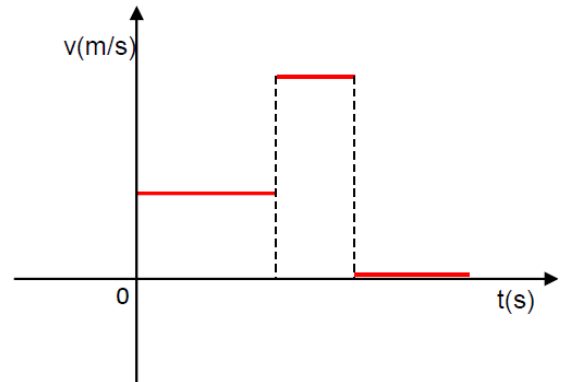
4)



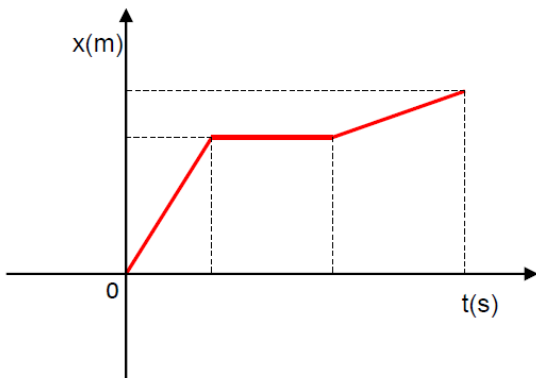
5)



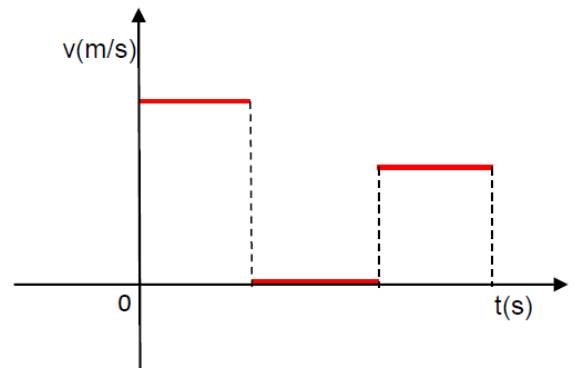
6)



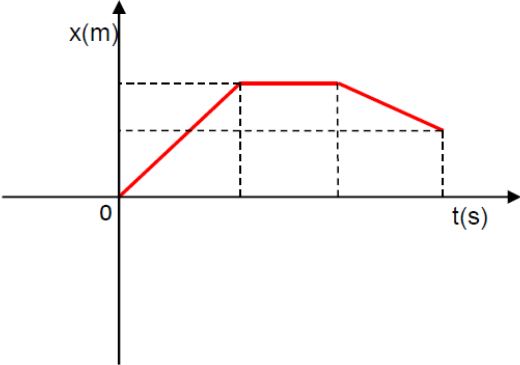
7)



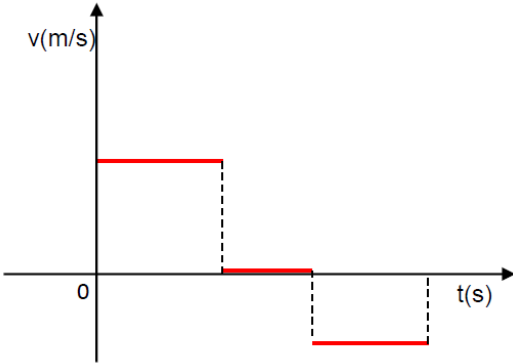
8)



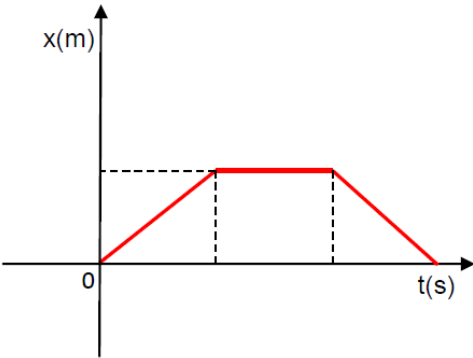
9)



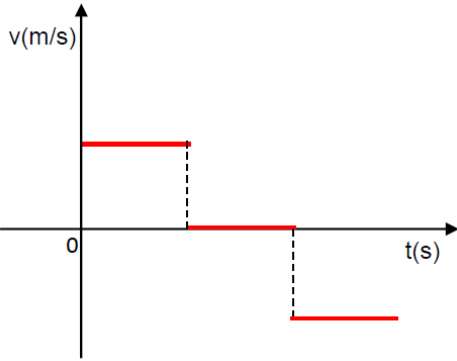
10)



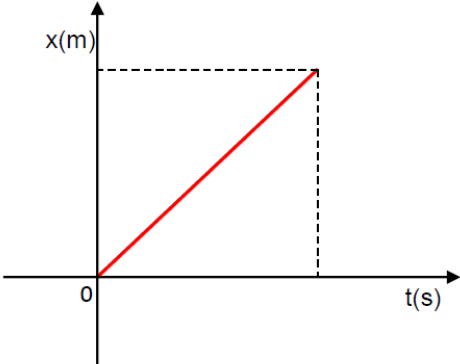
11)



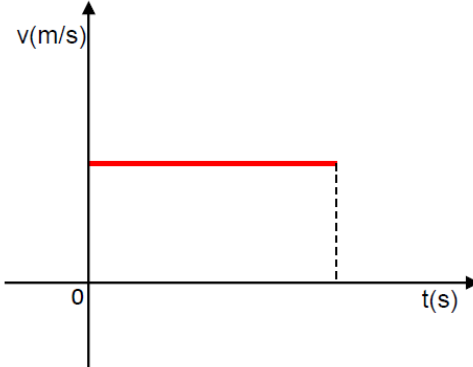
12)



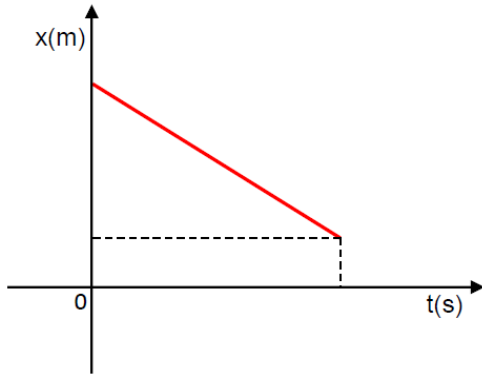
13)



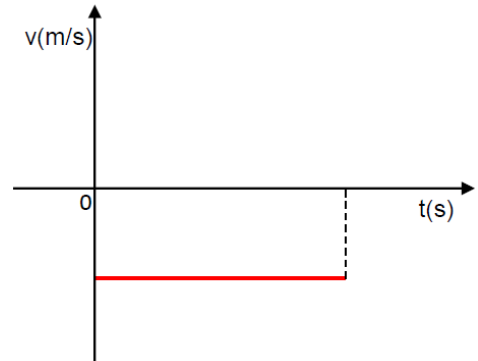
14)



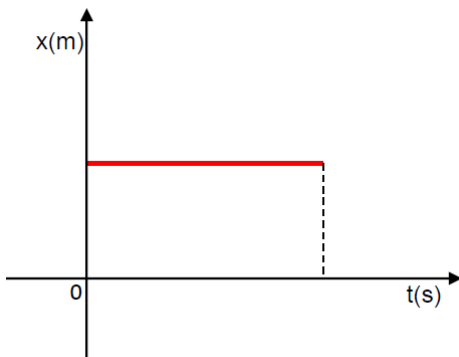
15)



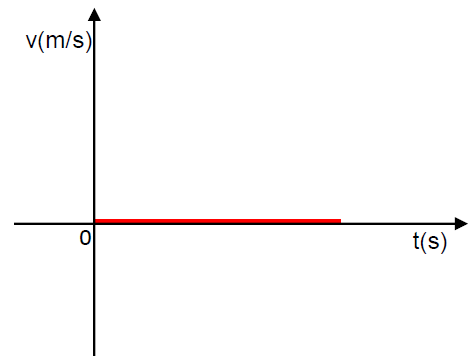
16)



17)



18)



**b) Guia de Atividade para o Aluno nº 6 (GAA 06)**

**UTILIZAÇÃO DO CARRINHO – ATIVIDADE Nº 2**

CONSOLIDANDO OS CONCEITOS DE DESLOCAMENTO E VELOCIDADE ATRAVÉS  
DOS GRÁFICOS

**Integrantes do grupo:** \_\_\_\_\_ (turma: \_\_\_\_\_)

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Considerações Iniciais:**

Sugere-se que, antes de iniciar a atividade, sejam discutidos com a turma os resultados obtidos no trabalho com os carrinhos e a construção dos gráficos realizados na atividade anterior. Em seguida, continuar o trabalho com os gráficos da Cinemática, para consolidar os conceitos de velocidade e deslocamento representados por eles.

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

**Primeira parte (sorteio dos gráficos aos grupos)**

Inicialmente cada grupo receberá, de forma aleatória, dois gráficos, um relacionando a posição *versus* tempo e outro da velocidade *versus* tempo. Os grupos terão alguns minutos para discutir e interpretar os gráficos.

**Segunda parte (utilização dos carrinhos para reproduzir o movimento dos gráficos)**

Após discutir e interpretar os gráficos recebidos, cada grupo usará os carrinhos automatizados para reproduzir os movimentos constantes nos gráficos.



### **Terceira parte (apresentação dos movimentos no grande grupo)**

Concluindo a atividade, cada grupo apresentará seus gráficos ao grande grupo, demonstrando e explicando o movimento, utilizando o carrinho automatizado.

### **Atividade 2.3 – Atividade Nº 3 com o carrinho automatizado – Consolidando os conceitos de deslocamento e velocidade através dos gráficos – Atividade complementar**

#### **a) Guia de Atividade para o Professor (GAP)**

#### **INTRODUÇÃO**

Esta atividade foi planejada com o propósito de complementar e consolidar os conceitos de velocidade e deslocamento representados através dos gráficos. Usando diferentes situações para a aplicação dos gráficos do movimento, apresentamos nesse guia uma nova situação problema para análise e interpretação dos estudantes. A atividade foi planejada para ser desenvolvida em três momentos distintos.

Inicialmente cada grupo receberá, de forma aleatória, um carrinho automatizado, o qual foi programado para desenvolver movimentos variados nos respectivos intervalos de tempo. Cada grupo observará o movimento do seu carrinho e terá alguns minutos para discutir e interpretar o movimento do mesmo, escolhendo em seguida, o gráfico da posição versus tempo que melhor represente o movimento de seu carrinho. (A relação de gráficos é disponibilizada no final deste guia).

Após discutir e interpretar o movimento do carrinho, escolhendo o devido gráfico correspondente, cada grupo deverá descrever o histórico do movimento, expressando através de texto o que ocorreu nos diferentes intervalos de tempo com o carrinho e como foi representado no gráfico.

Em seguida, cada grupo deverá construir o gráfico da velocidade versus tempo correspondente ao movimento de seu carrinho.

Concluindo a atividade, cada grupo fará apresentação ao grande grupo do tipo de movimento realizado por seu carrinho, explicando o porquê da escolha dos respectivos gráficos.

