



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

**INVESTIGANDO A UTILIZAÇÃO DE GRÁFICOS CARTESIANOS
COMO FERRAMENTA PARA COMPREENSÃO DO CONCEITO DE
MOVIMENTO NA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO**

Mauricio Gualberto Pelloso

Recife, fevereiro de 2007.

Mauricio Gualberto Peloso

**INVESTIGANDO A UTILIZAÇÃO DE GRÁFICOS CARTESIANOS
COMO FERRAMENTA PARA COMPREENSÃO DO CONCEITO DE
MOVIMENTO NA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, (PPGEC), da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências.

Orientadora: Prof^ª. Heloisa F. B. N. Bastos, PhD.

Co-Orientadora: Prof^ª. Maria Marly de Oliveira, PhD.

Recife, fevereiro de 2007.

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

P392i Pelloso, Mauricio Gualberto
Investigando a utilização de gráficos cartesianos como ferramentas para compreensão do conceito de movimento na 1ª série do ensino médio / Mauricio Gualberto Pelloso. -- 2007. 181 f. : il.

Orientadora : Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos
Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Educação.

Inclui anexo, apêndice e bibliografia

1. Física - Estudo e ensino
 2. Concepção dos movimentos
 3. Fragmentação
 4. Gráficos cinemáticos
 5. Ensino médio
- I. Bastos, Heloisa Flora Brasil Nóbrega

II. Título

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

**INVESTIGANDO A UTILIZAÇÃO DE GRÁFICOS CARTESIANOS
COMO FERRAMENTA PARA COMPREENSÃO DO CONCEITO DE
MOVIMENTO NA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO**

Mauricio Gualberto Peloso

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora composta pelos seguintes professores:

Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos, PhD
Orientadora

Gilda Lisbôa Guimarães, Dr.^a.
1º Examinador – UFPE

Josinalva Estacio Menezes, Dr.^a.
2º Examinadora UFRPE

Maria Marly de Oliveira, PhD
Co-orientadora UFRPE

Dissertação aprovada no dia 27/02/2007 no Departamento de Educação da UFRPE.

DEDICATÓRIA

À minha esposa Margareth

Aos meus filhos e companheiros:

Luiz Henrique, Mauricio Filho e Filipe Pelloso

Aos meus pais: Maria Izabel e João Gualberto (in memoriam)

Aos meus tios e Padrinhos Maria Izabel e Paulo Melo (in memoriam)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir que essa caminhada fosse realizada com tranquilidade, diante das idas e vindas de nossas viagens e por colocar-nos com pessoas tão especiais que fizeram e fazem parte do programa de Mestrado da UFRPE.

A todos os professores do programa de Mestrado da UFRPE, que de forma direta ou indireta contribuíram para realização desse trabalho de pesquisa. Em especial aos Professores: Dr. Ernande Barbosa, Dr. Romildo Nogueira e Dr. Alexandro Tenório e às Professoras: Dr^a. Josinalva Estacio Menezes, Dr^a. Zélia Jófili e Dr^a. Helaine Sivini.

À professora PhD. Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos por ter aceitado o desafio de orientar este trabalho e por ser um exemplo de profissional, que não só nos encanta, mas faz com que nos apaixonemos pela arte de educar.

À professora PhD. Maria Marly de Oliveira, por mostrar que devemos “ousar” em nossas vidas, mais acima de tudo sermos humildes diante de nossos limites e por “irradiar” uma forma de energia que nos contagia.

Às professoras Dr^a. Gilda Lisboa Guimarães e Dr^a. Josinalva Estacio Menezes, pela disposição de comporem minha banca e pelas valiosas contribuições que deram a este trabalho e a professora Solange de Melo Valentim pela correção deste trabalho.

A todos os colegas dessa turma 2005 que vai ficar marcada não só na minha memória, mas, na memória da UFRPE, pelo companheirismo e disponibilidade de ajuda aos colegas. *Abdias, Adriana, Ageu, Agualda, Ana, Eney, Fernanda, Iara, Jorge, Juliene, Kênio, Lourival, Maria da Conceição “Ceissa”, Mércia, Risonilta, Ruth, Valter e Vieira.*

De forma muito especial à colega Cacilda Tenório, por mostrar uma força e uma dedicação que servem de exemplo e por dividir comigo todos os momentos bons e difíceis desde o processo de seleção até a conclusão.

Aos Meus Familiares e Amigos por terem entendido minha ausência e falta de atenção em muitos momentos.

A todos meu muito obrigado.

RESUMO

Neste trabalho, investigamos os elementos que são considerados por alunos da 1ª série do Ensino Médio para analisarem gráficos cinemáticos contínuos e discretos e como relacionam essas informações com o movimento que é representado por eles. Outro fator que consideramos é a fragmentação, proposta por George Kelly, que foi identificada nas respostas dos alunos, através das justificativas incoerentes entre si, dadas para itens diferentes de um mesmo problema. Nossa amostra contou com nove alunos de uma escola da rede pública estadual na cidade de Caruaru, aos quais aplicamos uma atividade escrita que continha cinco gráficos cinemáticos contínuos e dois gráficos cinemáticos discretos. Após a aplicação dessa atividade, realizamos uma entrevista com cinco alunos, utilizando a técnica do Círculo Hermenêutico Dialético (CHD). Em seguida, realizamos quatro encontros, em forma de oficina, com duas horas de duração cada uma, com a finalidade de revisar conceitos básicos sobre gráficos cinemáticos. Aplicamos, após as oficinas, a mesma atividade e realizamos a entrevista com três desses alunos, utilizando a mesma técnica. Os resultados encontrados apontam que os alunos apresentam mais dificuldades em trabalhar com gráficos cinemáticos contínuos do que com gráficos cinemáticos discretos. Entre essas dificuldades, destaca-se o desenho do gráfico. Este trabalho aponta a necessidade de se investigar como os professores têm abordado gráficos, tanto os de Matemática, quanto os de Física, pois constatamos que os alunos não parecem ter desenvolvido essa competência básica e, ainda, o papel da fragmentação no processo de aprendizagem. Os objetivos traçados para esta pesquisa foram alcançados, bem como confirmamos nossa hipótese. Concluímos que os gráficos cinemáticos discretos podem ser explorados nas aulas de Física antes dos gráficos cinemáticos contínuos, uma vez que aqueles apresentam menor dificuldade de compreensão.

Palavras-chave: gráficos cinemáticos, concepção de movimento, fragmentação, ensino de ciências.

ABSTRACT

In this work, we investigated the elements considered by high school to analyze continuous and discreet cinematic graphs and how they relate this information with the movement which is represented by them. Another factor that we considered is the fragmentation, proposed by George Kelly, that was identified in students' answers, through incoherent justifications given to different items of a same problem. Our sample was formed by nine students, of a state public school located in Caruaru town. These students answered a written activity that contained five continuous cinematic graphs and two discreet cinematic graphs, and then, five of them interviewed using the technique of the *Círculo Hermenêutico-Dialético* (CHD). After that, we realized four workshops lasting two hours each, in order to review basic concepts on cinematic graphs. We applied, after the workshops, the same written activity and interviewed three of those students, using the same technique. The results pointed out that students present more difficulties when they work with continuous cinematic graphs than when they use discreet cinematic graphs. Among those difficulties, there is an emphasis on graph's drawing. This work highlights the need to investigate how teachers approach Mathematics and Physics graph's. This is due to the verification that students do not seem to have developed that basic competence and, the role of fragmentation in the learning process. The research objectives were reached, and our hypothesis was confirmed. We concluded that discreet cinematic graphs can be explored in Physics classes before continuous cinematic graphs, since they cause less understanding difficulties.

Word-key: cinematic graphs, movement conception, fragmentation, teaching of sciences

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Ilustração do “Teorema do Valor Médio” de Nicole d’Oresme, no “Tractatus”	24
Figura 02 -	Estrutura da Teoria do Construto Pessoal.....	31
Figura 03 -	Círculo Hermenêutico-Dialético	38
Figura 04 -	Análise Interativa no Processo Hermenêutico-Dialético	40
Figura 05 -	Categorias dos dados	40
Figura 06 -	Fases da Pesquisa	43
Figura 07 -	Resposta de A7 à questão 3	75
Figura 08 -	Resposta de A7 ao item I da sexta questão	100
Figura 09 -	Resposta de A9 – Item IV da sexta questão	102
Figura 10 -	Resposta de A11 – Item IV da sexta questão	102
Figura 11 -	Gráficos – Primeira atividade da sétima questão	105
Figura 12 -	Resposta de A7 – primeira atividade da sétima questão	107
Figura 13 -	Resposta de A14 – primeira atividade da sétima questão	108
Figura 14 -	Resposta de A13 – primeira atividade da sétima questão	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Categorização dos resultados da 1ª Questão do Pré-teste e Pós-teste	46
Tabela 2-	Categorização dos resultados dos itens I e II da 2ª questão do Pré-teste e Pós-teste.....	56
Tabela 3-	Categorização dos resultados dos itens III e IV da 2ª questão do Pré-teste e Pós-teste.....	64
Tabela 4-	Categorização dos resultados da 3ª questão do Pré-teste e Pós-teste.....	73
Tabela 5-	Categorização dos resultados da 4ª questão do Pré-teste e Pós-teste	78
Tabela 6-	Categorização dos resultados dos itens I e II da 5ª questão do Pré-teste e Pós-teste	83
Tabela 7-	Categorização dos resultados dos itens III e IV da 5ª questão do Pré-teste e Pós-teste	87
Tabela 8-	Categorização dos resultados dos itens V e VI da 5ª questão do Pré-teste e Pós-teste	91
Tabela 9-	Categorização dos resultados dos itens I, II e III da 6ª questão do Pré-teste e Pós-teste	97
Tabela 10-	Categorização dos resultados do item IV da 6ª questão do Pré-teste e Pós-teste	101
Tabela 11-	Categorização dos resultados da primeira atividade da 7ª questão do Pré-teste e Pós-teste	106
Tabela 12-	Categorização dos resultados da segunda atividade da 7ª questão do Pré-teste e Pós-teste	109
Tabela 13-	Tabela Resumo – Questões de 1 a 7	142

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Importância do movimento na compreensão do Cosmo.....	20
Quadro 2 -	Dificuldades em conectar gráficos	28
Quadro 3 -	Fases da Metodologia Interativa	39
Quadro 4 -	Categorias Teóricas e Empíricas.....	41
Quadro 5 -	Enunciado 1ª questão	46
Quadro 6 -	Matriz das Categorias – Questão 1	47
Quadro 7 -	Enunciado da questão 2	55
Quadro 8 -	Matriz das Categorias – Itens I e II da questão 2.....	57
Quadro 9 -	Matriz das Categorias – Itens III e IV da questão 2.....	64
Quadro 10 -	Enunciado da questão 3	72
Quadro 11 -	Matriz das Categorias – Questão 3	73
Quadro 12 -	Enunciado da Questão 4	77
Quadro 13 -	Matriz das Categorias – Questão 4	78
Quadro 14 -	Enunciado da questão 5	82
Quadro 15 -	Matriz das Categorias – Itens I e II da questão 5	83
Quadro 16 -	Matriz das Categorias – Itens III e IV da questão 5	88
Quadro 17 -	Matriz das Categorias – Itens V e VI da questão 5	92
Quadro 18 -	Enunciado da questão 6	96
Quadro 19 -	Matriz das Categorias – Itens I, II e III da questão 6	97
Quadro 20 -	Matriz das Categorias – Item IV da questão 6	101
Quadro 21 -	Enunciado da questão 7	105
Quadro 22 -	Matriz das Categorias – Primeira atividade da questão 7	106
Quadro 23 -	Matriz das Categorias – Segunda atividade da questão 7	109

