

# A HISTÓRIA DE UM MOVIMENTO\*

## A MOVEMENT'S STORY

Antônio Marcos Vieira Costa<sup>1</sup>  
Antônio Tarciso Borges<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bolsista de iniciação científica (CNPq), toninhofisica@terra.com.br

<sup>2</sup>Colégio Técnico da UFMG, tarciso@coltec.ufmg.br

### Resumo

Vários de tipos de gráficos são utilizados nos livros-texto, nas aulas de ciências, bem como em jornais, revistas e outras mídias. Os gráficos são importantes ferramentas para a comunicação, para o pensamento e resolução de problemas na Ciência. Neste trabalho, investigamos as práticas de estudantes na produção e interpretação de gráficos relacionados com o estudo de movimentos. Os estudantes realizaram duas atividades distintas, embora relacionadas. A primeira atividade consistia em elaborar um gráfico para descrever qualitativamente uma situação relacionada a um movimento específico. A segunda atividade consistia em interpretar um gráfico, extraindo informações e elaborando uma descrição do movimento que ele representava. Os resultados mostram que aproximadamente 80% dos estudantes desenvolveram boas práticas de construção e leitura dos gráficos. Os problemas identificados envolvem inferências sobre informações representadas indiretamente e alguns casos isolados de estudantes que interpretaram gráficos como se fossem trajetórias de objetos em movimento.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências; Gráficos; Interpretação de Gráficos;

### Abstract

Several types of graphs are commonly used in text-books, science lessons, newspapers, magazines and other media. In science, graphs are important tools for communication, thought and problem solving. In this paper, we investigated the students' practices in producing and interpreting kinematics graphs. Two distinct tasks were used. The first task consisted in elaborating a qualitative graph to describe a situation related to a specific kind of movement. The second task consisted in extracting information and interpreting a Cartesian graph and producing a written description of the situation represented. The results indicate that, approximately 80% of the students developed good practices of construction and interpretation of graphs. The identified problems are related to inferences about indirectly represented information and to a few students who interpreted the graphs as if they were trajectories of objects in motion.

**Keywords:** Science Education, Graphs, Graph Interpretation

---

\* Os autores agradecem ao apoio recebido do CNPq e da FAPEMIG

## INTRODUÇÃO

Este trabalho é uma parte de um projeto mais amplo de pesquisa que tem como um de seus objetivos investigar as competências e práticas dos estudantes na produção, leitura e interpretação de tabelas e gráficos, bem como de outras formas de inscrições de interesse para o ensino e aprendizagem de Física. O interesse se justifica pelo fato de estarmos implementando um novo currículo recursivo de Física para o ensino médio. A meta principal do primeiro passo do currículo é promover a aprendizagem inicial de técnicas e táticas de investigação usadas na ciência para descrever, explicar e fazer previsões sobre diversos fenômenos. O que envolve aprender a representar dados em tabelas e gráficos, e usá-las como ferramentas para representar relações entre grandezas físicas e para a resolução de problemas.

Vários de tipos de gráficos, tabelas e diagramas são comumente utilizados nos livros-texto, nas aulas de ciências e matemática, bem como em jornais, revistas e outras mídias. Sua utilização produtiva em situações escolares e cotidianas para conferir significados aos vários aspectos de nossa realidade, é parte importante da alfabetização de jovens e adultos. Os resultados de testes e levantamentos (PISA e INAF, por exemplo), indicam que parte da população de jovens e adultos desenvolve pouco essas competências e práticas durante sua educação básica. Este quadro é preocupante pelo caráter instrumental que tais habilidades têm para a alfabetização científica, bem como pelo fato de constituírem exigências da sociedade contemporânea.

No entanto, muito além do seu caráter instrumental no estudo da Física e da Matemática, os gráficos<sup>†</sup> são representações materializadas num meio e são importantes ferramentas para a comunicação, para o pensamento e resolução de problemas em diversos contextos. O desenvolvimento de práticas de produção, leitura e interpretação de gráficos é importante, uma vez que constitui uma forma de expressão na qual uma grande quantidade de informação pode ser apresentada de forma sintética, padronizada e sistemática. Essas qualidades tornaram o uso dos gráficos uma importante ferramenta para as ciências e outras áreas, que necessitam da organização visual de dados.

A física se apropria de uma linguagem baseada em conceitos, terminologias e formas de expressão. Acerca das formas de expressão, é possível destacar a presença e o papel assumido dos gráficos na apresentação de quase todos os conteúdos que compõem a física ensinada no ensino médio e nos cursos introdutórios da área de ciências exatas na universidade. Para se ter idéia dessa abrangência basta observar um livro didático de física, tanto para a educação a nível médio quanto superior, e perceber que é difícil não registrar a presença de vários gráficos a cada capítulo. Dessa forma, pode-se considerar que saber produzir, interpretar e extrair informações de gráficos são habilidades necessárias à compreensão de conteúdos de ciências (PCN+, 2002).