### OBJETIVOS

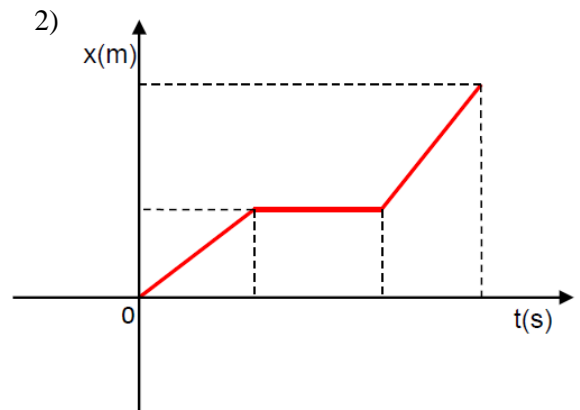
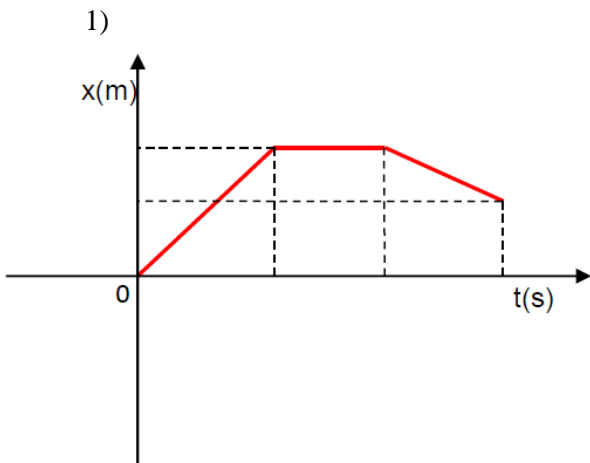
Ao final da atividade, o estudante deverá ser capaz de:

- Reconhecer os diferentes tipos de movimento, associando aos respectivos gráficos da posição vs. tempo.
- Construir o gráfico da velocidade vs. tempo correspondente.
- Proceder à descrição verbal e/ou textual do movimento.

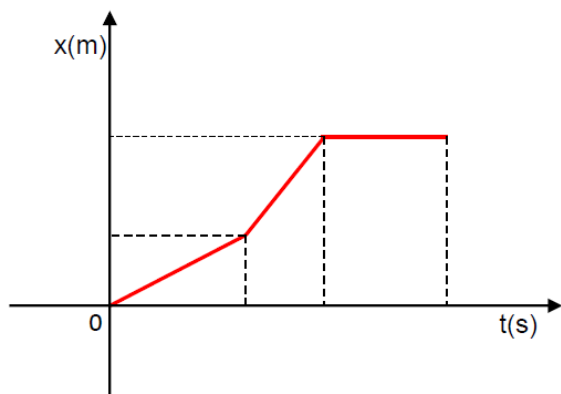
### MATERIAL NECESSÁRIO

- Carrinho automatizado.
- Pista para o carrinho conforme descrito na atividade N° 1.
- Impressão dos “guias de atividades para os alunos”, em quantidade suficiente para a turma participante da atividade.
- Relação de gráficos do movimento para distribuição aos grupos.

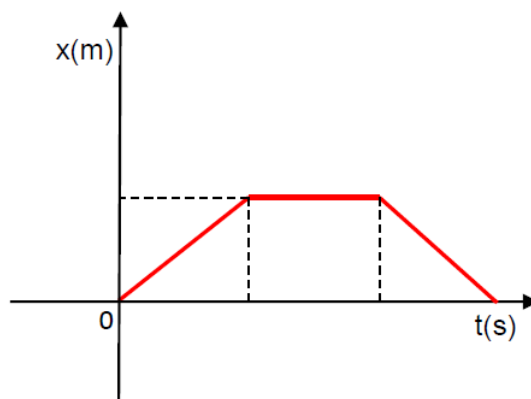
**RELAÇÃO DOS GRÁFICOS UTILIZADOS NA ATIVIDADE:  
CONSOLIDANDO OS CONCEITOS DE DESLOCAMENTO E VELOCIDADE  
ATRAVÉS DOS GRÁFICOS – ATIVIDADE COMPLEMENTAR**



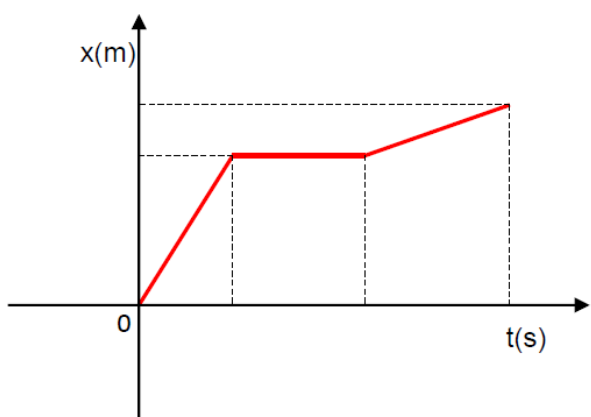
3)



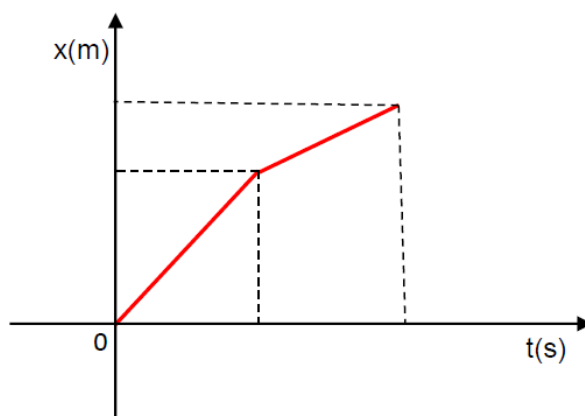
4)



5)



6)



**b) Guia de Atividade para o Aluno nº 6 (GAA 07)**

**UTILIZAÇÃO DO CARRINHO – ATIVIDADE Nº 3**  
CONSOLIDANDO OS CONCEITOS DE DESLOCAMENTO E VELOCIDADE  
ATRAVÉS DOS GRÁFICOS – ATIVIDADE COMPLEMENTAR

**Integrantes do grupo:**

**(turma: \_\_\_\_\_)**

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Considerações Iniciais:**

1) Na primeira parte desta aula faremos a análise dos resultados obtidos no trabalho com os carrinhos e a interpretação dos gráficos realizados nas atividades anteriores, bem como o resultado do pós-teste.

2) A seguir desenvolveremos a próxima atividade, que tem por objetivo complementar e consolidar seu conhecimento sobre os conceitos de velocidade e deslocamento, quando representados através dos gráficos.

**ATIVIDADE COM CARRINHOS AUTOMATIZADOS**

**Primeira parte (sorteio dos carrinhos pré-programados aos grupos)**

Inicialmente cada grupo receberá, de forma aleatória, um carrinho automatizado, o qual foi programado para executar movimentos variados nos respectivos intervalos de tempo. Cada grupo observará o movimento do seu carrinho e terá alguns minutos para discutir e interpretar o movimento do mesmo, escolhendo em seguida, o gráfico da posição *versus* tempo que melhor represente o movimento de seu carrinho.

**Segunda parte (descrição textual da análise gráfica do movimento)**

Após discutir e interpretar o movimento do carrinho, escolhendo o gráfico correspondente, cada grupo deverá descrever o histórico do movimento, expressando através de texto o que ocorreu nos diferentes intervalos de tempo com o carrinho e como o movimento foi representado no gráfico.

### **Terceira parte (confeccionar o gráfico da velocidade *versus* tempo correspondente)**

Continuando a atividade, cada grupo deverá construir o gráfico da velocidade *versus* tempo correspondente ao movimento de seu carrinho.

Na sequência, cada grupo deverá apresentar ao grande grupo do tipo de movimento realizado por seu carrinho, explicando o porquê da escolha dos respectivos gráficos.

### **Conclusão da atividade (apresentação dos movimentos no grande grupo)**

Concluindo a atividade, cada grupo, utilizando o carrinho automatizado, apresentará seus gráficos ao grande grupo, demonstrando e explicando o movimento realizado por ele.

## **Atividade 2.4 – Atividade com o sensor sonar – Utilizando o sensor de posição com a plataforma Arduino para interpretar e construir gráficos do movimento**

### **a) Guia de Atividade para o Professor (GAP)**

#### **INTRODUÇÃO**

A atividade apresentada neste guia lançará mão de tecnologias aplicadas ao ensino-aprendizagem e servirá para complementar o conjunto de informações obtidas durante a aplicação da unidade didática, utilizadas para sua avaliação. Para esse fim, desenvolvemos um aparato tecnológico com a plataforma Arduino e um sensor de posição (Apêndice B) que permite coletar dados de tempo e posição de determinado objeto, lançando em uma planilha eletrônica, permitindo a construção do gráfico do movimento desse objeto em tempo real, registrando em um computador.

Trata-se de uma atividade avaliativa em que os estudantes receberão um conjunto de quatro gráficos da posição vs. tempo, representando movimentos de um móvel em trajetória retilínea com velocidade e sentidos que poderão variar de acordo com o gráfico. O grupo terá 10 minutos para reproduzir o movimento representado nos gráficos, utilizando o instrumento preparado através da plataforma Arduino, o qual registrará sua interpretação do movimento na tela do computador e que poderá ser salva quando concluída a tarefa.

## OBJETIVOS

Ao final da atividade, o estudante deverá ser capaz de:

- Interpretar e expressar dados constantes em gráficos do movimento uniforme (MU).
- Construir gráficos de determinado movimento.

## MATERIAL NECESSÁRIO

Aparato tecnológico disponibilizado no *apêndice B* deste material instrucional.

Computador com o *software* PLX-DAQ<sup>1</sup>.

Impressão dos “*guias de atividades para os alunos*”, em quantidade suficiente para a turma participante da atividade.

### **b) Guia de Atividade para o Aluno nº 6 (GAA 08)**

#### **ATIVIDADE COM O SENSOR SONAR**

#### **ATIVIDADE AVALIATIVA: UTILIZANDO O SENSOR DE POSIÇÃO COM A PLATAFORMA ARDUINO PARA INTERPRETAR E CONSTRUIR GRÁFICOS DO MOVIMENTO**

---

<sup>1</sup> Este *software* foi desenvolvido pela empresa Parallax Inc com o propósito de possibilitar a análise em tempo real de dados experimentais a partir de uma planilha eletrônica. Mais informações em: <http://www.parallax.com/downloads/plx-daq>. Acesso em 05 de dezembro de 2014.