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE QUADROS	ix
SUMÁRIO	x
INTRODUÇÃO	12
Objetivo geral	16
Objetivos específicos	17
Hipótese	17
Estrutura do trabalho	17
CAPÍTULO I – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
1.1 Concepção de movimento	19
1.1.1 O movimento enquanto atributo dos modelos cosmológicos	20
1.1.2 O movimento enquanto resultado de agente motor externo.....	21
1.1.3 O movimento enquanto resultado do “impetus” impresso pelo projetor sobre o corpo	23
1.1.4 O movimento não como resultado de causas internas ou externas, mas o movimento pelo movimento.....	25
1.2 A utilização dos gráficos	26
1.3 A Teoria dos Construtos Pessoais e a questão da fragmentação	29
CAPÍTULO II - METODOLOGIA	36
2.1 Metodologia Interativa	36
2.1.1 O processo Hermenêutico-Dialético	37
2.1.2 A análise interativa no processo Hermenêutico-Dialético	39
2.2 População e amostra	41
2.3 Instrumentos de pesquisa	42
2.4 Fases da pesquisa	42
CAPÍTULO III - RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
3.1 Análise da atividade escrita	45
3.1.1 Análise dos gráficos cinemáticos contínuos	45
3.1.2 Análise dos gráficos cinemáticos discretos	94

3.2 Análise do CHD – Círculo Hermêutico Dialético	112
3.2.1 Análise do CHD – atividade escrita antes das oficinas	112
3.2.2 Análise do CHD – atividade escrita depois das oficinas	130
3.3 Triangulação dos dados	141
CONCLUSÕES	143
REFERÊNCIAS	146
APÊNDICE A – Artigo: A Metodologia Interativa Aplicada na Pesquisa em Ensino de Física	151
APÊNDICE B – Artigo: Investigando as dificuldades encontradas pelos alunos ao trabalharem com gráficos cinemáticos discretos e contínuos	158
APÊNDICE C – Atividade Proposta para um estudo piloto	175
APÊNDICE D – Relatório Intervenção	179
ANEXO A – Certificado de EPEF.....	180
ANEXO B – Norma Submissão à Revista RBPEC	181

INTRODODUÇÃO

A partir de 1996, a educação brasileira passou a ser regulamentada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN, Lei 9394/96. Após a aprovação dessa lei foram elaborados diversos documentos para orientar o funcionamento do novo ensino médio: as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – DCNEM (BRASIL, 1998a), PCNEM (BRASIL, 1998b), os PCN+ Ensino Médio (BRASIL, 2002) e as Orientações Curriculares do Ensino Médio (BRASIL, 2006). Essas diretrizes apontam para a superação de um sistema de ensino tradicional, baseado na transmissão do conhecimento, na direção de uma proposta de ensino construtivista, que considera o aluno como construtor de seus conhecimentos e o professor como mediador desse processo de construção.

Dentre as orientações explicitadas pelos PCN+ (BRASIL, 2002) sobre as competências a serem desenvolvidas, aqui compreendidas como qualificações amplas oferecidas pela escola, para que os saberes disciplinares estejam a serviço da cultura e da visão de mundo (RICARDO, 2004), destacamos a importância dada ao desenvolvimento daquelas ligadas à *representação e à comunicação*. Tal fato está ligado ao volume crescente de informações produzidas diariamente num mundo cada vez mais globalizado e à constatação de que “a explicitação de linguagens, usadas em comum por diferentes disciplinas, permite ao aluno perceber sua universalidade e também distinguir especificidades desses usos” (BRASIL, 2002, p. 26). Nessa linha, Moretto (2004) ressalta a importância das linguagens, dentre elas a gráfica, no processo de construção do conhecimento, ao afirmar que “essa construção se processa essencialmente por meio da linguagem” (p. 61).

Nos meios de comunicação, sejam escritos (jornais, revistas, livros) ou outras formas de mídia (televisão, Internet), o emprego da representação gráfica tem assumido um crescimento acentuado. Percebemos, também, que no campo das ciências, mais especificamente ao se trabalhar Matemática e Física, essa forma de representação é bastante utilizada quando se deseja inserir um novo conteúdo ou apresentar um conjunto de informações relativas a um determinado objeto do conhecimento.

Na Matemática, os gráficos estão relacionados ao bloco do tratamento da informação, conforme orientações dos PCNEM (BRASIL, 1998b), sendo usados para representar funções de diversos tipos, inclusive aquelas relevantes para o estudo das Ciências da Natureza e, em específico, a Física. Nesse sentido, os gráficos permitem trabalhar de forma articulada com essas duas áreas do conhecimento - Matemática e Física, uma vez que é o tratamento dado a essas informações que pode conduzir o indivíduo a uma compreensão mais ampla da realidade apresentada.

Clement (1985), McDermott et al. (1987) e Mokros e Tinker (1987) apresentam uma discussão sobre a utilização de ferramentas computacionais no trabalho com interpretação de gráficos e as dificuldades que esses alunos encontraram em conectá-los aos fenômenos que eles representam ao trabalharem Física. A partir desses, outros estudos vêm sendo desenvolvidos no sentido de procurar compreender as dificuldades estabelecidas ao se trabalhar com gráficos, onde destacamos: Monteiro e Ainley (2002, 2003) e Friel, Curcio e Bright (1997, 2001) no que se refere ao uso do *senso crítico* e ao papel do *contexto*; Ainley (2000), Santos e Magina (2001) e Guimarães (2002), com foco nas dificuldades em tarefas de *construção, compreensão e análise* de dados organizados em gráficos; Beichner (1994, 1995, 1996), Ainley et al. (1998) e Araújo et al. (2004) verificando a utilização de *ferramentas computacionais* como recursos de ajuda à compreensão dos gráficos.

Algumas pesquisas desenvolvidas acerca do uso de gráficos para descrever fenômenos físicos, tais como as conduzidas por Araujo, Veit e Moreira (2004), Beichner (1994, 1995) e Agrello e Garg (1999) têm apresentado um consenso que “um gráfico descrevendo um evento físico permite-nos reconhecer facilmente dados, que em uma tabela são mais difíceis de visualizar, pois os gráficos resumem uma grande quantidade de informações que podem ser facilmente percebidas” (AGRELLO e GARG, 1999, p. 1).

Outras pesquisas (BEICHNER, 1994 apud ARAÚJO et al. 2004; AGRELLO e GARG, 1999; BEICHNER, 1995; SELVA, 2003; LIMA, 2005) têm apontado que os gráficos, enquanto ferramenta, isto é, como recursos que intervêm na resolução do problema, mas que não constituem o objeto de estudo (DOUADY, 1984), permitem a organização e análise de dados de forma mais clara do que os dados apresentados em tabelas, e que “o uso da representação

cartesiana tem tanto o potencial de obscurecer quanto o de facilitar o entendimento de conceitos necessários para a sua interpretação” (GOMES FERREIRA, 1997, p. 3).

Essas mesmas pesquisas apontam, no entanto, que os trabalhos com gráficos necessitam de reflexões, pois “como e por que se trabalhar gráficos aparece como uma lacuna, favorecendo que gráficos sejam tratados como um conteúdo desconectado dos demais conteúdos” (SELVA, 2003, p. 19).

Um outro aspecto a ser considerado é o uso de gráficos discretos, isto é, aqueles que apresentam apenas valores isolados das variáveis que estão representadas nos eixos, uma vez que as pesquisas citadas utilizam quase sempre gráficos discretos do tipo coluna ou gráficos contínuos, nos quais as variáveis que estão nos eixos podem assumir quaisquer valores, de forma contínua, num certo intervalo relevante para o estudo. Pelloso et al. (2005), após realizarem um projeto piloto, que abordava a utilização de gráficos cinemáticos contínuos e discretos (ver apêndice C), identificaram que os alunos apresentavam uma maior facilidade de compreensão das informações quando trabalhavam com gráficos discretos do que quando trabalhavam com gráficos contínuos.

Após um levantamento feito sobre a utilização de gráficos cinemáticos do tipo contínuo e discreto nos livros de Física do ensino médio, Pelloso e Bastos (2005) identificaram que os livros didáticos analisados, que abordam problemas cinemáticos em gráficos, não exploravam a utilização de gráficos cinemáticos discretos, apenas gráficos cinemáticos contínuos e, em sua maioria, do tipo *posição vs. tempo*, *velocidade vs. tempo* e *aceleração vs. tempo*, talvez pela falta de estudos que apresentassem resultados mais consistentes sobre como esse recurso influencia na formação de conceitos. Percebemos que a comunidade científica tem um papel fundamental nesse contexto no que se refere a procurar, verificar e validar quais as relações existentes entre as ferramentas que utilizamos como linguagem para a construção do conhecimento e o desenvolvimento de conceitos.

A busca por uma melhor qualidade do processo de ensino-aprendizagem com o propósito de formar indivíduos que apresentem uma postura crítica em relação à construção do conhecimento apresentado, é uma das competências propostas por Perrenoud (2000), que estabelece que o educador deve “conhecer, para determinada disciplina, os conteúdos a serem

ensinados e sua tradução em objetivos de aprendizagem” (p. 26). Acrescentamos a essa idéia o fato de que a utilização de gráficos como ferramenta para abordagem de novos conhecimentos, do ponto de vista educacional, é recomendada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Matemática, uma vez que considera que o trabalho com tratamento de informação e noções de estatística deve fazer parte do currículo desde as séries iniciais do ensino fundamental (BRASIL, 1997).

Diante dessas considerações, reconhecemos a necessidade de estudos que permitam compreender melhor como essas ferramentas interferem na aprendizagem de conceitos. Em especial, procuramos centrar nossas atenções nos gráficos cinemáticos discretos, do tipo *posição vs. velocidade*, e contínuos do tipo *posição vs. posição*, *posição vs. tempo e velocidade vs. tempo*, pois os alunos, ao trabalharem com gráficos cartesianos que representam movimentos, normalmente atêm-se aos aspectos matemáticos do gráfico, desconsiderando as informações relativas ao movimento que se deseja compreender e, muitas vezes, “parecem associar ao desenho do gráfico a trajetória que o corpo realiza em seu movimento” (BEICHNER, 1995, p. 3, tradução livre).