## A PRODUÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS

A importância de trabalhar a aprendizagem de gráficos e outras inscrições na educação básica é reconhecida por organizações científicas e pesquisadores. Os documentos que orientam as reformas curriculares recentes em vários países, como os PCNEM (1999), NRC (1996) e AAAS (1989), por exemplo, argumentam que dentre os elementos básicos para o desenvolvimento da alfabetização científica estão aprender a ler, criar e raciocinar com inscrições científicas. Aprendê-las possibilita que os estudantes organizem informações, identifiquem padrões e tendências em conjuntos de dados, representem relações entre variáveis envolvidas em uma situação concreta, façam previsões sobre o desenrolar dos fenômenos que são representados, além de auxiliar na construção de argumentos em forma oral e escrita.

---

<sup>†</sup> Usaremos o termo gráficos para designar os diversos tipos de displays gráficos e cartas, como gráficos XY, gráficos de dispersão, gráficos de barras, histogramas, fluxogramas, cronogramas.

Criar, ler e racionar com inscrições usadas na ciência escolar e por cientistas, tais como modelos, gráficos, diagramas, tabelas de dados e mapas estão entre os elementos básicos da aprendizagem que se espera da escolarização básica de todos os cidadãos (NRC, 1996, PCNEM, 1999). São também práticas que são fundamentais para o desenvolvimento da alfabetização científica. Também a AAAS recomenda que todos os estudantes norte-americanos dos anos 6 a 8 da educação fundamental devam ser capazes de criar gráficos, tabelas e modelos simples para a realização de propósitos como organizar informações, representar relações entre as variáveis de uma situação concreta, identificar padrões e tendências em dados experimentais, sejam eles obtidos pelos próprios estudantes ou por outros, fazer previsões sobre a evolução dos fenômenos que são representados e para auxiliar na construção de argumentos (AAAS, 1989).

Latour (1999) caracteriza as inscrições como sendo os diversos tipos de transformações que materializam uma entidade na forma de uma representação acessível aos outros, como um arquivo, um documento, riscos de uma caneta em uma folha de papel. As inscrições são fundamentais na produção e comunicação de novos conhecimentos em Ciência. No entanto, os estudantes enfrentam dificuldades em produzir, interpretar e raciocinar com base em inscrições. Estes vários, e outros usos, são denominados práticas inscricionais (Krajcik, 1991; Kozma e Russel, 1997). Assim, quando os estudantes aprendem a fazer atividades com e sobre inscrições, eles estão se apropriando de práticas representacionais.

Os vários tipos de inscrições, como plantas de construções, esquemas, diagramas, ilustrações, tabelas, mapas e modelos, compartilham as características de serem ferramentas para a comunicação e o pensamento, representando grandezas e relações de difícil expressão oral ou por escrito. As habilidades e competências requeridas para a interpretação de tais representações são, cada vez mais, exigências das práticas de leitura e escrita demandadas pela sociedade contemporânea, além de proporcionarem ao cidadão a possibilidade de uma melhor compreensão do mundo em que vive e convive.

Muitas das pesquisas conduzidas têm foco apenas em aspectos cognitivos, tratando das dificuldades e sucessos individuais em tarefas relacionadas a gráficos. Quase sempre as conclusões apontam para dificuldades pessoais de aprender sobre gráficos ou para habilidades mentais que ainda não se desenvolveram. Um exemplo dessa abordagem é o amplo estudo de McDermott, Rosenquist e van Zee (1987), que identificaram as dificuldades dos estudantes em relacionar as propriedades dos gráficos com as grandezas neles representadas e com os fenômenos por eles representados. Seu resultado mais importante é que muitos estudantes, especialmente os mais novos, tendem a ver gráficos como figuras que representam literalmente as situações em lugar de representar informações quantitativas abstratas.

A aprendizagem de como produzir e interpretar gráficos e outras formas inscricionais envolve aspectos normativos e conceituais. Os primeiros dizem respeito às regras e normas para se produzir e extrair informações corretamente de um gráfico. É o que pode ser aprendido mais facilmente, a partir do estudo de casos exemplares, respeitados os ritmos dos estudantes. No caso de gráficos de linhas, isso significa aprender a traçar os eixos corretamente, nomeá-los, utilizar escalas apropriadas, marcar os pontos, etc.. Esse aprendizado é descrito na literatura em questão em termos de desenvolvimento ou aquisição de esquemas e 'roteiros', que codificam as normas e regras para se produzir e extrair informações de gráficos corretamente.

No entanto, a leitura e interpretação de gráficos dependem de conhecimentos específicos dos domínios representados. O desenvolvimento conceitual é lento e demanda o engajamento dos aprendizes com áreas específicas do conhecimento humano. Mesmo profissionais e graduandos em uma certa área podem ter dificuldades em interpretar corretamente informações representadas em gráficos de seu campo de estudo, porque não desenvolveram práticas representacionais apropriadas, conforme resultados de Bowen, Roth e McGinn (1999). Este trabalho é orientado por essa perspectiva de investigar as práticas de produção e interpretação de gráficos, utilizadas por estudantes do nível médio. Ao adotar como foco as práticas sociais por

meio das quais as representações são criadas e interpretadas, muda-se o foco da pesquisa, da busca de causa das dificuldades para os problemas de aprendizagem.