**Integrantes do grupo:**

**(turma: \_\_\_\_\_)**

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

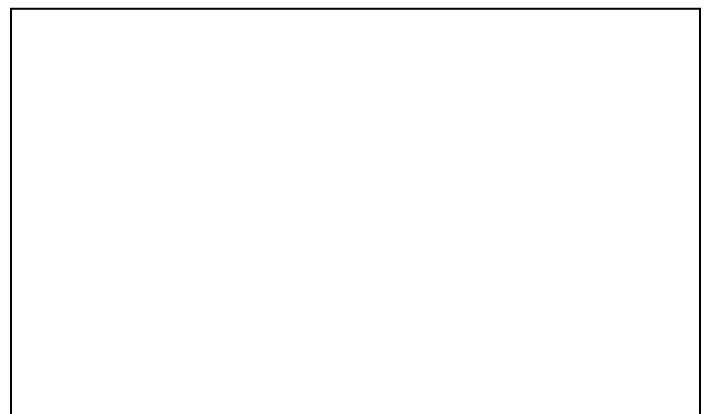
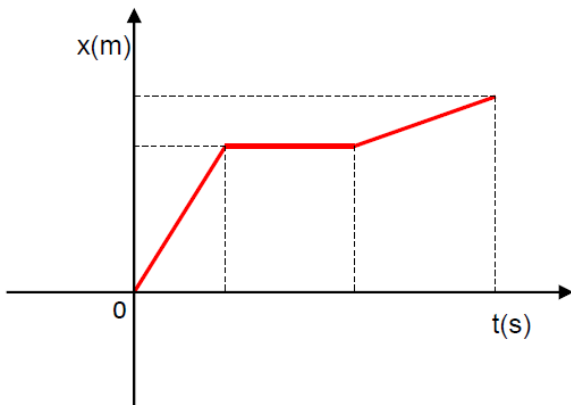
Desenvolvemos até aqui várias atividades com o objetivo de criarmos alternativas didáticas que facilitem o entendimento e a interpretação de dados contidos em gráficos. No decorrer dos trabalhos, vocês realizaram alguns testes para avaliar seu entendimento sobre gráficos. A atividade apresentada neste momento lançará mão de tecnologias aplicadas ao ensino-aprendizagem e servirá para complementar o conjunto de informações obtidas durante a realização das aulas, compondo o rol de informações que serão consideradas para a avaliação do desempenho de vocês em relação aos objetivos propostos na unidade didática.

Vocês assistirão a uma demonstração sobre o funcionamento do instrumento que utilizarão para construir os gráficos e terão dois minutos para testá-lo. Em seguida seu grupo receberá um conjunto de quatro gráficos da posição vs. tempo, representando movimentos de um móvel em trajetória retilínea com velocidade e sentidos que poderão variar de acordo com o gráfico. O grupo terá 10 minutos para reproduzir o movimento representado nos gráficos, utilizando o instrumento preparado através da plataforma Arduino, o qual registrará sua interpretação do movimento na tela do computador. O resultado poderá ser salvo quando concluída a tarefa.

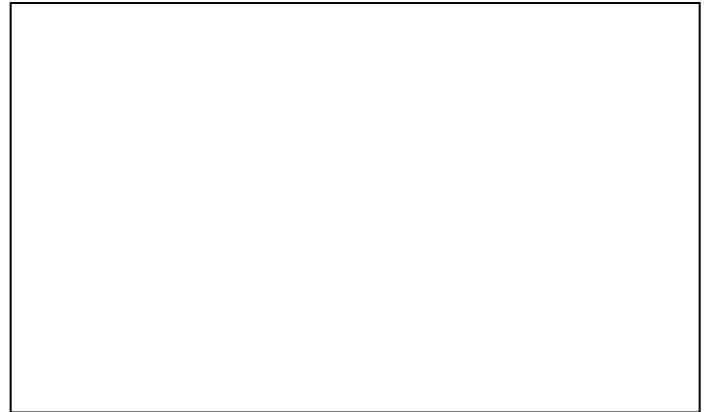
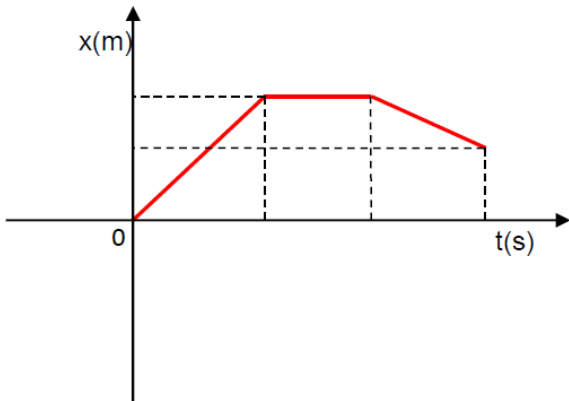
**Opções de gráficos:**

**Espaço para o gráfico produzido:**

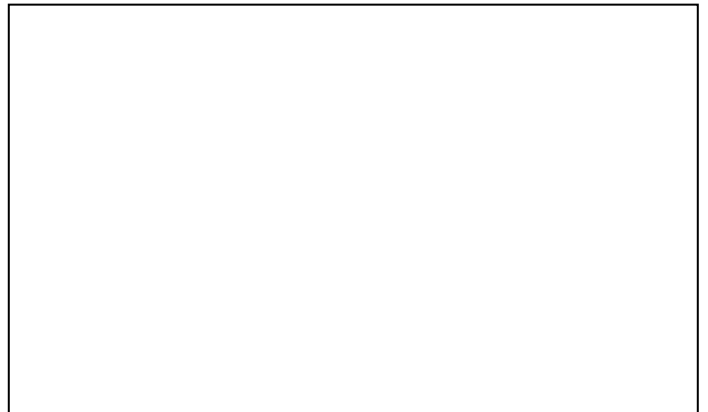
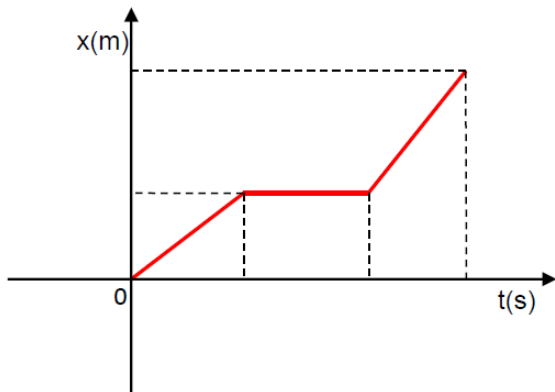
A)



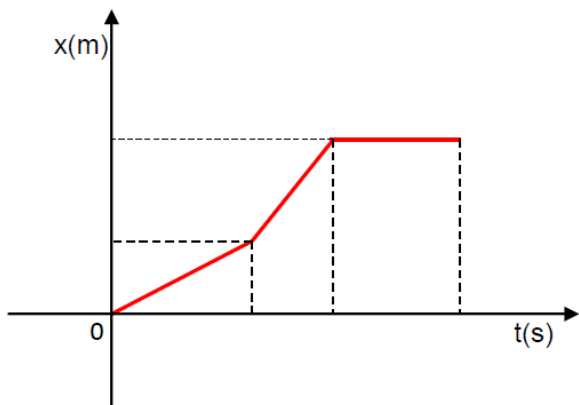
B)



C)



D)





## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Ives S., VEIT, Eliane A., MOREIRA, Marco A. Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da Cinemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 179-184, 2004.

DWORAKOWSKI, L. A de Q. 2015. **Construção e interpretação de gráficos: uma proposta para o ensino médio politécnico**. Bagé: Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Universidade Federal do Pampa, 2015.

GASPAR, Alberto. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Ática, 2003.

MOREIRA, Marco A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.

RIO GRANDE DO SUL, SEDUC-RS. **Proposta Pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e Educação Profissional Integrada ao Ensino Médio – 2011-2014**. Porto Alegre, 2011.

VEIT, Eliane A., ARAÚJO, Ives S. **Tecnologias de Informação e Comunicação: Facilitando a Aprendizagem Significativa de Ciências e Matemática**. Porto Alegre, IF – UFRGS, 2006.

WRASSE, Ana, SANTOS, Rédi, TONEL, Arlei P., KAKUNO, Edson M., DORNELES, Pedro. **Carrinho Automatizado como recurso facilitador na construção e interpretação de gráficos da Cinemática**. In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, São Paulo, 2013.

## APÊNDICE A – PRÉ E PÓS-TESTE

Neste Apêndice apresentamos o teste aplicado no início e no final da Unidade Didática.

**IMPORTANTE: Não faça marcas nas folhas de questões. Responda apenas na folha de respostas.**

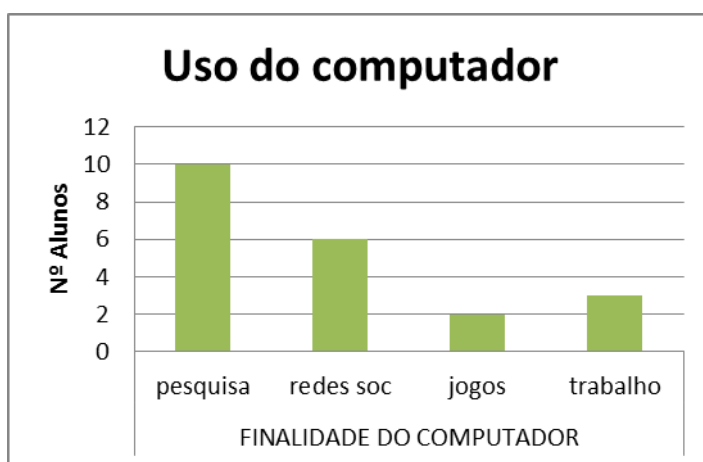
**Questão 1:** Na pesquisa de opinião realizada nas turmas de 1º ano E.M em 2012 para definir os temas do seminário integrado, uma das turmas respondeu que costumava usar o computador com as finalidades expressas no gráfico abaixo. A partir desses dados, podemos inferir:

A) O número de alunos que usa o computador para pesquisa é maior que o das outras finalidades somadas.

B) O número de usuários em redes sociais é o dobro de quem usa para o trabalho.

C) O uso em jogos é a metade do uso para o trabalho.

D) A soma dos que usam em jogos com os que usam para trabalho é igual ao das redes sociais.



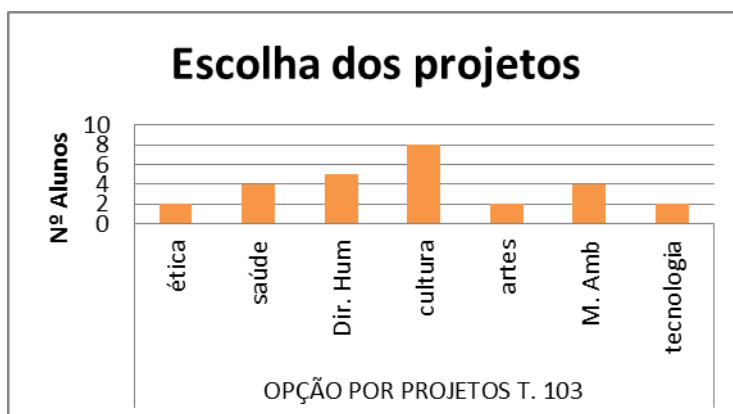
**Questão 2:** Ainda nesta turma, a opção por desenvolver os diversos projetos propostos foi transcrito no próximo gráfico. Sendo assim, é correto dizer:

A) Ética, artes e tecnologia somados, igualam a opção por Dir. Hum.

B) A opção por cultura é maior que Dir. Hum. e saúde somados.

C) A opção por cultura é o triplo da opção por M. Amb.

D) Somando as opções de saúde, ética e artes, igualamos a opção de cultura.