Em nossa prática pedagógica, particularmente entre os alunos do 1º ano do ensino médio, em que é dada maior ênfase a essa temática, percebemos que esses alunos apresentam dificuldades em conectar gráficos aos conceitos que eles representam. Nesse sentido, procuramos uma teoria psicológica que apresentasse uma visão ativa da construção do conhecimento, para compreender como ocorrem as relações existentes entre as representações gráficas do fenômeno físico movimento.

Dentre os diversos teóricos da psicologia que defendem uma postura construtivista, ou seja, que consideram o papel ativo do indivíduo na construção do conhecimento, encontramos Piaget, Vygotsky, Ausubel, Novak e Kelly. Neste trabalho, fizemos a opção pela Teoria dos Construtos Pessoais (TCP) de George A. Kelly¹, devido ao fato dessa teoria fornecer subsídios que permitem explicar porque, para fenômenos considerados semelhantes, os indivíduos apresentam explicações, muitas vezes, sem nenhuma ligação entre si. Nessa teoria, Kelly considera que o indivíduo é um sujeito que está em permanente transformação no sentido de compreender a realidade que o cerca e que, para isto, utiliza maneiras alternativas

¹ Psicólogo que nasceu em 1905 e morreu em 1967, autor da Teoria dos Construtos Pessoais (TCP) publicada pela primeira vez em 1955 em dois volumes.

próprias para compreender os fenômenos que emergem dessa realidade (BASTOS, 1992). Hall et al. (2000, p. 345), identificam que “a maior força de Kelly é a sua ajuda para compreender como os indivíduos interpretam² ou constroem a realidade”.

Kelly estruturou sua teoria, a TCP, em um postulado fundamental e onze corolários. Dentre esses está o *corolário da fragmentação*, o qual estabelece que “uma pessoa pode empregar sucessivamente uma variedade de subsistemas de construção que são inferencialmente incompatíveis entre si” (KELLY, 1963, p. 83, tradução livre). Para Bastos (1998a, p. 4),

a questão da fragmentação é especialmente relevante para o processo de ensino-aprendizagem, pois nos permite compreender a falta de relações lógicas entre explicações dadas pelos alunos a fenômenos que são considerados semelhantes pelos professores.

Nesse sentido, percebemos que o entendimento do contexto no qual estão inseridos os alunos e o problema pode influenciar na maneira como ocorre esse processo de fragmentação proposto por Kelly. Daí a escolha desse corolário como elemento importante para composição da fundamentação teórica. Monteiro e Ainley (2003) acrescentam que o contexto pode ser um fator chave para compreender a composição de um gráfico, uma vez que a familiaridade com os componentes estruturais (eixos, escalas, grades, figuras, etc.) não assegura essa compreensão.

Portando, neste projeto de pesquisa levantamos os seguintes questionamentos:

- Que elementos são observados por alunos da 1ª série do ensino médio, num gráfico cartesiano, contínuo ou discreto, relativo a um movimento?
- Que relações são estabelecidas, por esses alunos, entre gráficos diferentes que representam um mesmo movimento?
- Que contribuições os gráficos contínuos e discretos trazem para a compreensão do movimento?

➤ OBJETIVO GERAL

Compreender como alunos retiram informações dos gráficos contínuos e discretos e as relacionam aos movimentos representados pelos mesmos.

² Por interpretar, Kelly quer dizer usar o sistema de construtos pessoais para dar uma interpretação a um evento, e tal interpretação dá significado ao evento.

➤ **Objetivos específicos**

- Analisar as relações que os alunos estabelecem entre as informações obtidas na análise de gráficos e o movimento que eles representam.
- Identificar quais são as diferenças em trabalhar com gráficos cinemáticos contínuos e discretos.

➤ **Hipótese**

A dificuldade de análise dos gráficos para compreensão do fenômeno físico do movimento ocorre porque os alunos empregam subsistemas de construção que são inferencialmente incompatíveis entre si.

➤ **Estrutura do trabalho**

Esta dissertação é organizada em três capítulos. No primeiro, trabalhamos a *Fundamentação Teórica*, em que apresentamos os pressupostos teóricos utilizados para compreender o objeto que propomos investigar; no segundo, descrevemos a *Metodologia*, em que apresentamos o processo como a pesquisa foi conduzida e os instrumentos empregados; o terceiro é destinado aos *Resultados e Discussões*, em que apresentamos e analisamos os resultados obtidos a partir da perspectiva adotada na fundamentação teórica. Em seguida, apresentamos as conclusões e as sugestões para outras pesquisas.

CAPÍTULO I

1 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os novos parâmetros da educação, resultado do surgimento de novos paradigmas, como a questão do ensino contextualizado e do ensino que desenvolva os conteúdos atitudinais, apontam para a necessidade da adoção de uma perspectiva que visa identificar princípios e condições em que os saberes influenciam na formação do indivíduo. Morin (2000) ressalta a importância do conhecimento e do mundo, sugerindo a necessidade de observar toda a sua complexidade para compreender de forma totalizadora os problemas enfrentados por uma educação que vise uma universalidade e seja capaz de superar a visão cartesiana.

No ensino de Ciências, e particularmente para o ensino de Física e Matemática, a representação gráfica é utilizada como uma ferramenta que permite apresentar, de forma compacta, uma grande quantidade de informações. Essa nova abordagem, atendendo aos novos parâmetros da educação, provocou a necessidade de compreender melhor como essas ferramentas são utilizadas, nessas disciplinas, para apresentação de conceitos e como elas interferem no processo de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, estruturamos nossa fundamentação teórica nas seguintes seções: na primeira apresentaremos um esboço sobre a concepção de movimento no transcorrer dos tempos, até a concepção atual, identificando a forma como surgiram as primeiras representações “cartesianas” desse movimento. Na segunda seção, verificamos como os trabalhos com gráficos vêm sendo abordados, procurando identificar as dificuldades quanto à utilização de gráficos cinemáticos contínuos (gráficos cujas variáveis assumem todos os valores entre dois limites, de maneira contínua) e discretos (aqueles em que as variáveis dos dois eixos assumem apenas valores possíveis, de forma discreta) para representação do movimento e na terceira seção, apresentamos a TCP – Teoria dos Construtos Pessoais, de George Kelly (1963), na

qual será destacado o corolário da fragmentação e suas implicações no processo de ensino e aprendizagem.

1.1 – Conceção de movimento

Presente em quase tudo que constitui o nosso cotidiano, o movimento é um fenômeno físico intrigante. Estudar os movimentos requer, inicialmente, identificá-los, classificá-los, aprendendo formas adequadas para descrevê-lo. Não é sem motivo que, desde cedo, procurou-se estudá-los, investigar suas causas e desvendar seus segredos.

Após uma revisão bibliográfica, encontramos que “ninguém, salvo talvez Descartes (1596-1650), nunca se perguntou por que existe repouso no mundo; todo mundo, ao contrário, sempre procurou a causa, ou a fonte do movimento” (KOYRÉ, 1968 *apud* CUNHA e CALDAS, 2001, p. 94). Isso nos remete à compreensão de que o fenômeno “movimento” não é tão simples e que seu entendimento passou, no decorrer do tempo, por várias concepções até atingir o formato atual.

A evolução da concepção acerca do fenômeno *movimento*, construída através dos tempos, sofreu influências de grandes pensadores, tais como Thales (624 – 545 a.C), Heráclito de Éfeso (540 – 480 a.C), Anaxágoras (500 – 428 a.C), Demócrito (460 – 370 a.C), Aristóteles (384 – 322 a.C), Jean Buridan (1297 – 1358), Nicole d’Oresme (1320 – 1382), Galileu Galilei (1564-1642) e Isaac Newton (1642-1727).

Para compreendermos a evolução desse pensamento, propomos, em nosso estudo, uma divisão em quatro períodos, de acordo com as idéias filosóficas que o acompanham: i) *o movimento enquanto atributo dos modelos cosmológicos* (séc. VII ao IV a.C); ii) *o movimento enquanto resultado de agente motor externo* (séc IV a.C ao séc IV d.C); iii) *o movimento enquanto resultado do “impetus” impresso pelo projetor sobre o corpo* (séc V d.C ao séc XIV) e iv) *o movimento não como resultado de causas internas ou externas, mas o movimento pelo movimento* (concepção atual).

1.1.1 – O movimento enquanto atributo dos modelos cosmológicos

Segundo Kelly (1963), o homem é um indivíduo que sempre procurou conhecer o mundo que o cerca, procurando antecipar eventualidades futuras, de modo a construir modelos que o permitissem prever e controlar eventos (fenômenos) com base nessas antecipações. Desse modo, filósofos da antiguidade, como Thales, Anaxágoras e Heráclito de Éfeso, procuraram explicar a realidade natural a partir dela mesma (MACÊDO, 2003; HARRES, 2002 e 2006). Foi a partir desses pensadores, considerados por Aristóteles como “físicos”, que, por volta do século VI a.C. as observações dos fenômenos da natureza passaram a assumir uma nova forma, ou seja, procuraram sistematizar, através da razão, o conhecimento sobre a realidade.

Para esses “físicos”, “o movimento é apresentado como um estado permanente da matéria e fundamentalmente importante para o entendimento dos processos de formação que se desenvolvem na natureza” (BAPTISTA e FERRACIOLLI, 1999, p.188). Com exceção de Parmênides, século IV a.C, que apresentara uma proposta de explicar a natureza sem a existência de movimento, os demais concebiam o movimento como um atributo de seus sistemas cosmológicos. No quadro 01, apresentamos a concepção do movimento feita por esses “físicos”, para explicar seus modelos cosmogônicos.

Quadro 1
Importância do movimento na compreensão do Cosmo

Heráclito de Éfeso (540 – 480 a.C)	O <i>movimento</i> teria um papel primário e fundamental na concepção cosmológica;
Thales (624 – 545 a.C) Anaximandro (610 – 545 a.C) Anaxímenes (580 – 500 a.C)	Os processos que dariam nascimento às coisas do universo (água, apeíron e ar) têm um importante ponto em comum: o <i>movimento</i> .
Demócrito (460 – 370 a.C) Anaxágoras (500 – 428 a.C)	É do <i>movimento</i> em vórtice ³ que se processa em todos os pontos do cosmos, que resulta a formação dos planetas, das estrelas e de todo o universo infinito.
Parmênides (540 – 450 a.C)	Tudo o que percebemos pelos nossos sentidos não é senão a aparência e que a verdade autêntica é imutável e eterna: O <i>movimento</i> é uma ilusão (banimento total do movimento)

Fonte: BAPTISTA E FERRACIOLLI, 1999, p.188-190.