As inscrições são representações materializadas em algum meio, e portanto facilmente acessíveis, reproduzidas e transportáveis para outros contextos, sem alterar as relações internas. As inscrições são públicas, podendo ser produzidas em colaboração por vários sujeitos, examinadas e compartilhadas por eles. Nesse sentido, elas são muito distintas das representações internas ou mentais, que são inacessíveis (Roth e McGinn; 1997).

## PROBLEMA DE PESQUISA

Em conformidade com o exposto, voltamos nossa atenção para as práticas dos estudantes de produção, leitura e interpretação de tabelas e gráficos. Este trabalho é um primeiro resultado desse empreendimento. Nele, desejamos investigar as práticas de produção e interpretação de gráficos de cinemática de estudantes do primeiro ano do ensino médio, enquanto estudam a descrição cinemática de movimentos simples. Mais especificamente, desejamos estudar os recursos que os estudantes mobilizam para produzir e interpretar gráficos de cinemática. Não temos a intenção de identificar e descrever as práticas inscricionais dos estudantes amplamente. Lembramos que este um pequeno recorte de um projeto mais amplo.

## METODOLOGIA

Com o objetivo de perceber as aprendizagens emergentes de estudantes do primeiro ano do ensino médio sobre a produção e interpretação de gráficos, desenvolvemos ao longo do primeiro trimestre letivo de 2005, uma série de atividades de produção e interpretação de gráficos de movimento. Na Física, o primeiro contato dos estudantes de ensino médio com os gráficos ocorre durante o ensino de cinemática, tradicionalmente um dos primeiros conteúdos a ser abordado. Sendo assim, esse período representa um momento no qual os estudantes aprendem, simultaneamente, conceitos acerca de alguns tipos simples de movimentos e as formas de representá-los através da linguagem gráfica. Os estudantes também aprendem sobre gráficos em Matemática no primeiro ano, quando estudam funções. Mas a abordagem é distinta, daquela adotada em Física e, usualmente, acontece depois do estudo de cinemática. Não há muita preocupação com o significado das grandezas que são representadas e com as escalas.

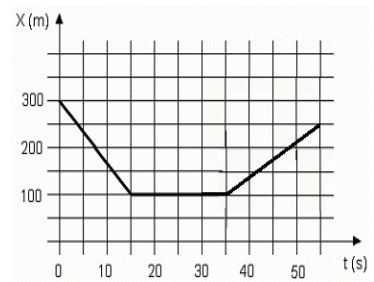
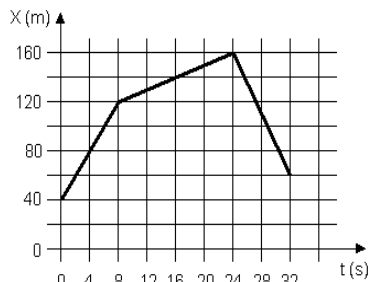
*Figura I: Primeira atividade – Elaboração de um gráfico a partir de uma situação*

Situação	Enunciado
S <sub>1</sub>	Um caminhão viaja por uma estrada com destino a Brasília. Ele viaja com velocidade constante quando o motorista resolve parar por algum tempo. Após a parada ele continua a viagem com a mesma velocidade que estava antes. Represente o movimento do caminhão graficamente e descreva com suas palavras o que o gráfico representa.
S <sub>2</sub>	Um grupo de amigos estava viajando com velocidade constante e percebem que o carro está com pouca gasolina. Eles discutem se devem voltar para abastecer em um posto pelo qual tinham passado há pouco. Durante a discussão o carro diminui a velocidade. Eles decidem afinal retornar ao posto, então abastecem o carro e retomam a viagem. Represente o movimento do carro graficamente e descreva com suas palavras o que o gráfico representa.

Nesse trabalho analisaremos as produções de 52 estudantes de duas turmas do primeiro ano do ensino médio. Dados foram coletados através de dois instrumentos distintos, embora relacionados. Outras atividades semelhantes foram realizadas, ao longo do estudo dos movimentos, mas não serão analisados. O primeiro instrumento era uma atividade que consistia em elaborar um gráfico para descrever qualitativamente duas situações,  $S_1$  e  $S_2$ , relacionadas a movimentos específicos. As situações foram propostas como duas histórias curtas, narradas pelo professor da turma. O segundo instrumento consistia em interpretar um de dois tipos de gráficos ( $G_1$  e  $G_2$ ), elaborando uma descrição por escrito da situação expressa por ele. Os estudantes de uma turma realizaram  $S_1$  e  $G_1$ , e os da outra realizaram as atividades  $S_2$  e  $G_2$ . Ambas as atividades se relacionam com a cinemática. Os dados analisados no presente trabalho constituem as respostas dos estudantes às duas atividades. As figuras I e II apresentam as duas atividades utilizadas.

As situações  $S_1$  e  $S_2$  foram apresentadas oralmente pelo professor para a turma. Para tornar possível a interpretação de possíveis diferenças entre o problema enunciado pelo professor e o que os estudantes de fato entenderam, foi solicitado que, uma vez construído o gráfico, eles descrevessem num texto curto o movimento que estavam representando. Na segunda atividade isso não foi necessário, pois a atividade consistia em examinar o gráfico apresentado pelo professor e produzir uma descrição escrita do movimento.