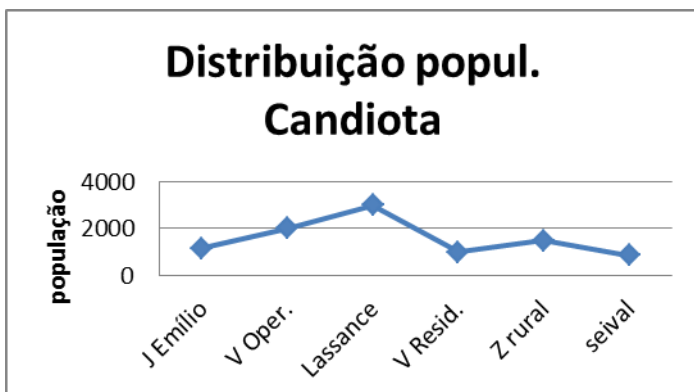
**Questão 3:** De acordo com a distribuição da população de Candiota, representada pelo gráfico abaixo, podemos concluir que:

A) Lassance possui o dobro da população da zona rural.

B) Seival é mais populoso que a vila residencial.

C) J Emílio é o bairro menos populoso.

D) Lassance tem quatro vezes mais habitantes que a vila residencial.



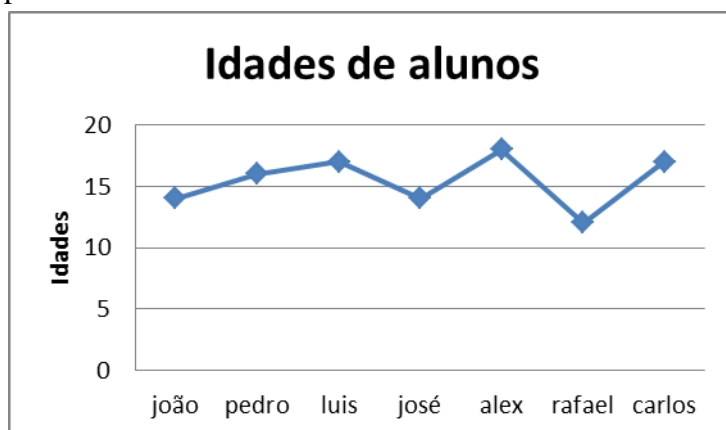
**Questão 4:** No gráfico abaixo, temos a representação gráfica das idades de alguns alunos de determinada escola. De acordo com o gráfico, podemos inferir:

A) Alex é o mais velho e José é o aluno mais novo.

B) João e Rafael possuem a mesma idade.

C) Luís é quatro anos mais velho que José.

D) José é quatro anos mais jovem que Alex.



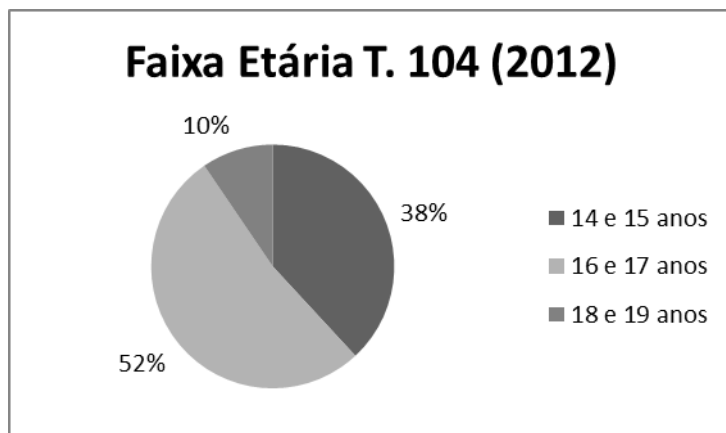
**Questão 5:** O gráfico abaixo nos mostra a faixa etária, em termos percentuais, dos alunos do turno da noite de uma turma do 1º ano E.M. em 2012. Analisando essa distribuição, concluímos que:

A) Menos da metade da turma tem entre 16 e 17 anos.

B) Mesmo a turma sendo do turno da noite, apenas 1/5 dos alunos são maiores de 18 anos.

C) Os alunos mais jovens (entre 14 e 15 anos) representam 1/4 da turma.

D) 90% da turma são de alunos menores de 18 anos.



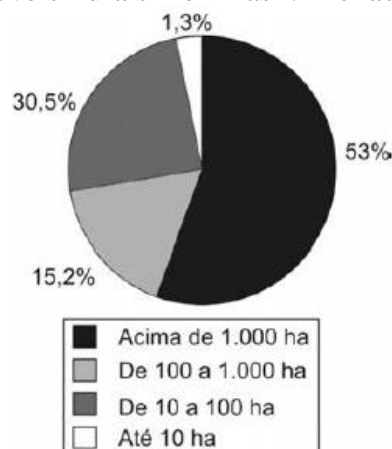
**Questão 6:** (“adaptada” ENEM 2010 – Ciências Humanas e suas Tecnologias) O gráfico abaixo representa o tamanho e a totalidade dos imóveis rurais no Brasil. De acordo com as características do gráfico podemos concluir que:

A) Mais da metade das terras pertencem a propriedades entre 10 e 1.000 ha.

B) Até 100 ha encontramos 45,8% das propriedades.

C) Acima de 2/3 das propriedades possuem 100 ha ou mais.

D) Entre 10 ha e 100 ha temos 66% das propriedades.



Fonte: Incra, Estatísticas cadastrais 1998.

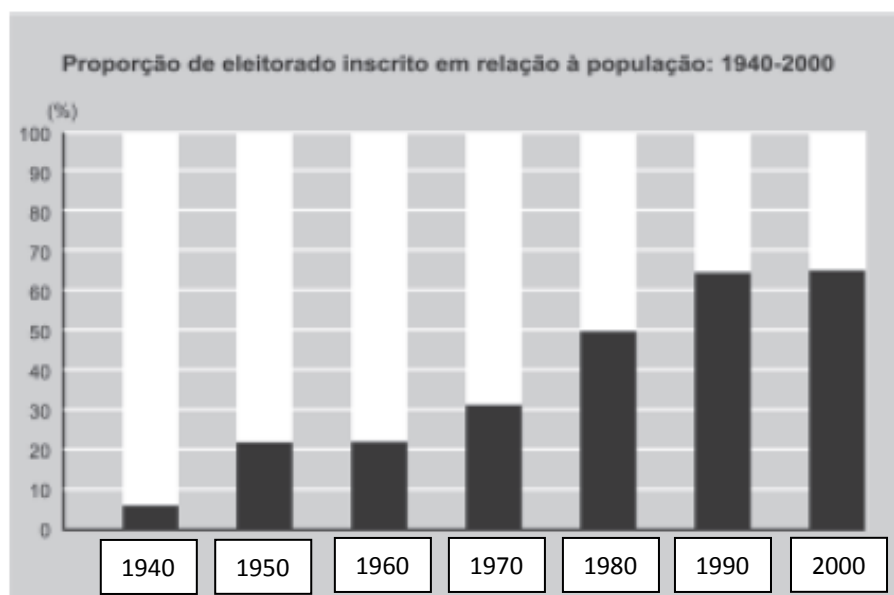
**Questão 7:** (“adaptada” ENEM 2011 – Ciências Humanas e suas Tecnologias) O gráfico abaixo nos indica a proporção de eleitores inscritos no Brasil, em relação à população, entre os anos de 1940 a 2000. A maior variação no eleitorado ocorreu entre os anos:

A) 1940-1950.

B) 1950-1960.

C) 1960-1970.

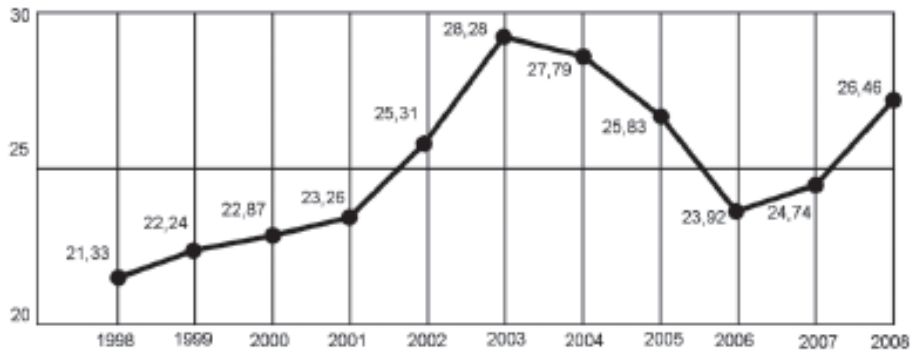
D) 1970-1980.



GOMES, A. *et al.* **A República no Brasil**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

**Questão 8:** (ENEM 2011 – Matemática e suas Tecnologias) O termo agronegócio não se refere apenas à agricultura e à pecuária, pois as atividades ligadas a essa produção incluem fornecedores de equipamentos, serviços para a zona rural, industrialização e comercialização dos produtos.

O gráfico a seguir mostra a participação percentual do agronegócio no PIB brasileiro:



Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). **Almanaque abril 2010**. São Paulo: Abril, ano 36 (adaptado).

Esse gráfico foi usado numa palestra em que o orador ressaltou uma queda da participação do agronegócio no PIB brasileiro e a posterior recuperação dessa participação, em termos percentuais. Segundo o gráfico, o período de queda ocorreu entre os anos de:

- A) 1998 e 2001.
- B) 2001 e 2003
- C) 2003 e 2006.
- D) 2003 e 2007

**Questão 9:** (ENEM 2011 – Matemática e suas Tecnologias) Considerando o mesmo gráfico de percentual do agronegócio no PIB brasileiro da questão 8, responda:

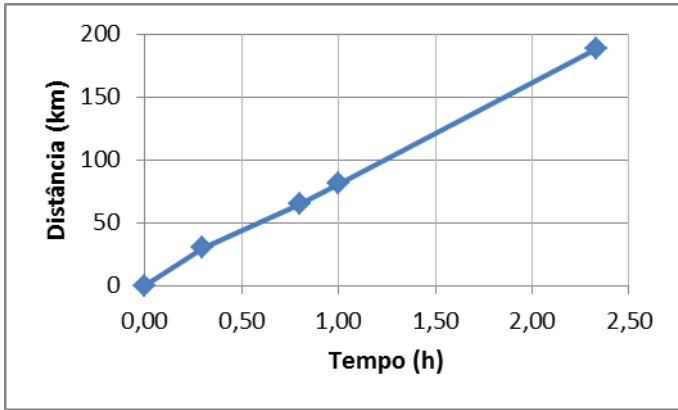
Segundo o gráfico o percentual médio entre os anos de 1998 a 2008 foi de aproximadamente:

- A) 30 %.
- B) 24 %.
- C) 29 %.
- D) 20 %

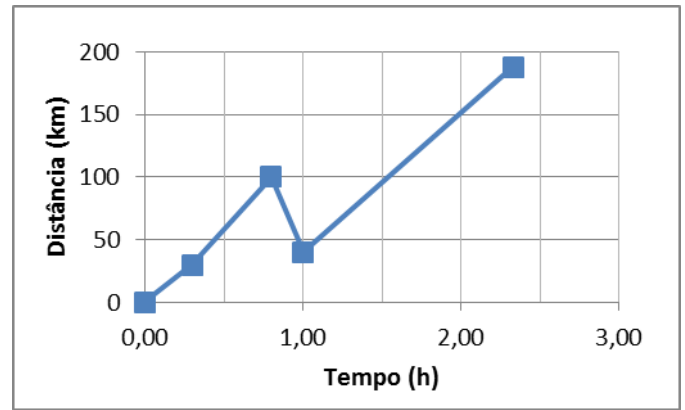
**Questão 10:** Os dados da Tabela abaixo foram coletados a partir do tempo de viagem e distância percorrida do ônibus que faz a linha Bagé/Pelotas.