³ Um vórtice (ou vórtex) é um escoamento turbulento giratório onde as linhas de corrente apresentam um padrão circular ou espiral. São movimentos espirais ao redor de um centro de rotação

Essas concepções, que emergiram entre os séculos VII e IV a.C, apresentam a concepção filosófica da época em que foram propostas e procuram, através da razão, ou seja, na tentativa de superar a interferência do sobrenatural, explicar a realidade natural a partir dela mesma. Contudo, é fundamental compreendermos que, nesse período, o movimento era caracterizado a partir de sua relação com a natureza e, a partir dele, era possível explicar a própria natureza. Em estudos recentes, como Harres (2002; 2006), Cunha e Caldas (2001) e Baptista e Ferracioli (1999), não houve identificação, em suas pesquisas, da presença dessa concepção nos alunos, seja do ensino fundamental, médio ou superior. No entanto, esses autores chamam a atenção para a importância dessa concepção na evolução histórica desse conhecimento.

Aristóteles (384 – 322 a.C) submeteu as concepções desenvolvidas pelos filósofos que o antecederam a um estudo sistemático e de uma forma precursoramente científica. Assim, estabeleceu uma nova concepção sobre a questão do movimento.

1.1.2 – O movimento enquanto resultado de agente motor externo

Para Aristóteles (384-322 a.C), filósofo nascido em Estagira, uma colônia da Macedônia, o movimento poderia ser classificado como “natural” (quando os elementos que constituem o corpo mantêm sua tendência natural de movimento) ou “violento” (quando movimentavam-se contrariamente ao estado natural do corpo). Seu pensamento era de que os corpos eram constituídos de quatro elementos básicos (terra, fogo, água e ar), dentre os quais a terra e a água teriam um movimento natural para baixo, numa linha reta em direção ao centro da Terra, enquanto o ar e o fogo teriam um movimento natural nessa mesma linha, só que para cima (MACEDO, 2003; ROCHA, 2005).

Moraes e Moraes (2000), após aplicarem uma atividade sobre avaliação conceitual acerca de força e movimento, verificaram que esta concepção de movimento ainda é predominante entre os estudantes em nível de Ensino Médio e Superior, pois esses “alunos tendem a considerar, por exemplo, que para um corpo estar em movimento deve agir sobre ele uma força e que a força e a velocidade do corpo têm sempre a mesma orientação” (p. 242).

Nesse sentido, para Aristóteles, o movimento “só é possível quando, necessariamente, associado a uma força” (ROCHA, 2005, p.24). Essa força seria a condição necessária para que houvesse o movimento, pois “todo movimento é uma mudança e como tal, não pode ocorrer sem a ação de uma força motora” (ROCHA, 2005, p. 24).

A compreensão das idéias de Aristóteles, acerca do movimento, é apresentada em seu Livro IV de “Física”. Ele acreditava que se, por exemplo, considerássemos um corpo em movimento no ar, este teria a necessidade de um agente motor, de modo que seria

[...] o ar, que está em contato permanente com o corpo, recebendo o impulso do agente motor, se opõe em movimento e recebe também e ao mesmo tempo um poder motor e com isso coloca em movimento o corpo superando a resistência da camada de ar que está na dianteira do corpo (ARISTÓTELES apud BAPTISTA e FERRACIOLLI, 1999, p. 191)

No Livro VII de “Física” esta idéia é seguidamente reafirmada, quando propõe que “tudo que se move deve ser movido por alguma coisa” (ARISTÓTELES apud BAPTISTA e FERRACIOLLI, 1999, p. 191).

Em pesquisas recentes, Macedo (2003), Baptista e Ferraciolli (1999), Halloun e Hestenes (1985) e Cunha e Caldas (2001), identificaram que essa concepção, apesar de prevalecer até a alta Idade Média, foi retomada de forma crítica por outros filósofos que rejeitavam a concepção proposta por Aristóteles. Dentre esses, destacaram-se John Philiponos (475 – 565), Ibn Sina (980 – 1037) e Ibn Rush (1126 – 1198), que questionaram os argumentos de Aristóteles sobre a questão do agente motor que atua sobre o corpo. Esses filósofos rejeitaram a idéia de Aristóteles, uma vez que o movimento realizado no vácuo não sofreria a ação da resistência imposta pelo meio.

Assim, foi entre os séculos XIII e XVI, que essa concepção passou a ser sistematizada, a partir das contribuições de Jean Buridan (1297 – 1358) e Nicole d`Oresme (1320 – 1382), através da conhecida Teoria do Impetus.

1.1.3 – O movimento enquanto resultado do “impetus” impresso pelo projetor sobre o corpo

Os trabalhos desenvolvidos entre os séculos VI e XIV trouxeram uma nova perspectiva para a compreensão do movimento. Alguns filósofos dessa época, como John Philiponos (475 – 565), Ibn Sina (980 – 1037), começaram a rejeitar a teoria aristotélica que preconizava o papel motor do meio no movimento dos corpos. Essa nova perspectiva é denominada, por esses filósofos, de Teoria do Impetus, na qual a idéia central é a mudança do agente (força) que provoca o movimento. “Assim, de externa, a causa do movimento passa a ser interna ao objeto” (CUNHA e CALDAS, 2001, p. 94). Assim, consideraram o “impetus” como uma força incorporada, transmitida ao corpo pelo primeiro agente motor. Logo, a distinção entre os movimentos “naturais” ou “violentos”, proposta por Aristóteles, tende a sumir em proveito do movimento natural.

Dentre as principais contribuições para a compreensão da Teoria do Impetus, destacam-se as idéias de Jean Buridan, posteriormente retomadas pelos trabalhos de Nicole d`Oresme. Segundo Clagget (1961, apud BAPTISTA e FERRACIOLLI, 1999) Jean Buridan apresenta o Impetus como

[...] uma qualidade permanente do corpo, embora possa ser destruída por agentes contrários, e é tal que ele não é auto desvanecente meramente como resultado da separação do corpo e da força motora principal, mas pode ser superado pela resistência do ar ou pela tendência contrária do corpo (p. 193).

ou ainda que o,

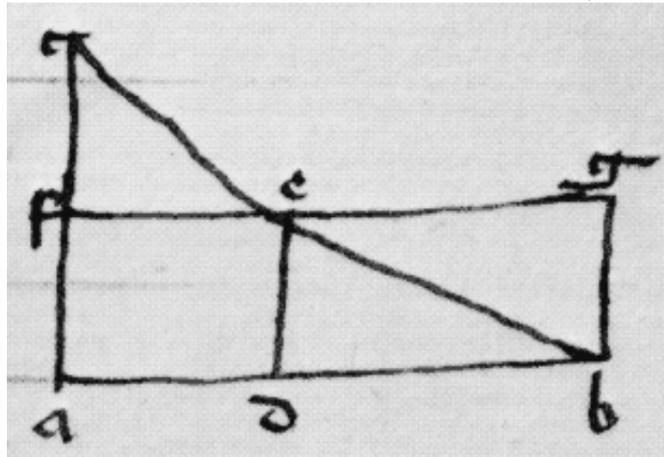
[...] impetus impresso pelo projetor sobre o projétil varia, por um lado, com a velocidade do projétil e , por outro lado, com a quantidade de matéria do corpo em movimento (p. 193).

Para Harres (2002, 2006), Nicole d`Oresme, procurando sistematizar a teoria do *impetus*, iniciada por Buridan, considerava que, para que ocorresse o movimento, era necessária a existência de uma *força motriz impressa*. Porém, ao contrário de Buridan, considerava o impetus como “auto-consumível”, ou seja, desconsiderava a idéia de impetus divino (o movimento eterno e constante dos céus seria decorrente da impressão do impetus por Deus no

início da criação) e admitia a existência do vácuo, que era desconsiderada por Buridan (HARRES, 2002; 2006).

Foi nesse período que Nicole d’Oresme (1320-1382) propôs a introdução da representação gráfica como uma nova técnica para o estudo do movimento (MACEDO, 2003). Ele empregou o que chamaríamos hoje de coordenadas retangulares: um comprimento proporcional à longitude seria a abscissa de um ponto dado e a perpendicular a esse ponto, proporcional à latitude, seria a ordenada. Assim, d’Oresme antecipou-se à geometria analítica de Descartes, ao procurar demonstrar sua idéia de que a quantidade de movimento (deslocamento efetuado pelo móvel) é proporcional à área da figura representada.

Figura 1
Ilustração do “Teorema do Valor Médio” de Nicole d’Oresme, no “Tractatus”



Fonte: MACEDO, 2003, p. 29.

Essa nova forma de representação, feita por d’Oresme, e o desenvolvimento de sua definição do Teorema do Valor Médio, contribuíram para que os pesquisadores do Merton College, instituição vinculada à Universidade de Oxford na Inglaterra, elaborassem um método de cálculo do espaço percorrido por um móvel com aceleração constante. Esse método ficou conhecido como a Regra de Merton (MACEDO, 2003).

1.1.4 – O movimento não como resultado de causas internas ou externas, mas o movimento pelo movimento.

A concepção do movimento, desenvolvida entre o século VI a.C até o século XVI, é marcada por períodos de contínuos avanços e retrocessos, em que a causa do movimento é o principal elemento de interesse dos “físicos” desse período. No entanto, Galileu, a partir de sua teoria matematizada com base experimental, rompeu com as idéias propostas por Aristóteles sobre o conceito de movimento. Esse “físico” também apresentou uma concepção que avança sobre o conceito de movimento apresentada pela *Teoria do Impetus*, ao questionar o movimento no vácuo e o movimento de queda livre, mesmo que essa teoria tenha sido um obstáculo em direção ao princípio da inércia (HARRES, 2002).

Nesse momento, assinala Koyré (1996 apud CALDAS E CUNHA, 2001, p. 95), “o privilégio do movimento natural desapareceu completamente. Daqui em diante, o movimento se conserva, não mais porque ele é natural, mas simplesmente porque ele é movimento”. Essa nova concepção não procurou mais as causas do movimento, mas começou a considerá-lo por ele mesmo.

Harres (2002) aponta que, apesar de os trabalhos posteriores a Galileu terem superado a noção de *força impressa*, encontram-se, no próprio *Principia* de Newton, vestígios da *Teoria do Impetus*. A compreensão de que o movimento pode ocorrer sem a ação de uma força é difícil, pois no cotidiano não nos deparamos com situações dessa natureza. Praticamente só encontramos essas situações em experiências laboratoriais de alta complexidade. Talvez esse seja um dos motivos pelos quais pesquisas como as de Harres (2002, 2006), Cunha e Caldas (2001) e McDermott (1984) detectaram que os alunos tendem a apresentar uma idéia de movimento associada à concepção aristotélica do movimento ou ao modo de raciocínio baseado na teoria do Impetus.

Nesta pesquisa, não temos a intenção de especificar de forma detalhada os trabalhos produzidos, mas procuramos ressaltar apenas como evoluiu, de um modo geral, a concepção de movimento, até entendermos que as concepções apresentadas hoje resultaram de muitas

“idas” e “vindas” de vários “pesquisadores”, procurando compreender o mundo que os cerca, culminando com a produção de um magistral edifício teórico da Mecânica e com uma nova forma de representação dos movimentos: a gráfica.