Figura II: Segunda atividade – Descrição de uma situação a partir de um gráfico

Gráfico		Enunciado
 <p>Gráfico 1 (<math>G_1</math>)</p>	 <p>Gráfico 2 (<math>G_2</math>)</p>	<p>O gráfico representa a posição de um ciclista movendo-se por uma estrada</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descreva o movimento do ciclista com suas palavras.</li> <li>- Qual é a velocidade do ciclista no primeiro trecho do percurso?</li> </ul>

Em síntese, podemos considerar que as duas atividades realizadas em cada turma têm objetivos distintos, mas relacionados. Na primeira atividade espera-se que o estudante produza um gráfico a partir da descrição oral e por escrito do fenômeno que ele deve representar. Na segunda espera-se que o estudante seja capaz de interpretar e extrair informações de um gráfico que representa um movimento, inclusive narrando a história do movimento. Ambas atividades foram realizadas de forma individual e em dias distintos. Na construção do gráfico, o estudante possuía liberdade para escolher que grandezas seriam representadas nos eixos X e Y do plano cartesiano.

Tabela I: Participantes

Atividade	Tipo	Número de participantes	Total de participantes por atividade
Primeira	$S_1$	27	52
	$S_2$	25	
Segunda	$G_1$	23	48
	$G_2$	25	

As atividades envolveram duas turmas do primeiro ano do ensino médio de uma escola da rede federal de ensino e foram administradas durante o período de aula dos alunos. Os alunos participantes estudavam cinemática quando participaram das atividades e já haviam realizado atividades curtas do tipo descrever “a história do movimento”, que envolviam construir gráficos qualitativos para representar movimentos e, ao contrário, dado um gráfico, descrever em palavras aquele movimento. A tabela I apresenta o número de alunos que participou de cada atividade.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos dados foi realizada a partir de várias leituras de todo o conjunto de gráficos e das descrições produzidas para aquilo que o gráfico representava, direcionando a atenção em busca de padrões utilizados com maior frequência e representações que se destacavam devido a sua forma peculiar. Elaboramos um sistema de quatro categorias para classificar as respostas, a partir do referencial identificado por Shah e Hoeffner (2002).

Segundo Shah e Hoeffner (2002) o exercício de compreensão de um gráfico pode ser analisado a partir de três principais processos. Primeiro, o observador deve perceber o arranjo visual e identificar suas principais características do gráfico. Por exemplo, se é um gráfico de linha, de barras, ou se o gráfico é uma reta ou uma curva. Este processo é influenciado pela forma com que os dados estão dispostos - barras, pontos, linhas, entre outras.

Posteriormente, o observador deve relacionar as características visuais do gráfico com o comportamento das grandezas representadas. Em outras palavras, o observador deve ser capaz de inferir ou descrever, se Y cresce ou diminui com X, se o crescimento ou diminuição de Y com X, isto é a inclinação do gráfico, é constante ou variável, por exemplo. Isso é fortemente afetado pela codificação das características visuais do gráfico, do primeiro processo e de experiências anteriores em construir e analisar gráficos em situações específicas.

Finalmente, os observadores devem determinar quais são os referentes para as grandezas representadas, e relacionar as características visuais do gráfico às relações entre os conceitos representados. Um gráfico que representa um movimento pode relacionar diferentes variáveis associadas ao movimento: posição e tempo, velocidade e tempo, aceleração e tempo. Este processo pode ser ilustrado durante a interpretação de um gráfico de movimento que contenha, por exemplo, uma linha horizontal. Essa linha pode representar um objeto parado quanto presente em um gráfico de posição em função do tempo. Ela também pode representar um objeto se movendo com velocidade constante caso esteja contida em um gráfico de velocidade em função do tempo. Ou seja, o mesmo tipo de arranjo visual pode fazer com que o observador infira relações conceituais diferentes e faça inferências diferentes acerca do fenômeno. A tabela II apresenta em resumo os três processos.

*Tabela II: Descrição dos processos*

Processo	Descrição
I	Percepção do arranjo visual
II	Estabelecer relações funcionais
III	Interpretação

Estes três processos implicam em três fatores que desempenham um papel importante para a compreensão e interpretação de um gráfico por um observador: as características da disposição dos dados, o conhecimento acerca dos conceitos envolvidos e da relação entre as

grandezas. A seguir descrevemos, analisamos e exemplificamos cada uma das categorias estabelecidas.

### **A – Resposta esperada**

As respostas pertencentes a essa categoria indicam que os estudantes desenvolveram práticas apropriadas e esperadas no início da unidade, pelo menos no caso de movimentos simples. Sendo assim, o gráfico elaborado é coerente com descrição que o gerou, assim como a descrição produzida é coerente com gráfico em que ela se baseou. Os estudantes elaboram gráficos de velocidade/posição em função do tempo, bem como os interpretam, considerando corretamente os conceitos relacionados à cinemática. Dentre as descrições que constituem essa categoria, algumas delas se apresentam de forma mais elaborada, apresentando um grau de detalhamento mais amplo. Em contrapartida, existem descrições que, apesar de coerentes com o objetivo da atividade, são muito concisas. Como exemplo, um estudante descreveu o gráfico  $G_2$  da seguinte maneira:

*"O ciclista está em uma lanchonete quando percebe que está atrasado. Ele pega sua bicicleta e sai pedalando rapidamente. Depois de poucos metros sua garrafinha cai e ele não percebe. Depois de um tempo ele reduz sua velocidade e quando foi pegar sua garrafinha ele percebeu que ela não estava com ele. Ele deu meio volta e percorreu até onde tinha deixado a garrafinha cair".*

No exemplo acima, o estudante elabora uma descrição, percebendo a alteração no sentido do movimento do ciclista, bem como o significado da inclinação da reta no gráfico de posição em função do tempo. É interessante ressaltar que o estudante extrapola o conteúdo do gráfico ao utilizar elementos que enriquecem sua descrição, por exemplo, a invenção de um motivo que faz o ciclista decidir retornar. É perceptível que, para esta descrição, o estudante consegue conectar uma situação real com a situação descrita pelo gráfico, através de uma intervenção lúdica pautada na construção de uma história fictícia.

Para o gráfico  $G_1$ , um estudante escreveu a seguinte descrição:

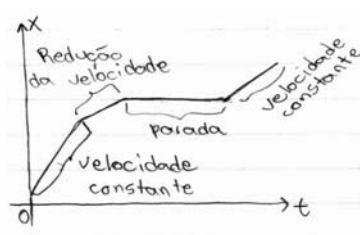
*"Um ciclista estava pedalando no sentido negativo, partindo do ponto inicial 300 m. Ele estava andando com velocidade constante até 100 m, quando parou para tomar uma água e enxugar o rosto. Depois ele retomou seu movimento só que ele estava em sentido contrário, ou seja, positivo e sua velocidade estava menor pelo fato de que a reta estava menos inclinada".*

O estudante descreve a situação satisfatoriamente, mantendo coerência entre o traçado proposto pelo gráfico e sua respectiva descrição. Novamente, é possível notar a criação de um contexto recorrendo a uma situação cotidiana, e com termos próprios do vocabulário da cinemática. Em outro exemplo, um estudante escreveu a seguinte descrição para o gráfico  $G_2$ :

*"Um ciclista está andando de bicicleta. Quando chegou em um certo ponto do percurso ele resolveu voltar".*

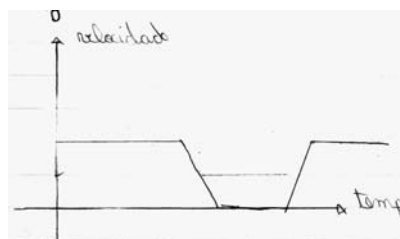
Essa descrição, apesar de coerente com o gráfico produzido, é muito vaga e aponta apenas para certas características que o gráfico deve exibir, no caso percebendo a variação da posição com o tempo e a inversão do sentido do movimento. O estudante compreende que o traçado representa a posição do ciclista em vários instantes de tempo, bem como a diferença de significados entre uma reta crescente e decrescente em um gráfico de posição em função do tempo, porém ele não enriquece sua descrição com detalhes implícitos no gráfico, como a variação da velocidade do móvel.

Figura III – Exemplos de boas produções dos estudantes para S1 e S2



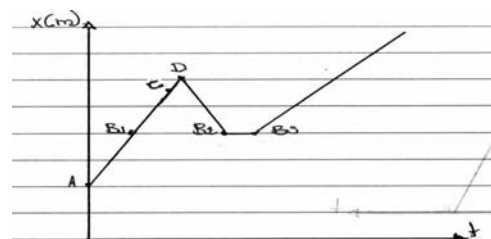
A

“Um caminhão está com uma velocidade constante em uma estrada, até que ele reduz a velocidade e pára por um certo tempo. Depois ele volta para a estrada com uma velocidade constante.”



B

“Um caminhão estava a uma velocidade constante. Pára e fica um certo tempo parado, depois aumenta a velocidade até um certo ponto e mantém uma certa velocidade”



C

“Em uma viagem para Bahia que teve início no ponto A, foi percebido a falta de gasolina no ponto C. Um passageiro lembrou que eles haviam passado por um posto no ponto B1. Entre C e D, eles discutiram se deveriam voltar para abastecer. Resolveram voltar e enquanto abasteciam, eles ficaram parados de B2 até B3. Depois disso retornaram a viagem até chegar a Bahia.”

A figura III apresenta três exemplos de gráficos traçados por estudantes para representar as situações S<sub>1</sub> (primeiro e segundo gráfico) e S<sub>2</sub> (terceiro gráfico). Observamos poucas diferenças entre os gráficos presentes nesta categoria, por exemplo, a forma do traçado (linha suavizada ou angulada) e as legendas. O estudante A produz um gráfico de posição X tempo para a situação S<sub>1</sub>, enquanto que B representa a mesma situação através de um gráfico de velocidade X tempo. As descrições que ambos fornecem para a situação se assemelham muito e ambos os gráficos são aceitáveis como demonstração de conhecimento de como representar graficamente um movimento com tais características. No entanto, o gráfico de A é mais detalhado, por causa dos elementos textuais que ele introduz em porções do gráfico, destacando as diferentes etapas do movimento. Além disso, o gráfico apresenta contornos suaves, o que foi desenvolvido nas aulas de iniciais de laboratório. Diferentemente, o gráfico de B tem mudanças bruscas de inclinação, e sem os elementos descritivos associados ao gráfico. Também o aluno C lança mão de marcos acrescentados ao gráfico da situação S<sub>2</sub> para facilitar sua narrativa da história do movimento, que é correta, embora limitada em termos de detalhes acerca do movimento. Por exemplo, quando o veículo retoma o movimento no sentido inicial, após abastecer, conforme a história, o gráfico indica que sua velocidade (dada pela inclinação do gráfico) é menor que na primeira parte do movimento.