	Bagé	Hulha Negra	Candiota	Pinheiro Machado	Pelotas
<b>Tempo (h)</b>	0	0,3	0,8	1,0	2,33
<b>Distância (km)</b>	0	30,0	65,0	81,0	188,0

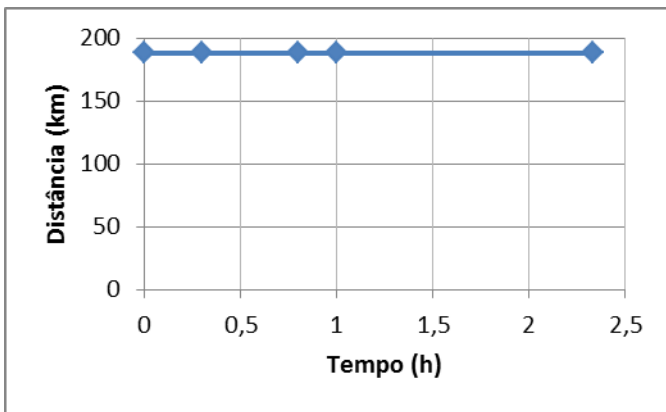
Identifique qual dos gráficos abaixo melhor representa os dados apresentados na tabela acima.



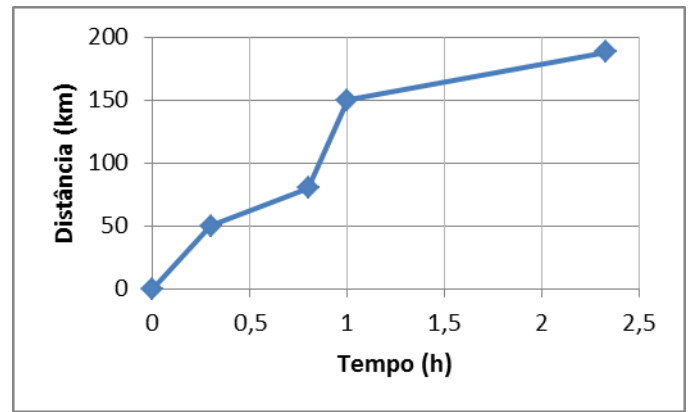
(A)



(B)



(C)



(D)

**GRADE DE RESPOSTAS**

NOME: \_\_\_\_\_

TURMA: \_\_\_\_\_

Questões	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

## APÊNDICE B - Construção e programação da atividade com o sensor sonar

Neste Apêndice apresentamos o aparato experimental que construímos para possibilitar a construção de gráficos do movimento em tempo real, sendo utilizado para a prática dos estudantes sobre interpretação e construção de gráficos em Cinemática, servindo ainda, para avaliar o desempenho dos estudantes ao final da aplicação da unidade didática.

### 1. INTRODUÇÃO

As diversas atividades realizadas durante a aplicação deste trabalho de mestrado incluíam em seus objetivos, criar condições favoráveis aos estudantes para interpretar e construir gráficos da Cinemática. Entre os instrumentos avaliativos da proposta didática aplicada, realizamos uma entrevista avaliativa a qual estabeleceu que os estudantes deveriam interpretar o movimento realizado por um objeto e construir o gráfico da posição *vs.* tempo correspondente, em tempo real. Para a realização desta atividade desenvolvemos um aparato experimental, contendo a plataforma microcontrolada Arduino com um sensor sonar (HCSR04<sup>2</sup>) capaz de captar a posição de um determinado objeto. Através do *software* PLX-DAQ<sup>3</sup> dados de tempo e deslocamento referentes ao movimento deste objeto foram apresentados em uma planilha eletrônica propiciando a construção do gráfico da posição *vs.* tempo correspondente, em tempo real.

Apresentamos neste Apêndice, o material que utilizamos para a montagem desse aparato experimental, fornecendo o esquema da montagem do circuito e o código fonte correspondente à programação da plataforma Arduino.

### 2. MATERIAL NECESSÁRIO

- 01 placa microcontrolada Arduino
- 01 placa protoboard
- Cabos de ligação

---

<sup>2</sup> Mais informações do sensor estão disponíveis em: <http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>. Acesso em 16 dezembro de 2014.

<sup>3</sup> Este *software* foi desenvolvido pela empresa Parallax Inc com o propósito de possibilitar a análise em tempo real de dados experimentais a partir de uma planilha eletrônica. Mais informações em: <http://www.parallax.com/downloads/plx-daq>. Acesso em 05 de dezembro de 2014.

- Sensor sonar HCSR04

### 3. DIAGRAMA ELÉTRICO

A montagem do circuito é relativamente muito simples, sendo necessário somente conectar os cinco terminais (GND, Vcc, Trig e TCHE) do sensor na placa Arduino (Fig. 1). Os terminais GND e Vcc são de alimentação, o Trigger envia um sinal sonoro, com frequência de ultrassom, que ao ser refletido por um objeto retorna ao sensor e o terminal Echo recebe o sinal (ECO do som emitido). Simultaneamente à emissão do sinal um pino digital do Arduino deve passar para o nível lógico “1” e assim que retornar o sinal o pino deve assumir nível “0”. Dessa forma, a distância entre o objeto e o sensor pode ser encontrada a partir da velocidade do som e do tempo que o pino digital esteve com nível “1”, conforme descrito no código fonte do Quadro 1.

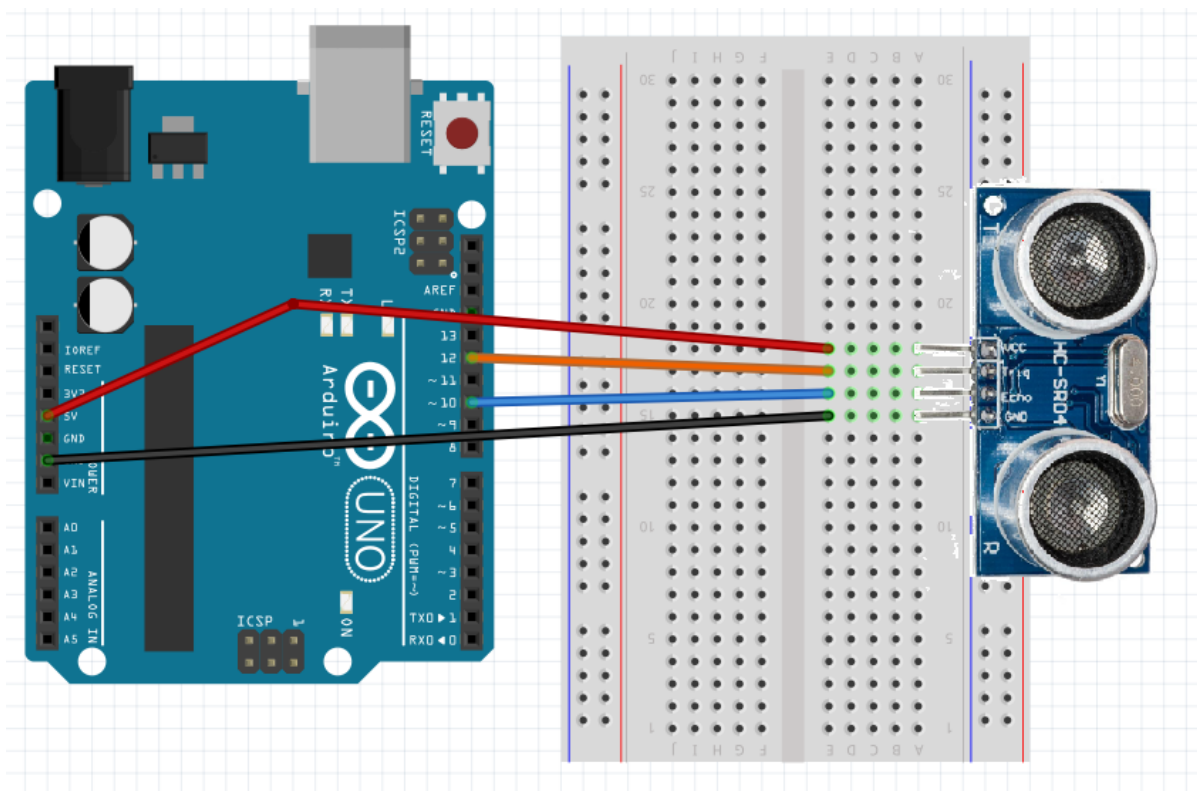


Fig. 1 - Esquemático simplificado do circuito.



#### 4. PROGRAMAÇÃO

No Quadro 1 apresentamos e comentamos o código fonte usado para programação do sensor.

##### Quadro 1 – Código fonte usado para a programação do sensor de posição

```
// Pino 12 ligado no pino Trigger do sensor sonar.  
// O pino Trigger quando alimentado com 5.0 V durante 10 microssegundos emite oito pulsos ultrassônicos  
com uma frequência de 40 KHz.  
int sonar_trig = 12;  
  
// Pino 10 ligado no pino Echo do sensor sonar.  
// O pino Echo fica em estado alto no intervalo de tempo entre a emissão dos pulsos de 40 KHz e o retorno  
dos pulsos - reflexão a partir de um objeto a frente do sensor.  
int sonar_echo = 10;  
  
// Contagem do tempo  
float tempo=0;  
  
// Variável que representa a posição do objeto em relação ao sensor. A origem do sistema de coordenada é  
definida na posição do sensor.  
float X;  
  
// Tempo em que o pino Echo permanece no estado alto (tempo para os pulsos ultrassônicos percorrerem a  
trajetória do sensor até o objeto e retornarem ao sensor).  
float tempo_echo;  
  
// O led instalado internamente na placa arduino no Pino 13, é usado para acender quando uma medida de  
posição for maior que 2.0 metros.  
// Um Led externo também pode ser conectado ao pino 13, para facilitar a visualização.  
int Led = 13;  
  
// Setup do Arduino  
void setup() {  
  
// Pino de Trigger do sensor sonar  
pinMode(sonar_trig, OUTPUT);  
  
// Pino Echo do sensor sonar  
pinMode(sonar_echo, INPUT);  
  
// Pino 13 da placa arduino  
pinMode(Led, OUTPUT);  
  
// Inicializa a porta serial  
Serial.begin(19200);  
  
// Interface com Excel (PLX-DAQ)  
Serial.println("CLEARDATA");  
Serial.println("LABEL,Time,tempo, X(cm)");  
}
```

```
// Loop infinito
void loop() {

// Dispara o pulso de Trigger de 10us de largura
digitalWrite(sonar_trig, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(sonar_trig, LOW);

//Zera a variável tempo_echo
tempo_echo = 0;

// Tempo para os pulsos ultrassônicos percorrerem a trajetória do sensor até o objeto e retornarem ao sensor.
// A função pulseIn cronometra o tempo em que o pino sonar_echo permanece alto (em microssegundos).
tempo_echo = pulseIn(sonar_echo, HIGH);

// O Cálculo da posição X entre o sensor e o objeto é obtido a partir de:  $x = 0.5 * (\text{tempo\_echo} \times 10^{-6} \text{ s} * 340 \text{ m/s})$ 
// Como o tempo é de ida e volta multiplicasse por 0.5, para transformar o tempo de microssegundos para segundos multiplicasse por  $10^{-6}$  e adotasasse 340 m/s para a velocidade do som.
 $X = 0.5 * (\text{tempo\_echo} * 1.0e-6 * 340);$ 

// Conversão de X em metros para centímetros.
 $X = X * 100.0;$ 

// Conta o tempo em milissegundos desde o início do programa.
tempo = millis();

// transforma o tempo de milissegundos em segundos.
tempo = tempo/1000;

if(X >= 200) {
// O sensor não encontrou um objeto em uma posição inferior a 200 cm e o resultado deve ser descartado
// Sinalizar com o led do Pino 13 da placa arduino
digitalWrite(Led, HIGH);
} else {
digitalWrite(Led, LOW);

// Envia os dados das variáveis, Time, tempo e X para a porta serial, que podem ser visualizados na
planilha do PLX-DAQ.
Serial.print("DATA,TIME,"); Serial.print(tempo); Serial.print(","); Serial.println(X); Serial.print(",");
Serial.println("ROW,SET,2");
}
// Aguarda o tempo mínimo recomendado, pelo fabricante do sensor, antes de fazer uma nova leitura (60 ms)
delay(60);
}
```