1.2 – A utilização dos gráficos

A técnica da representação gráfica do movimento, proposta por Oresme, é apresentada no item anterior de forma muito limitada, comparada à notação que utilizamos hoje, após a formulação da Geometria Analítica, proposta por Descartes. Mesmo sendo essa forma de representação, a gráfica, um elemento importante para a formação de conceitos, alguns pesquisadores, como Lima (2005), Guimarães (2002), Beichner (1994, 1995, 1996), Monteiro e Ainley (2003), McDermott, Rosenquist e VanZee (1987), afirmam que tanto adultos como crianças apresentam dificuldades na construção, compreensão e análise de dados organizados em tabelas e gráficos.

Embora sejam inúmeras as práticas pedagógicas que podem ser utilizadas para a abordagem do conceito de movimento, os gráficos apresentam-se como uma ferramenta, que, segundo Agrello e Garg (1999, p. 103), “permite-nos reconhecer facilmente dados, que em uma tabela são mais difíceis de visualizar”. No entanto, Lima (2005), após fazer um estudo com crianças de 4ª série sobre o conceito de média aritmética usando ambiente computacional, concluiu que o trabalho com gráfico e tabelas é relevante quando o aluno participa da construção dessa tabela. Por isso, Guimarães et al. (2001) apontam a necessidade de se trabalhar com as duas formas de representação como forma de complemento de informações.

Outro aspecto, também levantado em relação às dificuldades apresentadas ao ser proposto o trabalho com gráficos, aparece nas contribuições de Lima (2005) e Carraher et al (1995), as quais associam essas atividades aos processos cognitivos e às experiências individuais de cada indivíduo.

No entanto, vários são os argumentos a favor da utilização de gráficos. Selva (2003) justifica que esse tipo de representação “organiza diversas informações em um espaço bidimensional

cartesiano. Gráficos têm sido utilizados basicamente na área do tratamento de informações, possibilitando a comparação de diversas informações a partir de um esquema visual que auxilia o leitor a tirar algumas conclusões imediatas” (p. 19).

Selva (2003, p. 19) propõe ainda que a utilização de gráficos cartesianos justifica-se por três aspectos:

- I. Gráfico é uma ferramenta simbólica bastante rica, do ponto de vista dos conceitos matemáticos que permite abordar;
- II. A construção/interpretação de gráficos implica na transformação de informações de um sistema simbólico (por exemplo, linguagem natural, banco de dados) para um outro sistema simbólico: o gráfico. Assim, o gráfico é uma ferramenta que permite a organização e análise de informações complexas de uma forma clara e coerente.
- III. O trabalho com tratamento de informação, incluindo-se o uso de gráfico na organização/análise das informações, permite a integração da Matemática com outras disciplinas escolares e com o conhecimento cotidiano da criança.

As justificativas apresentadas por essa autora vêm reforçar nossa idéia de que o trabalho com gráficos apresenta uma relevante contribuição para construção de um conceito, pelos aspectos que nos permite abordar: seja a construção, a interpretação ou sua possibilidade de relacionar elementos de outras disciplinas.

Outro argumento, ainda considerado relevante por nós, é que “no Ensino das Ciências, e especialmente em Física uma das habilidades requeridas para a compreensão de conteúdos de Física é a construção e interpretação de gráficos” (ARAÚJO et al., 2004, p. 1). No entanto, encontramos nesse mesmo autor e em outros autores como McDermott et al. (1987, apud ARAUJO et al., 2004), Beichner (1994) e Pelloso e Bastos (2005), que os alunos, ao trabalharem com gráficos cinemáticos contínuos, apresentam uma série de dificuldades (quadro 2).

Vários estudos, na área de pesquisa em Ensino de Física, têm se interessado em identificar as dificuldades apresentadas pelos alunos ao trabalharem com gráficos cinemáticos do tipo posição vs. tempo, velocidade vs. tempo e aceleração vs. tempo. Dentre essas pesquisas, poderíamos destacar o trabalho de McDermott et al. (1987, apud ARAÚJO et al., 2004), que

após analisarem as narrativas feitas pelos estudantes durante o processo de elaboração e análise de gráficos da cinemática, identificaram 10 das principais dificuldades apresentadas por esses alunos ao trabalharem com gráficos cinemáticos, 5 (cinco) dos quais estão associadas a conectar os gráficos aos conceitos físicos e 5 (cinco) a conectar os gráficos ao mundo real, conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 2
Dificuldades em conectar gráficos

Conexão dos gráficos com os conceitos físicos.	a) Discriminar entre inclinação e altura
	b) Interpretar mudanças na altura e mudanças na inclinação
	c) Relacionar um tipo de gráfico a outro
	d) Relacionar a narração de movimento com um gráfico que o descreve
	e) Interpretar a área sob o gráfico
Conexão dos gráficos ao mundo real.	a) representar movimento contínuo por uma linha contínua
	b) separar a forma de um gráfico da trajetória de um movimento
	c) representar a velocidade negativa
	d) representar aceleração constante
	e) fazer distinção entre diferentes tipos gráficos do movimento.

Fonte: ARAUJO et al., 2004, p. 180.

Beichner (1994) assinala que a crença de que os gráficos são uma espécie de fotografia do movimento parece ser, provavelmente, a principal confusão que os alunos fazem ao se depararem com gráficos da Cinemática. Essa observação passa a ser importante para esta pesquisa, uma vez que também percebemos, em nossas aulas, que o aluno, ao observar um gráfico da posição vs tempo, comumente identifica a figura como sendo a trajetória realizada pelo corpo.

Ao procurar superar essas dificuldades encontradas ao serem trabalhados gráficos cinemáticos, pesquisas apontam para a utilização de ferramentas computacionais, como por exemplo, o *Modellus* (ARAÚJO et al., 2004) e *Package* (BEICHNER, 1994). No entanto, a utilização dessas ferramentas não segue estudos que apresentem “contribuições ao processo de aprendizagem dos alunos” e que apenas a “justaposição visual não é uma variável relevante na melhora do desempenho dos alunos na interpretação de gráficos da cinemática” (ARAÚJO, 2004, p. 180). Beichner (1990, apud ARAÚJO et al., 2004) considera que apenas simular situações nessas ferramentas não apresenta vantagem educacional sobre a forma de instrução tradicional. “O que realmente faz a diferença é a interatividade do estudante com o experimento” (p.180).

Neste trabalho não temos a intenção de verificar como essas *ferramentas computacionais* interferem na aprendizagem de conceitos cinemáticos, mas apenas analisar se, utilizando ferramentas “mais sofisticadas”, prevalecem dificuldades semelhantes às aquelas encontradas no sistema tradicional de ensino, uma vez que em nossa realidade de ensino, ainda é evidente o sistema tradicional em que se utilizam como recurso, no máximo, os livros didáticos.

Nesse sentido, Peloso e Bastos (2005) identificaram que os gráficos cinemáticos utilizados para abordagem do conceito de movimento, em livros didáticos de Física do Ensino Médio são, em sua grande maioria, gráficos contínuos, que relacionam principalmente velocidade *versus* tempo e posição *versus* tempo.

A ausência de outros tipos de gráficos como, por exemplo, os cinemáticos discretos, nos livros didáticos, levou-nos à aplicação de um projeto piloto, com o intuito de verificar se gráficos desse tipo possibilitariam uma melhor compreensão do movimento pelos alunos. Os dados apresentados no projeto piloto indicaram que os gráficos cinemáticos discretos eram melhor compreendidos do que os cinemáticos contínuos, no que se refere à análise dos dados apresentados (PELLOSO e BASTOS, 2005).

Diante dessas considerações, verificamos que as dificuldades apresentadas pelos alunos ao trabalharem com gráficos cinemáticos poderiam estar relacionadas à maneira como aplicam seu sistema de construção para a interpretação do fenômeno, na forma como é apresentado. Essa falta de conexão lógica entre as explicações é tratada por Kelly (1963), através do corolário da fragmentação, o qual será apresentado a seguir.

1.3 – A Teoria dos Construtos Pessoais (TCP) e a questão da fragmentação.

A teoria considerada neste trabalho para verificarmos a questão da fragmentação, ou seja, a ocorrência de explicações dadas pelos alunos, sem uma ligação lógica, para situações consideradas semelhantes pelos professores, foi a Teoria dos Construtos Pessoais – TCP, de George A. Kelly. Essa teoria faz parte de um conjunto de teorias psicológicas que apresentam

uma posição filosófica cognitivista construtivista, ou seja, considera a forma como o indivíduo constrói sua estrutura cognitiva.

Em sua obra *A Theory of Personality – The Psychology of Personal Constructs*, publicada em 1955 em dois volumes, e posteriormente em 1963, condensada em um volume único, Kelly apresenta o pressuposto básico de sua teoria: *o alternativismo construtivo*. Kelly faleceu quando estava trabalhando em seu segundo livro. Infelizmente, apenas o prefácio foi concluído e publicado em 1970⁴.

Para Pope (1985, *apud* BASTOS, 1998) o alternativismo construtivo está relacionado à maneira como “as pessoas compreendem a si mesmas, seus arredores e antecipam eventualidades futuras, construindo modelos tentativos e avaliando-os em relação a critérios pessoais, quanto à predição com sucesso e controle de eventos baseados neste modelo” (p. 1). Essa maneira de lidar com a realidade que nos cerca, numa tentativa de prever o futuro (construir modelos antecipados dos fenômenos), é algo dinâmico que está sujeito a re-interpretações a cada momento e é algo particular do indivíduo, uma vez que, construído um modelo que não se aplica a um determinado evento, ele procura “construir” um novo modelo para substituí-lo e assim o faz tantas vezes quantas achar conveniente.