### B – Respostas com erros conceituais

Nesta categoria encontram-se as respostas que contêm tipos específicos de erros conceituais. O estudante manifesta a intenção de descrever o movimento através de um gráfico de posição em função do tempo, por exemplo, e chega a rotular o eixo vertical como posição. No entanto, ele utiliza um traçado que seria correto para um gráfico de velocidade em função do tempo para o movimento, ou vice-versa. Esta característica se faz também presente durante a interpretação dos gráficos. Como um exemplo, um estudante produziu a seguinte descrição para o gráfico 1:

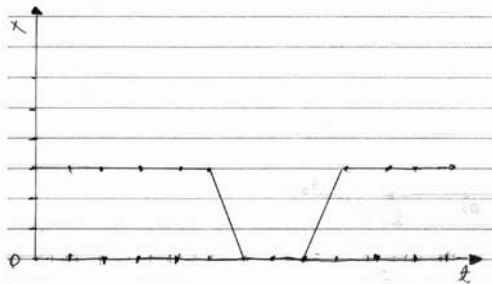
“O ciclista no primeiro trecho está em um movimento onde a sua velocidade diminui constantemente, logo após, ele faz uma parada de 20 s, e retorna ao movimento, porém desta vez aumentando a velocidade constantemente”.



Em relação ao gráfico 2, um estudante escreveu a seguinte descrição:

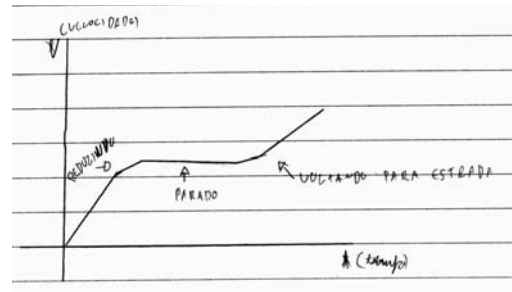
*“Segundo o gráfico, o ciclista estava aumentando a sua velocidade até que em certo ponto ele diminui essa velocidade bruscamente”.*

Figura IV – produções com problemas conceituais



**A**

*“Um caminhão andando em uma velocidade constante, pára um pouco e [depois] continua andando em uma velocidade constante.”*



**B**

*“Um homem estava indo para Brasília quando pára o caminhão para ir ao banheiro e depois volta para a viagem. (Quando ele vai parar ele dá uma reduzida)”*

Em um outro exemplo, dois estudantes desenharam os gráficos mostrados na figura IV para a situação S<sub>1</sub>. Os dois gráficos seriam aceitáveis se a denominação do eixo vertical estivesse trocada em ambos. Ambas as descrições dos movimentos representados são lacônicas. Em **B**, nota-se a inclusão de elementos adicionais de descrição junto ao gráfico, embora o vocabulário utilizado não seja apropriado. Ele fala em ‘dar uma reduzida’ querendo indicar que a velocidade diminui, aparentemente de forma uniforme.

### C – Gráfico interpretado como um desenho

Esta categoria apresenta respostas nas quais o estudante não consegue perceber o gráfico como um conjunto de dados, e sim como um desenho. Ou seja, ele não percebe o gráfico como a representação de uma relação entre duas grandezas, mas como uma totalidade, um objeto com características próprias, que às vezes, pouco tem a ver com gráficos. Muito freqüentemente, as linhas presentes no gráfico são interpretadas como perfis de relevo ou como um desenho da trajetória seguida pelo objeto em movimento. As respostas contidas nesta categoria não exploram nenhum conceito relacionado à cinemática, como velocidade, posição, aceleração. Embora os estudantes que interpretam o gráfico como desenhos façam uso desses termos, os significados que eles atribuem a estes termos são típicos de concepções de senso comum. Como um exemplo, um estudante escreveu a seguinte descrição para o gráfico G<sub>1</sub>:

*“O ciclista saiu de uma certa posição que foi de 300m. Ele desceu uma rampa com a velocidade constante. Acabou a rampa e ele continuou a andar por alguns segundos com velocidade constante, mas sem aceleração. Depois de 35 s ele pega uma outra rampa para chegar no seu destino, só que ele percorre menos distância.”*

O estudante acima sabe ler o gráfico, obtendo valores dos pares ordenados (X, t), mas como pontos isolados. Ele não percebe uma relação entre os conjuntos de valores de X e os valores correspondentes de t, ou seja, ele não entende a inclinação do gráfico X x t, como a velocidade. Um outro exemplo é a descrição apresentada por um estudante para o gráfico G<sub>1</sub>:

*“O ciclista começa a descer uma ladeira e aumenta sua velocidade muito rapidamente. Depois pegou uma planície aumentando a velocidade mais lentamente. Depois pegou uma subida diminuindo a velocidade rapidamente.”*

A interpretação desse aluno sobre o comportamento da velocidade não deriva do gráfico, mas de seu conhecimento do que acontece no dia-a-dia com a rapidez do movimento da bicicleta quando se desce uma rampa e depois ao alcançar um trecho de subida.