## ANEXO A

### DESCRIÇÃO DO CARRINHO AUTOMATIZADO UTILIZANDO A PLACA MICROCONTROLADA ARDUINO<sup>4</sup>

Pedro Dorneles [[pedro.unipampa@unipampa.edu.br](mailto:pedro.unipampa@unipampa.edu.br)]  
Edson M. Kakuno [[edson.kakuno@unipampa.edu.br](mailto:edson.kakuno@unipampa.edu.br)]  
Januário Dias Ribeiro [[januarioribeiro@unipampa.edu.br](mailto:januarioribeiro@unipampa.edu.br)]  
Rédi dos Santos [[redi.unipampa@gmail.com](mailto:redi.unipampa@gmail.com)]

#### 1. Introdução

Com base em trabalhos da literatura (Roque e Pereira, 2012 e Araujo, Veit e Moreira, 2004) sobre ensino de gráficos da Cinemática concebemos um carrinho automatizado com a placa Arduino (ARDUINO, 2014) para simular movimentos retilíneos com velocidades controladas via controle remoto ou pré-definidas na programação.

Inicialmente, um carrinho (Fig. 1) foi programado para andar ao longo de uma linha reta, delimitada por uma fita preta sobre uma superfície plana e branca ou clara com a finalidade de mudar de velocidade ou o sentido do movimento a cada vez que o sensor de trilha passava por uma fita preta colocada transversalmente. O sensor de trilha consegue distinguir a superfície escura da superfície clara, podendo assim, ser programado para mudar de velocidade a cada interrupção no sensor. As fitas pretas transversais foram colocadas equidistantes um metro uma da outra e uma marcação a cada meio metro, conforme mostra a Fig. 2, com a finalidade de possibilitar a tomada de vários intervalos de tempo, a fim de obter uma maior quantidade de dados para construção de gráficos. Mais detalhes desse carrinho podem ser encontrados em Wrasse et al. (2013).

---

<sup>4</sup> Trabalho parcialmente financiado pelo Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil e Programa de Extensão Observatório de Aprendizagem (PROEXT-MEC 2012).

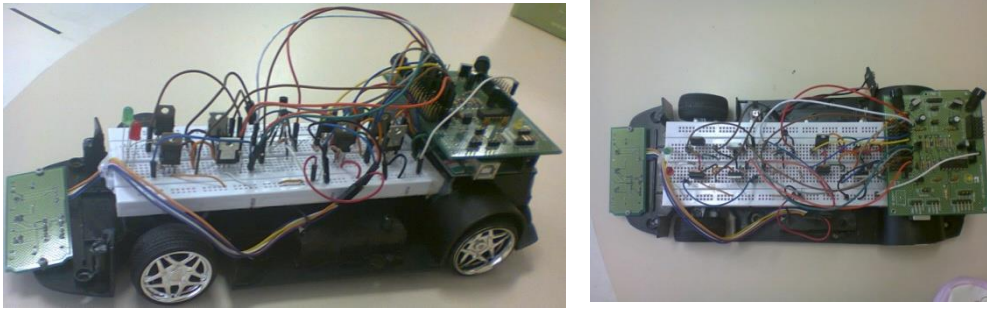


Fig. 1 – Imagem do carrinho com controle de velocidades a partir de faixas transversais.

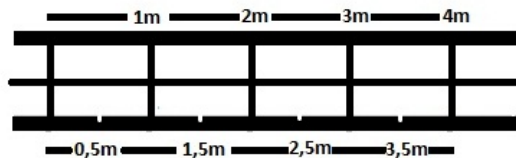


Fig. 2 – Trajeto do carrinho com marcação das distâncias.

Com o propósito de aumentar a interatividade dos estudantes com os carrinhos criamos outra possibilidade para controle das velocidades, inserindo a possibilidade dos estudantes alterarem as velocidades dos carrinhos via controle remoto. Também em uma versão posterior substituímos a ponte H (PATSKO, 2006) realizada por componentes discretos, por uma ponte H em um Circuito Integrado (CI). Ela tem a função de controlar os sentidos da corrente elétrica nos motores, consequentemente no sentido de rotação, propiciando assim movimentos para frente e para trás no motor de tração e movimentos para direita e esquerda no motor de controle do eixo dianteiro.

Desse modo os principais componentes do nosso projeto são: um **carrinho de brinquedo** que tenha um motor para tração traseira e outro para alinhar o eixo dianteiro, ambos de corrente contínua; uma placa **Arduino** e um **CI (L293D)** que controlam os motores a partir de **um sensor de trilha** e outro **receptor de infravermelho (IR)** que recebe os sinais do **controle remoto**<sup>5</sup>. Na sequência apresentamos os detalhes técnicos para a montagem do carrinho, bem como apresentamos os códigos fontes utilizados para programação do Arduino.

## 2. Materiais utilizados

<sup>5</sup> Qualquer controle remoto que emita sinais IR, em que o código esteja previamente decodificado.

- Arduino uno/Duemilanove
- L293D ou: 8 resistores 1k, 4 transistores TIP121 e 4 transistores TIP127
- Receptor IR
- Sensor de trilha ou:
  - 2 transmissores IR TIL32
  - 2 receptores TIL78
  - 2 resistores 220
  - 2 resistores 100k
  - 2 resistores 10k
  - 2 resistores 1k
  - 4 transistores BC549
- Pilhas
- Bateria 9,0 V

### 3. Diagrama elétrico

Conforme já descrito na introdução, os carrinhos são compostos de dois motores: um traseiro para tração (MT) e um dianteiro para regular a direção (MD) que são controlados por uma placa Arduino, que recebe estímulos de um receptor IR, um sensor de trilha que atuam sobre os motores através de pontes H(L293D), como mostrados nas Fig. 3 e 4.

De acordo com a funcionalidade de cada pino do Arduino, escolhemos os que melhor se encaixam com os nossos propósitos:

- D0 e D2 - Entrada digital. Recebem as saídas do sensor de trilha (esquerdo e direito);
- D3 - INT1. Captura interrupções referente ao recebimento de comando do receptor infravermelho, enviado pelo controle remoto;
- D5 e D6 - Controlam a ponte H responsável por acionar o motor dianteiro que ajusta o carrinho na trilha;
- D9 e D10 - Controlam a ponte H responsável por acionar o motor de tração traseiro;

- D11 - Saída digital. Nos carrinhos que utilizam o CI L293D, este pino habilita o uso das 2 pontes H presente nele;
- D12 - Saída digital. Fornece alimentação para o receptor infravermelho.

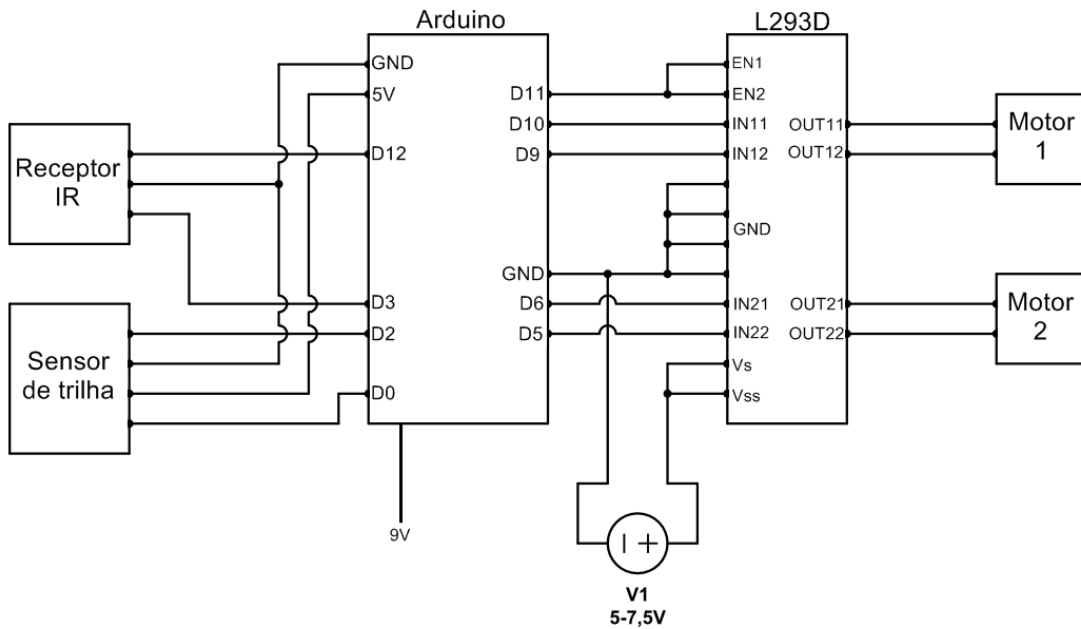


Fig. 3 – Esquema simplificado do circuito.

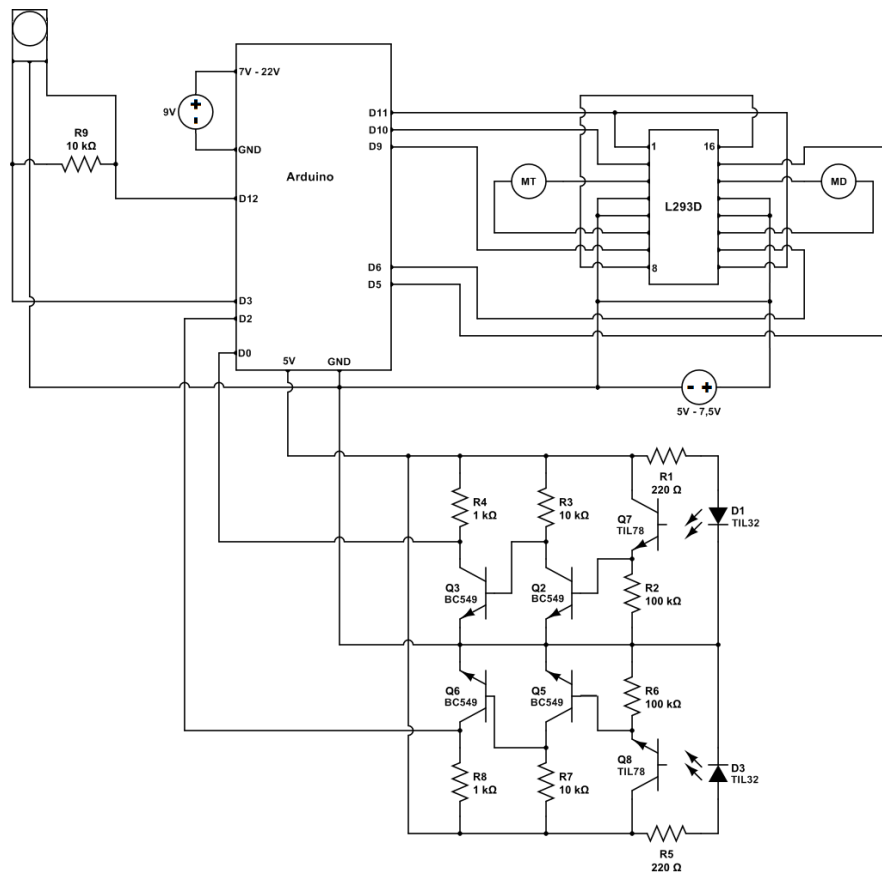


Fig. 4 – Diagrama elétrico geral do circuito.