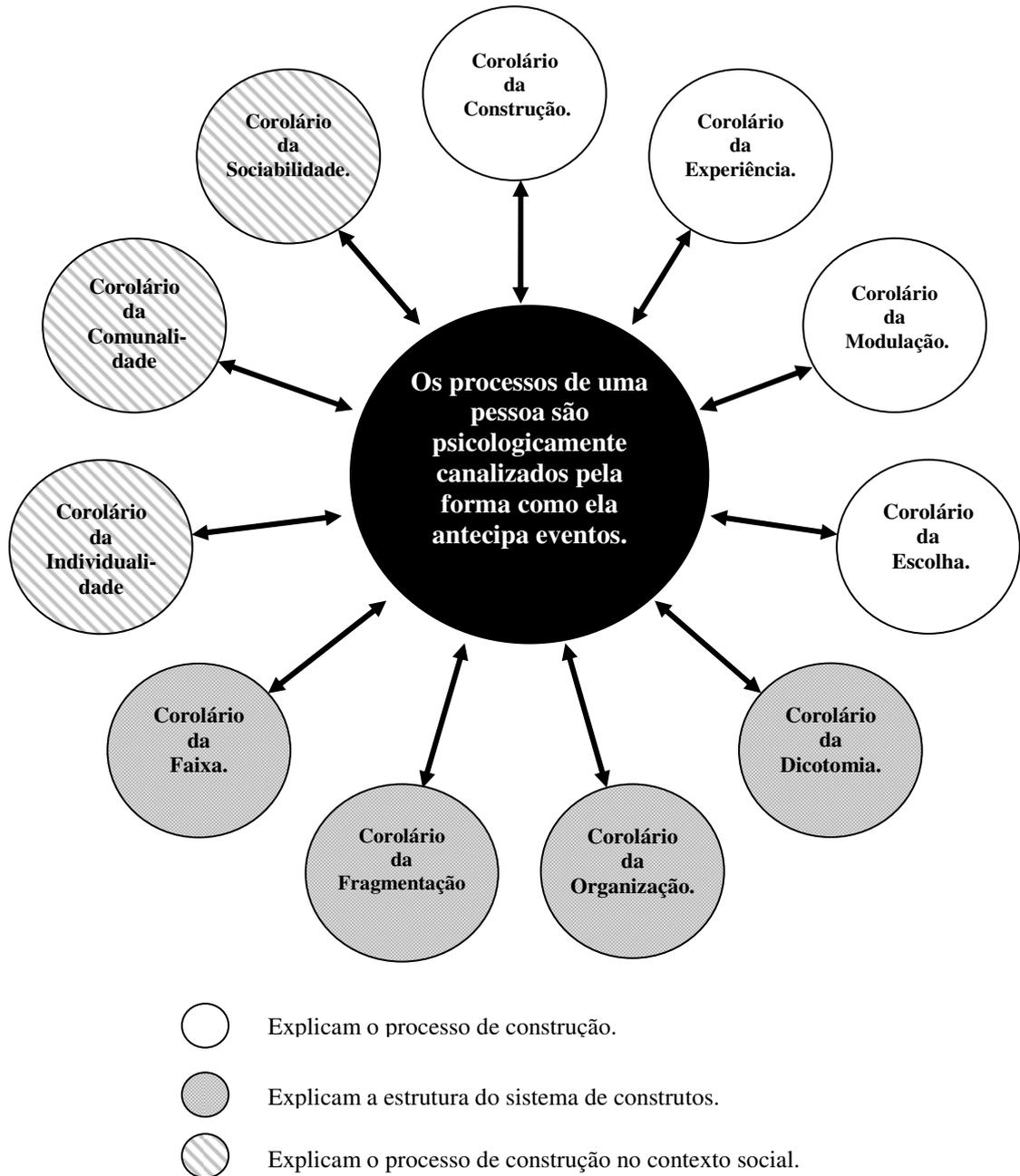
Kelly (1963; 1970) compreende que o universo é real e está aberto a interpretações e, desse modo, os indivíduos o constroem de maneiras diferentes. Assinala, ainda, que essas construções não são necessariamente derivadas de construções anteriores, seguindo um processo linear de construção, mas podem ser paralelas às construções anteriores e até incompatíveis entre si.

A Teoria dos Construtos Pessoais – TCP é estruturada a partir de um *postulado fundamental*, seguido de *onze corolários*, derivados desse postulado, que procuram explicar os processos cognitivos de forma minuciosa, pois seriam esses processos os responsáveis por nossa individualidade, nosso comportamento e nossas emoções. Cloninger (2003) sugere a divisão desses corolários em três blocos, de modo que cada grupo de corolários pudesse estar ligado a explicações de como: i) ocorre o processo de construção, ii) se estrutura o sistema de

⁴ KELLY, G.A.: A brief introduction to personal construct theory. In Bannister, D. (ed) *Perpectives in personal construct theory*. London: Academic Press, 1970.

construtos e iii) ocorre essa construção dentro de um contexto social. O esquema da teoria é mostrado na figura a seguir.

Figura 2
Estrutura da Teoria do Construto Pessoal



Fonte: Kelly, 1970; Cloninger, 2003.

Kelly estruturou a TCP seguindo o modelo axiomático proposto por Euclides (330 a.C. a 270 a.C) na qual estabeleceu o postulado fundamental e seus corolários, talvez por sua experiência em navegação e seu interesse em geometria multi-dimensional. Assim, ele apresenta sua teoria como a *geometria do espaço psicológico* (KELLY, 1969).

Desse modo, Kelly (1963, p.103, tradução livre) apresenta o enunciado dos corolários ou proposições que derivam de seu postulado fundamental (ver figura 2):

➤ **Corolário da construção:**

“uma pessoa antecipa eventos construindo suas réplicas”.

Estas construções estão relacionadas com nossas experiências passadas. Assim, esperamos que as coisas aconteçam tal como havíamos construído.

➤ **Corolário da experiência:**

“o sistema de construção de uma pessoa varia à medida que ela constrói sucessivamente a réplica dos acontecimentos”.

Quando nossas construções (réplicas do evento) não são confirmadas, sentimos a necessidade de reconstruí-las. Para isso, tomamos esta nova experiência como base para nossas futuras construções.

➤ **Corolário da escolha:**

“a pessoa escolhe para si a alternativa de um construto dicotomizado por meio da qual ela pode anteciper a maior possibilidade de ampliação e definição de seu sistema”.

Escolhemos dentro de nosso sistema de construção aquele construto que consideramos como o mais “elaborado” para interpretar e construir a realidade.

➤ **Corolário da modulação:**

“a variação no sistema de construção de uma pessoa está limitada pela permeabilidade dos construtos em cujas faixas de conveniência se encontram as variantes”.

Alguns construtos são mais permeáveis do que outros, ou seja, nos permitem ampliar a faixa de aplicação de construto. Como exemplo, gordo – magro é um construto bastante permeável para nós à medida em que nos colocamos diante de novas experiências.

➤ **Corolário da dicotomia:**

“o sistema de construtos de uma pessoa está composto de um número finito de construtos dicotômicos”.

Nossas experiências são armazenadas através de construtos. Kelly (1963) considera que esses construtos são bipolares, ou seja, são compostos por dois pólos de naturezas opostas, como por exemplo: gordo – magro, feio – bonito, alto – baixo.

➤ **Corolário da organização:**

“cada pessoa caracteristicamente desenvolve, por sua conveniência, um sistema de construção que inclui relações ordinais entre construtos”.

Não seríamos capazes de realizar antecipações se nossos construtos fossem independentes, pois todas as informações nos levam a outra informação, e essa condição é que haja uma organização entre os construtos construídos.

➤ **Corolário da fragmentação:**

“uma pessoa pode empregar sucessivamente uma variedade de subsistemas de construção que são inferencialmente incompatíveis entre si”.

É comum nos depararmos com situações em que apresentamos inconsistência em nossas ações. Tal fato ocorre à medida que, diante de situações consideradas semelhantes, apresentamos comportamento que não possuem nenhuma relação lógica entre si.

➤ **Corolário da faixa:**

“um construto é conveniente para antecipação de apenas uma faixa finita de acontecimentos”.

Alguns construtos são limitados e não se aplicam a todas as coisas. Assim, podemos identificar que o construto doce – salgado não possui relação com o construto alto – baixo.

➤ **Corolário da individualidade:**

“as pessoas diferem umas das outras nas suas construções dos acontecimentos”.

A construção da realidade é pessoal e está relacionada com a experiência individual de cada sujeito. Por isso, Kelly denomina sua teoria de *Teoria dos Construtos Pessoais*.

➤ **Corolário da comunidade:**

“na medida em que uma pessoa usa uma construção da experiência que é similar àquela empregada por outra pessoa, seus processos psicológicos são similares àqueles da outra pessoa”.

O fato de sermos diferentes, não implica que não sejamos semelhantes a outras pessoas. Se nosso sistema de construção é semelhante ao de outras pessoas, percebemos que nossas experiências e comportamentos também são semelhantes.

➤ **Corolário da sociabilidade:**

“na medida em que uma pessoa constrói o processo de construção de outra, ela pode desempenhar um papel num processo social envolvendo a outra pessoa”.

A ênfase dada por Kelly, em sua Teoria dos Construtos Pessoais, foi de procurar identificar como o indivíduo constrói, interpreta ou compreende o mundo. Dessa forma, ao assumir o postulado fundamental, a posição filosófica de Kelly (1963) implica:

- ✓ Conceber que todas as nossas interpretações estão sujeitas à revisão e à substituição;
- ✓ Que ninguém precisa considerar-se vítima de sua biografia

Essa suposição, proposta por Kelly, compreende que o indivíduo é livre e que existem perspectivas alternativas a serem escolhidas para lidar com o mundo e compreender a realidade que o cerca. Esses construtos, que estruturam o sistema psicológico de um indivíduo, não são representações nem símbolos de eventos, mas abstrações que as pessoas constroem em suas mentes para lidar com eventos. Kelly (1963 *apud* BASTOS, 1998a) ressalta: a importância de se perceber que um construto não pode ser considerado um outro termo para conceito e que o novo construto, necessariamente, não deve ser derivado dos

construtos que já existem, ou seja, que nossos pensamentos hoje podem não ser deduzidos diretamente dos que estávamos pensando ontem.

Dentre esses corolários, Bastos (1998a, p. 4) identifica que, “a questão da fragmentação é essencialmente relevante para o processo de ensino-aprendizagem, pois nos permite compreender a falta de relações lógicas entre as explicações dadas pelos alunos a fenômenos que são considerados semelhantes pelos professores”. O processo de fragmentação traz grandes conseqüências para a aprendizagem, pois, quando as pessoas testam novos construtos não implica que os antigos foram descartados. Eles podem compor, de forma paralela, o sistema de construção de uma pessoa, mantendo uma relação colateral entre o novo e o velho construto. Desse modo, propõe que deveríamos estar empenhados em procurar o sistema de construto reinante para explicarmos suas construções, no lugar de apenas explicarmos seu comportamento em função de suas atitudes imediatas.

Nesse sentido, o corolário da fragmentação proposto por Kelly vai subsidiar a compreensão das “respostas” apresentadas pelos alunos ao trabalharem com gráficos cinemáticos, contínuos ou discretos, uma vez que os alunos apresentam, para situações representadas graficamente, respostas sem uma relação lógica com o fenômeno apresentado ou como propõem estudos de McDermott et al. (1987) e Araújo et al. (2004), trabalham com um tipo de gráfico, porém com o pensamento em outro tipo de gráfico cinemático.

CAPÍTULO II

2 – METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a forma pela qual conduzimos nosso trabalho empírico, definindo o tipo de pesquisa que buscamos desenvolver. Inicialmente apresentamos a Metodologia Interativa e suas técnicas para coleta e análise de dados e, posteriormente, as fases constituintes dessa pesquisa, dentro de uma abordagem qualitativa.

2.1 – A Metodologia Interativa

O surgimento de novos paradigmas educacionais sugere a criação de novas metodologias para coletar e tratar dados que permitam lidar com a complexidade. Nesse sentido, identificamos em Oliveira (2005) a Metodologia Interativa que, por sua dinâmica e por suas bases teóricas nos permitiu uma visão mais sistêmica dos objetivos e expectativas em relação ao que nos propomos investigar neste trabalho, devido à sua interatividade com os sujeitos da pesquisa.