#### **D – Dificuldade em extrair dados quantitativos do gráfico**

Esta categoria é caracterizada por respostas em que se manifesta a dificuldade dos estudantes em extrair mesmo informações simples de um gráfico. No caso, isso quase sempre envolve a obtenção indireta de informações sobre o movimento, o que demanda conhecimento sobre as relações entre as grandezas representadas e outros conceitos. Por exemplo, determinar a velocidade do movimento num certo trecho num gráfico de posição X tempo, ou determinar o deslocamento num gráfico de velocidade x tempo. Mas o estudante, em geral, compreende o gráfico como um conjunto de dados e a relação de disposição dos mesmos (reta, curva...). Sua dificuldade é entender como as informações sobre o movimento estão codificadas naquela representação. Como um exemplo, um estudante realizou o seguinte procedimento com a intenção de calcular a velocidade do móvel no primeiro trecho do gráfico 2 (G<sub>2</sub>): Cálculo da velocidade no primeiro trecho:

$$“ v = x / t \leftrightarrow v = 120 \text{ m} / 8 \text{ s} = 15 \text{ m/s} ”.$$

Neste exemplo, o estudante utiliza apenas um ponto do gráfico com o objetivo de calcular a velocidade. A figura V apresenta em resumo o sistema de categorias que utilizamos. A primeira atividade não oferecia elementos para identificar a categoria D, pois não envolvia nenhuma análise quantitativa.

*Figura V - Categorias utilizadas*

<b>Código</b>	<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
A	Resposta esperada	O procedimento realizado pelo estudante corresponde às expectativas da atividade.
B	Respostas com erros conceituais	O procedimento realizado pelo estudante é caracterizado por algum erro conceitual.
C	Gráfico interpretado como um desenho	Durante a interpretação do gráfico, o mesmo não é percebido como um conjunto de dados, mas sim como um desenho.
D	Dificuldade em extrair dados quantitativos do gráfico	Dificuldade no procedimento de extrair informação quantitativa do gráfico, usando as relações conceituais entre as grandezas representadas.

A tabela III representa o agrupamento das respostas a partir das categorias utilizadas. As respostas presentes nas categorias A e B aparecem com maior frequência, enquanto as respostas categorizadas como C e D, embora menos frequentes, apresentam certas particularidades, gerando interesse para serem comentadas. C e D são respostas que indicam que os alunos tiveram aprendizagem aquém do esperado com relação ao significado de um gráfico e às normas para sua construção e leitura. O que estes resultados indicam é que perto 4/5 dos estudantes investigados desenvolveram boas práticas de construção e leitura de gráficos. Isso

pode ser considerado um resultado muito bom, tendo em vista que foi o primeiro contato deles com o t3pico de representa33o gr3fica de movimento.

*Tabela III: Agrupamento das respostas em categorias*

CATEGORIA	1º ATIVIDADE			2º ATIVIDADE			
	A	B	C	A	B	C	D
NÚMERO DE RESPOSTAS	33	11	0	26	13	3	6
TOTAL DE RESPOSTAS	52*			48			

\* As atividades de 8 estudantes n3o continham informa33es suficientes para decidir que tipo de gr3fico eles estavam construindo, normalmente aus3ncia de nomes ou s3mbolos das grandezas representadas em cada eixo.

O n3mero de respostas presentes na categoria *A* prevalece sobre as demais categorias. Este resultado era esperado, pois os alunos j3 haviam realizado atividades relacionadas com elabora33o e interpreta33o de gr3ficos. No entanto, deve ser mencionado que a realiza33o das atividades se deu durante o estudo de cinem3tica no primeiro trimestre do ano e antes que os alunos come33assem a estudar gr3ficos em Matem3tica. Por3m, aproximadamente um quarto do total de respostas, apresentou problemas de aprendizagem relacionados a erros conceituais em ambas as atividades (categoria *B*). Ao desenhar um gr3fico de posi33o  $X$  tempo, alguns estudantes utilizaram o tra3ado referente a um gr3fico de velocidade  $X$  tempo e vice-versa. Este procedimento tamb3m foi observado nas hist3rias dos movimentos. Essa infer3ncia 3 possibilitada pela compara33o do gr3fico produzido com as descri33es dos respectivos movimentos. Provavelmente, os estudantes que procederam dessa forma possuem um conhecimento conceitual acerca de cinem3tica, ainda fr3gil para possibilitar o desenvolvimento de pr3ticas satisfat3rias de produ33o e interpreta33o de gr3ficos de movimento. Este tipo de problema de aprendizagem 3 caracterizado por dificuldades relativas 3 extra33o de informa33es e infer3ncias de rela33es conceituais e, portanto, pode ser considerado como pertencente ao processo III de compreens3o gr3fica.