A seguir são descritos em detalhes as pontes H, o sensor de trilha, a programação dos carrinhos e a codificação dos controles remoto.

#### 4. Ponte H

Ponte H é um circuito eletrônico, amplamente utilizado para o controle de motores DC, pois pode controlar sentido de rotação dos motores (horário e anti-horário), a partir de sinais gerados por um microcontrolador ou quaisquer outros dispositivos geradores de sinal (porta paralela, Usb, etc.). São circuitos comumente usados em aplicações de robóticas e automação e podem ser implementados por utilização de componentes discretos ou podem ser obtidos na forma de circuito integrado (CI).

O nome ponte H é dado pela forma que assume o circuito quando montado. O circuito é construído com quatro "chaves" que são acionadas de forma alternada, sendo que cada uma se localiza nos extremos e o motor no meio.

Para cada configuração das chaves o motor gira em um sentido. As chaves S1 e S2 assim como as chaves S3 e S4 não podem ser ligadas ao mesmo tempo, pois podem gerar um curto circuito. Mas se acionarmos as chaves S1, S4 ou S2, S3, faremos o motor girar nos dois sentidos, como mostrado na Fig. 5A, pois cada uma das configurações anteriores definem um sentido de corrente elétrica nos motores (figs. 5B e 5C).

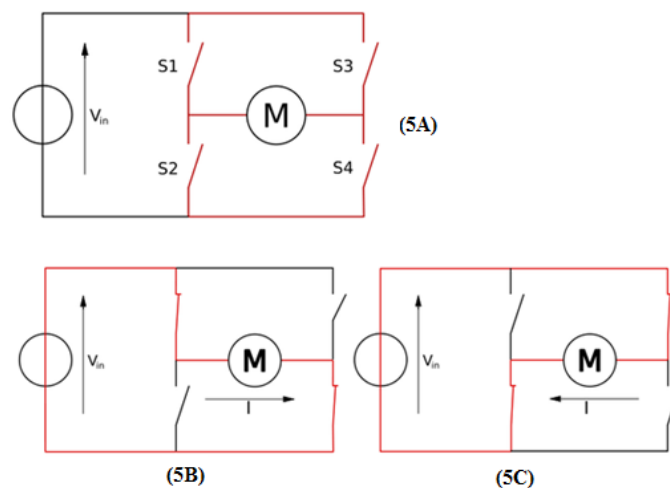


Fig. 5 – Funcionamento de uma ponte H.

Inicialmente utilizamos uma ponte H construída com transistores TIP121/127 (Wrasse et al. (2013) que desempenhava as funções das chaves S1-S4 e S3-S2 do circuito da Fig. 5A.

Na versão seguinte do carrinho utilizamos o CI L293D<sup>6</sup> (Fig. 6) é formado por duas pontes H, uma de um lado do CI e outra do outro, que tem os seguintes pinos (os números em parênteses correspondem a 2º ponte H):

- ENABLE 1(2) – Habilita o uso da ponte H do seu lado respectivo;

<sup>6</sup> Mais informações de CI estão disponíveis em: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/l293d.pdf> . Acesso em 16 dezembro de 2014.



- INPUT 1(2) – Controlam os pinos OUTPUT 1 e OUTPUT 2;
- INPUT 3(4) – Controlam os pinos OUTPUT 3 e OUTPUT 4;
- GND – Pinos terra;
- $V_S$  – Pino de alimentação ( $V_{SS} - 7-36V$ );
- $V_{SS}$  – Pino de alimentação lógica (4,5V – 36V);
- OUTPUT 1(2) – São ligados no motor para controlar sua rotação;
- OUTPUT 3(4) – São ligados no motor para controlar sua rotação.

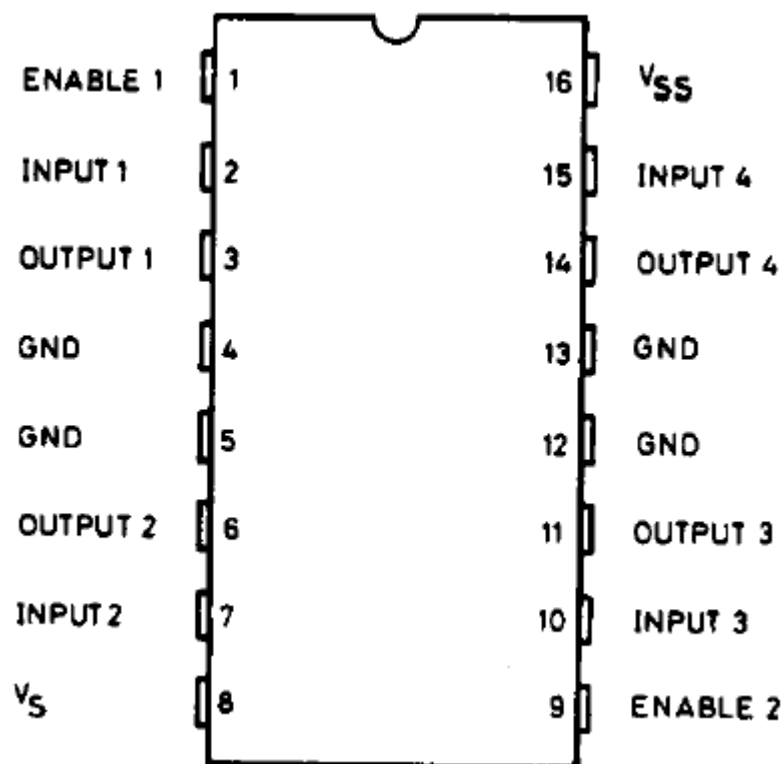


Fig. 6 – Circuito Integrado L293D .

## 5. Sensor de Trilha

Basicamente o sensor de trilha (Fig. 7) é composto por dois pares de emissores/receptores infravermelho, sendo a distância entre os pares da largura de uma fita isolante. Os receptores infravermelho (IR) são os fototransistores (TIL78) que conduzem corrente na presença de luz (radiação eletromagnética) IR e a corrente conduzida é

diretamente proporcional a intensidade da luz IR. Os transmissores IR (TIL32) são LEDs que emitem luz IR.

A luz IR emitida por D1 faz com que Q7 conduza, que faz com que Q2 conduza e “corte” Q3. Com isso a saída OUT1 assume um potencial próximo de 5,0 V (nível lógico “1”). Quando a luz IR de D1 é interrompida (por uma superfície opaca, por exemplo), Q7 corta e o processo inverso ocorre, levando a saída OUT1 a um potencial próximo de 0,0 V (nível lógico “0”). O circuito da parte inferior do diagrama funciona de forma análoga.

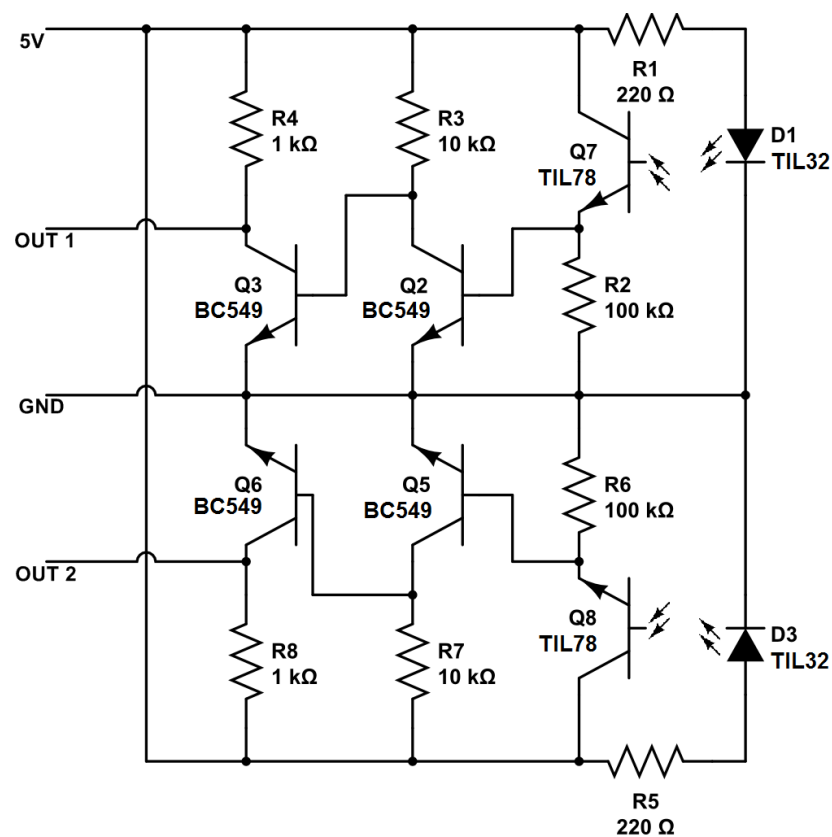


Fig. 7 – Diagrama do sensor de trilha.

## 6. Programação dos carrinhos

No Quadro 1 apresentamos e comentamos o código fonte usado para programação dos carrinhos.

Nesta aplicação utilizamos a biblioteca “IRremote”<sup>7</sup> que faz decodificação de sinal infravermelho (IR). Um tutorial<sup>8</sup> é detalhado para adicionar bibliotecas no arduino no blog Brasil Robotics.

### **void setup()**

Na função setup configuramos os pinos que iremos usar, habilitamos as funções de entrada de dados do receptor IR e também as interrupções para o mesmo.

### **void mensagem()**

Essa função é chamada quando há uma interrupção no pino D3 (Sinal do controle remoto – alteração do módulo da velocidade), referente uma mensagem recebida no receptor IR. A mensagem é decodificada e tratada, se for a mesma mensagem anterior, a descartamos, senão é assinalada uma variável de controle, para avisar outras funções da mensagem.

### **void dobrarEsquerda() e void dobrarDireita()**

Essas duas funções ajustam a direção do carrinho até este voltar à direção original ou até receber uma mensagem do controle remoto, assinalada pela função **mensagem()**.

### **void seguir\_linha()**

Verifica se o carrinho está na trilha, e chama os ajustes quando necessário, até que seja assinalada o recebimento de uma mensagem.

### **void loop()**

Executa uma ação quando uma mensagem é recebida do controle remoto, e então chama a função **seguir\_linha()**.