Assim, Oliveira (2005, p. 127) propõe a Metodologia Interativa como: “um processo hermenêutico-dialético que facilita entender e interpretar a fala e depoimentos dos atores sociais em seu contexto e analisar conceitos em textos, livros e documentos, em direção a uma visão sistêmica da temática em estudo”. Essa autora fundamenta a Metodologia Interativa com bases teóricas do método pluralista ou da quarta geração de Guba e Lincoln (1989) e o método hermenêutico-dialético de Minayo (2004) para a compreensão do processo dinâmico necessário a uma pesquisa científica e no método da análise de conteúdo proposto por Bardin (1977) e o método hermenêutico-dialético de Minayo (2004) para fazer a análise dos conceitos envolvidos.

Essa metodologia está fundamentada no paradigma da ciência contemporânea de que a compreensão do processo do conhecimento deve ser dinâmico, sistêmico, e é caracterizada pela aplicação das técnicas adaptadas, do círculo hermenêutico-dialético – CHD e da análise hermenêutica-dialética - AHD, que se completam no processo de coleta e análise do resultado de uma pesquisa.

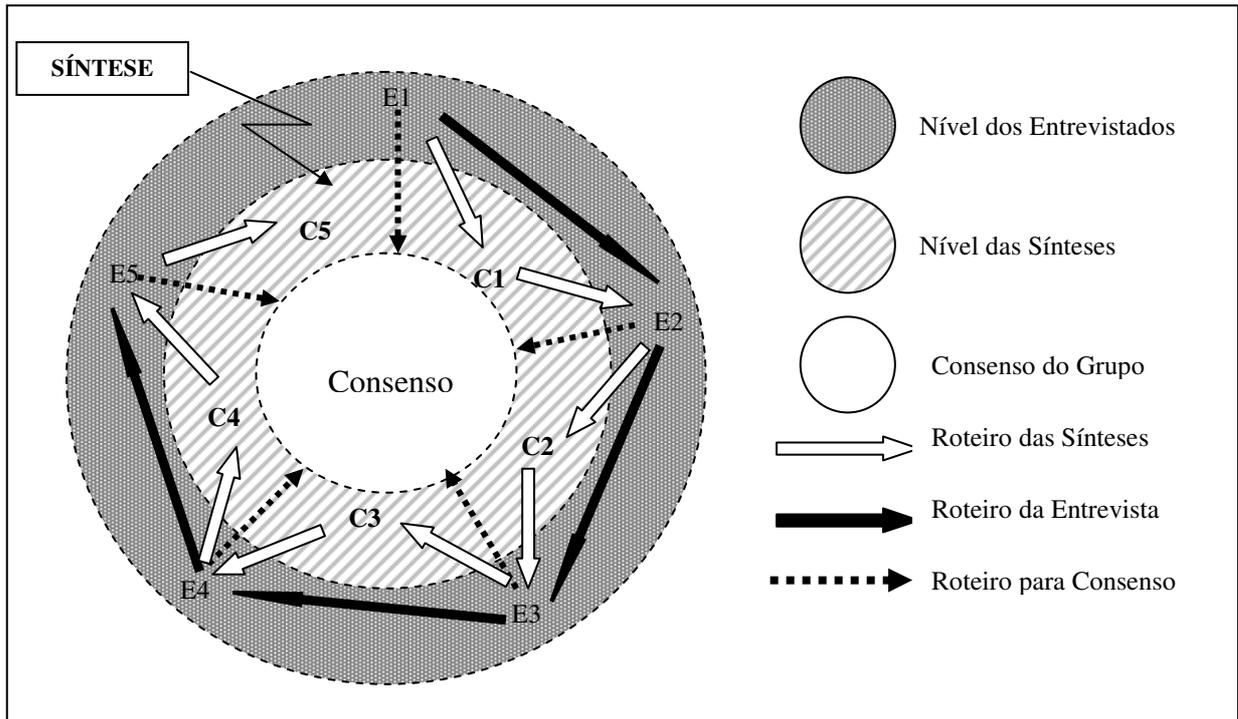
A autora compreende que, mesmo que esses dois métodos estejam fundamentados no paradigma da “epistemologia construtivista”, eles não são excludentes e que a interação entre esses métodos permitiu minimizar de forma significativa a “subjetividade” do pesquisador durante o processo de coleta e análise dos dados (OLIVEIRA, 2005).

2.1.1 O Processo Hermenêutico-Dialético

Segundo Oliveira (2005, p. 136), "o círculo hermenêutico-dialético (CHD) é uma relação constante entre o pesquisador e os entrevistados [...] que supõe constante diálogo, análises, construções e reconstruções coletivas, onde é possível chegar o mais próximo possível da realidade chamada *consenso*". O CHD é composto de três círculos concêntricos, onde, no maior círculo, estão representados os entrevistados E1, E2, E3, E4 e E5; o segundo círculo representa o nível das sínteses feitas pelo pesquisador das respostas obtidas dos entrevistados, ou seja: C1 é a síntese construída pelo pesquisador das respostas de E1 após responder a entrevista; C2 é a síntese construída a partir das respostas de E1 e E2; C3 é a síntese construída a partir das respostas de E1, E2 e E3 após a realização de sua entrevista; C4 é a síntese construída a partir das respostas de E1, E2, E3 e E4 e C5 seria a síntese construída a partir das respostas de E1, E2, E3, E4 e E5. Após a construção dessas sínteses (pré-consenso) os indivíduos que compõem o corpo da pesquisa participam de um encontro em que, a partir de discussões, procuram chegar a um consenso, que corresponde a menor círculo.

Na figura 3, procuramos ilustrar como ocorre esse processo, destacando sua dinâmica e a interatividade que pode ser construída entre pesquisador e pesquisado.

Figura 3
Círculo Hermenêutico-Dialético



Fonte: OLIVEIRA, 2005, p.137.

Após a aplicação do CHD, procedemos a uma pré-análise dos dados, de forma que, para cada entrevistado, elaboramos uma síntese de suas respostas para que pudesse ser analisada pelo entrevistado seguinte. Essas sínteses serviram para que os alunos pudessem “comparar” suas respostas e até mesmo evoluir numa “construção” ou “reconstrução” desse conhecimento. Essa dinamicidade foi percebida como algo relevante para nossa pesquisa, uma vez que estávamos procurando verificar como esses alunos forneciam explicações para um determinado fenômeno e, em seguida, para o mesmo fenômeno ou outro considerado semelhante, ele apresentava outra explicação.

No quadro 3, a seguir, são apresentadas as fases e os níveis de interpretação dos dados coletados. A complementaridade da técnica do CHD com a análise hermenêutica-dialética permitiu um processo dinâmico de pesquisa que facilitou a construção de uma nova realidade, à medida que os entrevistados puderam ter a oportunidade, pelo dinamismo que essa técnica apresenta, de rever e construir novos argumentos.

Quadro 3
Fases da Metodologia Interativa

PRIMEIRA FASE Círculo Hermenêutico-dialético	Construção e aplicação dos instrumentos de pesquisa.
	Coleta de dados e Análise simultânea
	Identificação dos aspectos essenciais junto a cada pessoa entrevistada e aos comentários.
	Síntese das informações após cada entrevista e análise dos comentários e das sugestões.
	Condensação e análise dos dados, ao final de cada grupo entrevistado.
SEGUNDA FASE Análise Hermenêutico-dialético	Nível das determinações fundamentais: elaboração dos perfis
	Nível do encontro com os fatos empíricos: observação dos participantes.
	Identificação das categorias de análise
	Condensação dos dados, tomando-se como base o referencial teórico.
	Análise das categorias em relação ao quadro teórico.

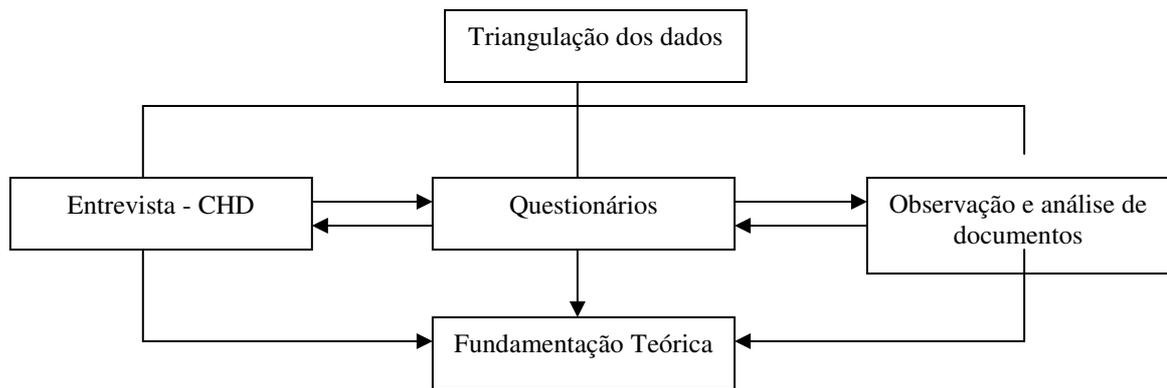
Fonte: OLIVEIRA, 2001, p.74-75.

Assim, na seção 2.1.1, descrevemos os passos realizados para a execução dessa primeira fase de nossa pesquisa, descrevendo a aplicação da técnica do CHD junto a esses alunos para coleta e pré-análise dos dados. Na seção seguinte, 2.1.2, descrevemos, de forma mais detalhada, os passos seguidos para a análise hermenêutica-dialética.

2.1.2 Análise interativa no processo hermenêutico-dialético

Como identificamos no quadro três, a segunda fase da Metodologia Interativa consiste num processo em que os dados pré-analisados na primeira fase são submetidos a uma análise geral. Essa segunda fase possui suas bases teóricas em Minayo (2004) e Bardin (1977) e complementa a técnica do CHD que, segundo Oliveira (2005), nos permitirá uma visão mais próxima da realidade do objeto investigado. Essa mesma autora propõe, na figura 4, um esquema para a análise interativa.

Figura 4
Análise Interativa no Processo Hermenêutico-Dialético

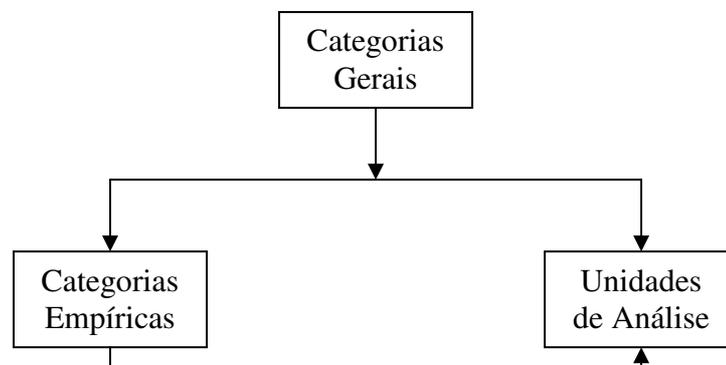


Fonte: OLIVEIRA, 2005, p. 145.