As respostas presentes na categoria *C* indicam um conflito dos estudantes em conectar os gr3ficos com o mundo real. Aachamos positivo o fato de que apenas tr3s estudantes confundiram o gr3fico com relevo, ou com a trajet3ria seguida pelo m3vel. A literatura de pesquisa em educa33o em ci3ncias sugere que isso 3 comum (McDermott, Rosenquist e van Zee;1987), mesmo em estudantes de cursos introdut3rios da universidade. Existe uma dificuldade em desassociar o formato do gr3fico e o formato da trajet3ria descrita pelo m3vel. O que faz conex3o com as experi3ncias vividas do estudante iniciante em F3sica 3 a trajet3ria, n3o a evolu33o temporal da posi33o ou da velocidade do m3vel.

O gr3fico como representa33o de um evento ou fen3meno 3 um objeto novo para estes estudantes, uma abstra33o que n3o faz sentido. Sendo assim, uma reta com inclina33o positiva 3 interpretada como um movimento ascendente, como, por exemplo, uma subida, enquanto uma reta com inclina33o negativa 3 interpretada como um movimento descendente, como, por exemplo, uma descida. Durante a elabora33o desse tipo de resposta, as qualidades visuais do gr3fico n3o evocam rela33es conceituais e, dessa forma, o entendimento do gr3fico fica limitado ao processo I de compreens3o. A f3sica tradicionalmente aborda as representa33es gr3ficas simultaneamente ao estudo dos conceitos relacionados ao movimento e, portanto, 3 natural que alguns desses estudantes iniciantes relacionem a forma de um gr3fico com algum tipo de trajet3ria particular a um movimento.

O tipo de erro presente na categoria *D* indica que os alunos encontram muitas dificuldades quando t3m que distinguir a posi33o  $X$  do m3vel em um instante particular e o seu deslocamento  $\Delta X$  ao longo de um certo intervalo de tempo. O resultado sugere duas explica33es poss3veis, e n3o excludentes. A primeira tem a ver com o fato de que alguns desses estudantes

aprenderam, ou mais provavelmente memorizaram, que velocidade é a razão da distância percorrida pelo tempo, em algum momento de sua passagem pelo ensino fundamental. A outra, que parece mais plausível, é a dificuldade dos estudantes em utilizar raciocínios algébricos. Em todo o estudo de cinemática, insistimos em apresentar a definição geral de velocidade como a taxa de variação da posição pelo tempo.

## CONCLUSÃO

Conhecer a forma com que os estudantes lidam com atividades que envolvem gráficos é o primeiro passo na busca por propostas de ensino que visem facilitar o desenvolvimento de práticas de leitura e interpretação de gráficos em geral, promovendo a compreensão dessa linguagem tão difundida na Física e em outras disciplinas. Este trabalho procurou conhecer algumas das características relacionadas à tarefa de elaboração e interpretação de gráficos relacionados a movimentos específicos, procurando identificar os padrões de respostas mais frequentes e casos que se destacavam devido à sua particularidade.

Geralmente, os professores que atuam no ensino médio e nas séries finais do ensino fundamental demonstram não perceber a complexidade inerente à tarefa de compreensão de gráficos que retratam movimentos. Este trabalho apresenta resultados que sugerem que a representação e interpretação gráfica de um movimento não são tratadas de forma natural pelos estudantes.

As atividades realizadas pelos estudantes participantes deste trabalho – atividades do tipo “A história de um movimento” – podem favorecer a conexão entre situações cotidianas, vivenciadas pelos estudantes, e suas possíveis representações em gráficos que tratam movimento, pois contextualizam o traçado de determinado gráfico a partir de situações mais próximas da realidade do estudante. Uma proporção muito boa dos estudantes desenvolveu boas práticas de construção e leitura, entendida como extração de informações diretamente representadas, de gráficos de cinemática. Os problemas identificados dizem respeito principalmente à obtenção de informações que envolvem por meio de raciocínios mais sofisticados dependente de conhecimento conceitual específico de cinemática e a apropriação da linguagem específica da disciplina.

## REFERÊNCIAS

- AAAS (1989). *Science for All Americans: Project 2061*. New York: Oxford University Press.
- SHAH, P., HOEFFNER, J. Review of Graph Comprehension Research: Implications for Instruction. *Educational Psychology Review*, Vol. 14, No. 1, 47-68, mar.2002.
- MCDERMOTT, L., ROSENQUIST, M., & van ZEE, E. Students difficulties in connecting graphs and physics: Example from kinematics. *American Journal of Physics*, Volume 55, No 6, 503-513, jun.1987.
- BRASIL, Ministério de Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.
- BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio; bases legais. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- KRAJCIK, J. S. (1991). Developing students' understanding of chemical concept. In S. M. Glynn; R. H. Yeany; B. K. Britton (Eds.), *The Psychology of Learning Science*. (p. 117-145). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

- KOZMA, R.B.; RUSSEL, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 34, p. 949-968.
- LATOUR, B. (1999). *Pandora's hope: Essays on the reality of science studies*. Cambridge, MA: Cambridge University Press. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- ROTH, W.-M.; MCGINN, M.K. (1997). Graphing: a cognitive ability or cultural practice? *Science Education*, 81, p. 91-106.