### **void parar()**

Desabilita o L293D, para que o carrinho pare (pinos 1 e 9 no nível “0”).

---

<sup>7</sup> Disponível em: <http://www.robotic.com.br/IRremote.zip>. Acesso em 16 dezembro de 2014.

<sup>8</sup> Disponível em: <http://brasilrobotics.blogspot.com.br/2011/07/como-adicionar-bibliotecas-no-arduino.html>. Acesso em 16 dezembro de 2014.

### **void marcha\_re( byte velocidade) e void frente( byte velocidade)**

Os pinos 1 e 9 no nível “1” habilitam o L293D, que faz com que o carrinho se mova em marcha ré ou em frente. O argumento “byte velocidade” é usado para a escrita analógica nos pinos que controlam o motor de tração, podendo assim ser ajustada a velocidade.

#### Quadro 1 – Código fonte usado para programação dos carrinhos com o L293D.

```
/* Inclusão de bibliotecas
*/

#include <IRremote.h> // biblioteca usada para fazer a leitura do receptor infra
//-----
// Definições de constantes
#define motorT1 9
#define motorT2 10 // 9-10 controlam motor traseiro
#define motorD1 5
#define motorD2 6 // 5-7 controlam motor dianteiro
#define enable 11 // enable pin
#define veloc1 170
#define veloc2 220
#define veloc3 255 // definição das velocidades
#define sensorDir 0
#define sensorEsq 2 // pinos ligados aos sensores de trilha
#define recv 3 // pino de leitura do receptor infra
//-----
IRrecv irrecv(recv);
decode_results result;
int message = 0; // variavel que recebera a mensagem do receptor infra
int copia = 0; // recebe uma copia da msg para evitar msgs repetidas
boolean mens = 0; // flag de controle
//-----
/*
* função para configurar os pinos do arduino e suas funções
*/

void setup()
{
  irrecv.enableIRIn(); // habilita o IR no pino 3

  pinMode(sensorEsq, INPUT); //sensor da esquerda como entrada
  pinMode(sensorDir, INPUT); //sensor da direita como entrada
  pinMode(motorT1, OUTPUT);
  pinMode(motorT2, OUTPUT);
  pinMode(motorD1, OUTPUT);
  pinMode(motorD2, OUTPUT); // controles do motor como saída
  pinMode(12, OUTPUT); // pino para alimentação do receptor infra
  digitalWrite(12, HIGH);
  pinMode(enable, OUTPUT); // enable como saída

  attachInterrupt(1, mensagem, RISING); // habilita interrupções no pino 3 (INT1)
}
//-----
/*
* Função recebe mensagens do controle remoto
*/

void mensagem()
{
  if(irrecv.decode(&result)) // decodifica a mensagem
  {
    message = result.value & 0xff; // recebe o dado numa variavel inteira com apenas os ultimos 2 digitos da msg em HEX

    mens = 1; // sinaliza que recebeu uma msg
    switch(message) // funciona como um if-then-else aninhado
    {
      // usei para simplificar os sinais
      case 0x41: // caso em que é pressionado o botao 1
        message = 0x01;
    }
  }
}
```

```

break;
case 0x42:      // caso em que é pressionado o botao 2
  message = 0x02;
  break;
case 0x43:      // casos em que é pressionado o botao 3
  message = 0x03;
  break;
case 0x45:      // caso em que é pressionado o botao 8
  message = 0x08;
  break;
  // caso em que é pressionado o botao 0
case 0x40:
  message = 0x00;
  break;
default:
  message = copia; // msg invalida
}
if(message == copia ) // se a msg eh a mesma anterior, entao ignora a msg
  mens = 0;
else // senao faz uma copia da msg
  copia = message;
  irrecv.resume(); // limpa o buffer
}
}
//-----
/*
* Percebe quando o carrinho precisa dobrar
*/
void dobrarDireita()
{
  analogWrite(motorD1, veloc2);
  digitalWrite(motorD2, LOW);
  while(digitalRead(sensorDir) == LOW && mens != 1); // enquanto o sensor continuar no LOW e nao tiver uma nova msg ele segue dobrando
  digitalWrite(motorD1, LOW);
  digitalWrite(motorD2, LOW);
}

void dobrarEsquerda()
{
  digitalWrite(motorD1, LOW);
  analogWrite(motorD2, veloc2);
  while(digitalRead(sensorEsq) == LOW && mens != 1); // enquanto o sensor continuar no LOW e nao tiver uma nova msg ele segue dobrando
  digitalWrite(motorD1, LOW);
  digitalWrite(motorD2, LOW);
}

void seguir_linha()
{
  while(mens != 1)
  {
    if(digitalRead(sensorDir) == LOW && digitalRead(sensorEsq) == HIGH )
      dobrarDireita();
    else if(digitalRead(sensorDir) == HIGH && digitalRead(sensorEsq) == LOW )
      dobrarEsquerda();
  }
}
//-----
/*
* A função loop como o próprio nome diz fica em loop com as instruções que estão dentro dele
*/

void loop()
{
  if( mens == 1 )
  {
    switch(message)
    {
      case 0x01:      // caso em que é pressionado o botao 1

```

```
frente( veloc1 );
break;
case 0x02:      // caso em que é precionado o botao 2
  frente( veloc2 );
  break;
case 0x03:      // casos em que é precionado o botao 3
  frente( veloc3 );
  break;
case 0x08:      // caso em que é precionado o botao 8
  marcha_re(veloc3);
  break;
case 0x00:      // caso em que é precionado o botao 0
  parar();
  break;
}
mens = 0;      // msg executada, abaixa a flag
seguir_linha(); // faz o ajuste de direção
}
}
//-----

/*
 * Função para o carrinho parar
 * Desabilita o CI
 */

void parar()
{
  digitalWrite(enable, LOW); // enable pin1 do L293D
}
//-----

/*
 * Função velocidade para mancha re
 */

void marcha_re( byte velocidade)
{
  digitalWrite(motorT1, LOW);
  analogWrite(motorT2, velocidade);
  digitalWrite(enable, HIGH);
}
//-----

/*
 * Função de velocidade frente
 */

void frente(byte velocidade)
{
  analogWrite(motorT1, velocidade);
  digitalWrite(motorT2, LOW);
  digitalWrite(enable, HIGH);
}
```

## 7. Configuração dos controles

Para mapeamento dos controles remotos deve-se conectar o receptor infravermelho, na placa Arduino e executar o código fonte (conforme o Quadro 2). Para analisar os resultados apresentados para cada botão do controle pressionado a Janela Serial Monitor (função do *software* do Arduino) deve ser aberta.

Quadro 2 – Código e esquema de montagem para mapeamento de controles remotos.

```

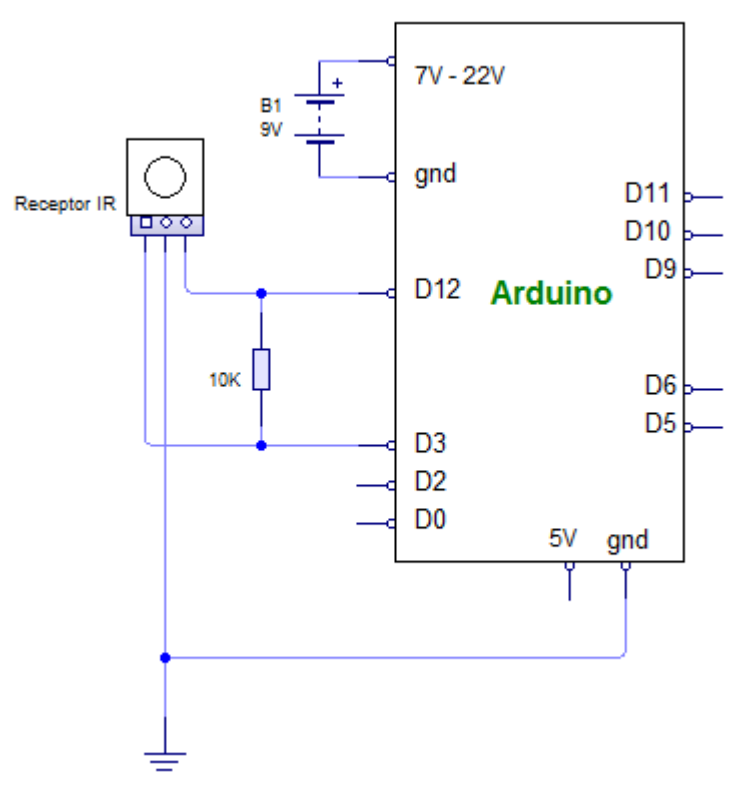
// Código extraído de: https://www.pjrc.com/teensy/td\_libs\_IRremote.html. Acesso em 15 de dezembro de 2014.
#include<IRremote.h>

int RECV_PIN =3;
IRrecv irrecv(RECV_PIN);
decode_results results;
int msg=0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  irrecv.enableIRIn();
  pinMode(12, OUTPUT);
  digitalWrite(12, HIGH);
}

void loop()
{
  if(irrecv.decode(&results)){
    msg=results.value& 0xff;
    Serial.println(msg, HEX);
    irrecv.resume();
  }
}

```



Representação das conexões do Receptor IR.

## 8. Conclusões

Já utilizamos carrinhos automatizados em duas experiências didáticas (WRASSE et al., 2013 e DWORAKOWSKI, 2015) e os resultados dão evidências de que constituem-se em uma potencial ferramenta para auxiliar no ensino de gráficos, principalmente nos processos de coleta e tabulação de dados e construção de gráficos.

A utilização do CI L293D tornou o carrinho mais robusto, pois com a ponte H, frequentemente, fios eram desconectados e o funcionamento dos carrinhos era instável. Porém, ainda persistem alguns fatores que devem ser levados em conta, tais como: a carga das baterias, o uso de uma trilha com uma linha preta que tenha bom contraste entre a linha e a trilha (temos usado papel pardo com uma lista de fita isolante preta) e o alcance do controle remoto.

## 9. Referências

ARDUINO. Disponível em: <http://www.arduino.cc/> . Acesso em 16 dezembro de 2014.

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Atividades de modelagem computacional no auxílio de interpretação de gráficos da Cinemática. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 179-184, jun. 2004.

DWORAKOWSKI, L. A de Q. 2015. *Construção e interpretação de gráficos: uma proposta para o ensino médio politécnico*. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Campus Bagé, Universidade Federal do Pampa, 2015.

PATSKO, L. F. *Tutorial Montagem Ponte H*. 2006. Disponível em: [http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000\\_kdr5000/tutorial\\_eletronica\\_-\\_montagem\\_de\\_uma\\_ponte\\_h.pdf](http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000_kdr5000/tutorial_eletronica_-_montagem_de_uma_ponte_h.pdf). Acesso em 01 de julho de 2012.

ROQUE, Ricardo R., PEREIRA, Peter S. *Da atividade ao conceito de Plano Cartesiano: Uma vivência na escola*. In: III EIEMAT – Escola de Inverno de Educação Matemática. Ijuí: UNIJUÍ, 2012.

WRASSE, Ana, SANTOS, Rédi, TONEL, Arlei P., KAKUNO, Edson M., DORNELES, Pedro. *Carrinho Automatizado como recurso facilitador na construção e interpretação de gráficos da Cinemática*. In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, São Paulo, 2013.