➤ As categorias de análise no processo hermenêutico-dialético

A categorização dos dados é um processo que exige do pesquisador uma atenção especial, uma vez que o processo dinâmico oferecido por essa metodologia, de idas e vindas, não é simplesmente um processo acumulativo. Assim, Oliveira (2005) propõe que os dados coletados sejam organizados em três grupos, que se relacionam conforme a figura 5, em que as: *categorias gerais ou teóricas* são aquelas geradas a partir de fundamentação teórica sobre o tema explorado; *categorias empíricas ou subcategorias* são aquelas categorias formuladas a partir da construção dos instrumentais de pesquisa; e *unidades de análise* que emergiram das respostas dos atores sociais.

Figura 5
Categorias dos dados



Fonte: OLIVEIRA, 2005, p. 106.

A partir desses pressupostos, elaboramos nossas categorias teóricas e empíricas (ver quadro 4). As unidades de análise estão apresentadas na seção de análise dos resultados.

Quadro 4
Categorias Teóricas e Empíricas

Categorias Teóricas	Categorias Empíricas
Gráficos Cinemáticos Contínuos	Interpretação de gráficos cinemáticos contínuos Construção de gráficos cinemáticos contínuos Relacionar gráficos cinemáticos contínuos
Gráficos Cinemáticos Discretos	Interpretação de gráficos cinemáticos discretos Construção de gráficos cinemáticos discretos Relacionar gráficos cinemáticos discretos
Teoria dos Construtos Pessoais	Fragmentação dos construtos

Conforme pode ser visto no quadro 4, nossas categorias teóricas e empíricas foram montadas de acordo com nossa proposta de pesquisa, estando ligadas aos seus questionamentos iniciais. Assim, estabelecemos para nossa pesquisa as categorias teóricas:

- I. dos gráficos cinemáticos contínuos, por ser comum o uso deles em sala de aula para abordagem de conceitos cinemáticos e pela frequência com que aparecem nos livros didáticos;
- II. dos gráficos cinemáticos discretos, pelo fato desses não serem trabalhados em sala de aula nem aparecerem nos livros didáticos e por acreditarmos que esse tipo de gráfico seria de mais fácil compreensão do que os contínuos; e
- III. a teoria dos construtos pessoais, através de seu corolário da fragmentação, que dá sustentação teórica aos fatos dos alunos apresentarem respostas desconectadas entre si para problemas considerados semelhantes pelos professores.

2.2 População e Amostra

Participaram desta pesquisa 15 alunos, matriculados na 1ª (primeira) série do Ensino Médio de uma escola pública estadual, localizada em Caruaru, no horário da manhã, no ano de 2005, nomeados por A1, A2, ..., A15, de acordo com a ordem alfabética de seus nomes. A escolha desse local para a realização desta pesquisa atende aos princípios propostos por Richardson (1999), referentes à acessibilidade junto aos entrevistados e facilidade na comunicação.

Dentre esses alunos, foram selecionados para participarem do CHD os alunos A1, A4, A7, A10 e A13, após a aplicação da atividade escrita, por estarem distribuídos no grupo selecionado. Para aplicação do segundo CHD, após a reaplicação da atividade escrita, selecionamos apenas os alunos A4, A7 e A13, por terem participado de todas as etapas da pesquisa.

2.3 Instrumentos de Pesquisa

Segundo Oliveira (2005), a escolha dos instrumentos de pesquisa deve estar em perfeita consonância com o objeto de estudo; por isso, não existe um padrão a ser seguido, apenas devemos fazer uso de instrumentos que permitam capturar a realidade, considerando todo o seu dinamismo. A partir dessas considerações, elegemos como instrumentos para coleta de dados: uma atividade escrita com gráficos cinemáticos contínuos e discretos (todas as questões dessa atividade estão descritas no capítulo III) e entrevistas, que foram gravadas e transcritas, a partir da aplicação da técnica do CHD (apresentada na seção 2.1.1).

2.4 Fases da Pesquisa

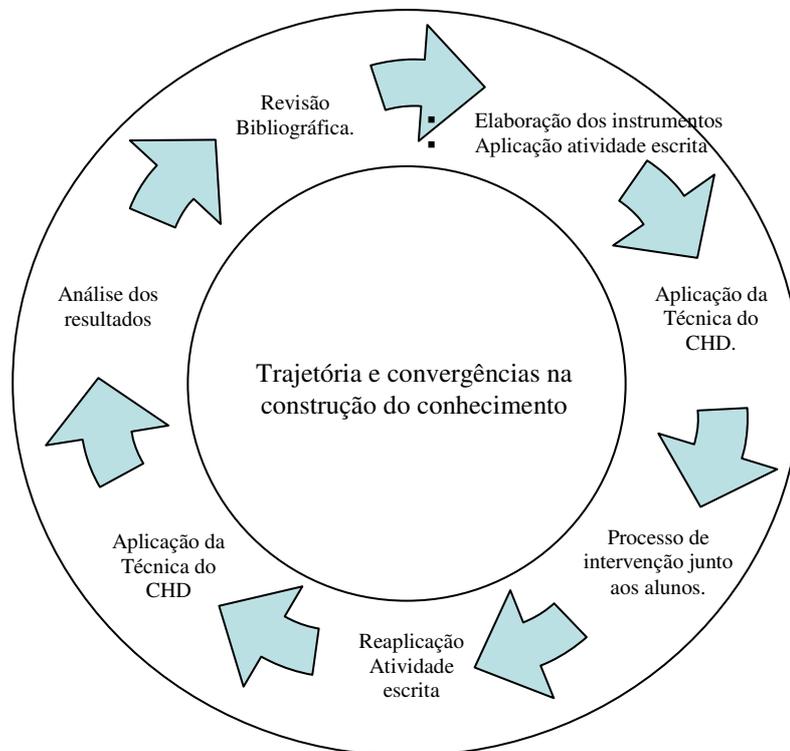
A pesquisa foi estruturada nas seguintes fases.

- ✓ Na primeira, fizemos um levantamento bibliográfico que permitiu subsidiar o problema de estudo, bem como justificar o estudo do tema e sua relevância.
- ✓ Numa segunda fase, depois de definidos os objetivos e o referencial teórico a ser adotado, fizemos a aplicação de uma atividade escrita (denominado por nós de pré-teste) com o grupo de alunos acima mencionado.
- ✓ Na terceira fase, aplicamos a técnica do CHD de Guba e Lincoln (1989), com 5 (cinco) alunos do grupo, conforme estabelecido na seção 2.2. A escolha de apenas 5 sujeitos para a entrevista deu-se pelo fato de ser possível observar mais profundamente as estratégias utilizadas pelos sujeitos. Essa entrevista foi estruturada a partir da atividade escrita.
- ✓ Na quarta fase, fizemos uma intervenção com 4 (quatro) encontros, de 2 (duas) horas de duração cada um, em que pudemos vivenciar situações que permitiam a construção, interpretação e análise dos elementos de um gráfico cinemático.

- ✓ Na quinta fase, após a realização dos 4 (quatro) encontros, reaplicamos a atividade escrita (denominado por nós de pós-teste), para verificar se a construção dos alunos apresentava diferenças em relação à atividade inicial.
- ✓ Na sexta e última fase, aplicamos para os alunos (A4, A7, e A13) a técnica do CHD. Os alunos A1 e A10 não participaram desse segundo ciclo por terem se ausentado da escola nessa última fase da pesquisa.

Assim, estruturamos nossa pesquisa por meio da metodologia interativa que integra uma abordagem qualitativa, do tipo de estudo de caso. Nossa escolha para a realização de uma pesquisa desse tipo estudo de caso justifica-se por dois motivos: por permitir, a partir de um ou poucos objetos, um amplo e detalhado conhecimento desse objeto (GIL, 2002) e que permite uma investigação na qual se preservam as características holísticas e significativas dos acontecimentos (YIN, 2005). Optamos, ainda, nesta pesquisa, pela utilização das técnicas: Ciclo Hermenêutico-Dialético (GUBA e LINCOLN, 1989) e o Método de análise hermenêutica-dialética (MINAYO, 2004; BARDIN, 1977).

Figura 6
Fases da Pesquisa



CAPÍTULO III

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos resultados é apresentada em três momentos, sendo: análise da atividade escrita dos alunos A3, A4, A7, A8, A9, A11, A13, A14 e A15, que participaram de todas as etapas da pesquisa; análise da aplicação do primeiro CHD (Círculo Hermenêutico Dialético) dos alunos A1, A4, A7, A10, A13, que responderam à atividade escrita (pré-teste); e análise do segundo CHD dos alunos A4, A7 e A13, que participaram da reaplicação da atividade escrita (pós-teste). Assim, essa divisão justifica-se por duas razões:

- Dos 15 alunos que participaram de nossa pesquisa apenas os alunos A3, A4, A7, A8, A9, A11, A13, A14 e A15, participaram de todas as etapas. Assim, fizemos uma análise em que comparamos os dados da atividade escrita, antes e depois da intervenção (descrita no apêndice D), pois esses alunos disseram, inicialmente, que nunca haviam trabalhado com gráficos cinemáticos *discretos* e gráficos cinemáticos contínuos do tipo *posição vs. posição*. Desse modo, neste primeiro momento, nosso interesse é procurar identificar os elementos que esses alunos tomaram como referência para responder às questões.
- Na análise do primeiro CHD, contamos com a presença dos alunos A1 e A10, que não participaram do segundo CHD. Entretanto, eles não poderiam ser excluídos dessa etapa da análise, uma vez que, na aplicação dessa técnica, suas respostas influenciaram as respostas dos demais pesquisados, conforme apresentamos na seção 2.1.1. Na análise desses dois ciclos, procuramos identificar como ocorreu o processo de fragmentação, apresentada em nossa fundamentação teórica, feita por eles nesses dois momentos, uma vez que esta técnica permitiu que eles justificassem o porquê de suas escolhas.

3.1 Análise da atividade escrita

Nesse momento, nosso interesse foi verificar o que mudou no comportamento dos alunos diante de problemas que envolvem gráficos cinemáticos contínuos e discretos, depois de participarem de uma intervenção sobre construção e interpretação desses tipos de gráficos (descrita no apêndice D), uma vez que eles nunca haviam trabalhado com gráficos cinemáticos discretos.

Optamos, na análise das questões da atividade escrita, por uma perspectiva qualitativa, procurando identificar, para cada aluno, os elementos que eles consideraram para responder a cada problema proposto.

Dessa forma, montamos, de acordo com a Metodologia Interativa, para cada questão, um quadro em que apresentamos as categorias teóricas e empíricas, além das unidades de análise identificadas.

3.1.1 Análise dos gráficos cinemáticos contínuos

Na atividade escrita, encontramos gráficos cinemáticos contínuos da primeira à quinta questão.

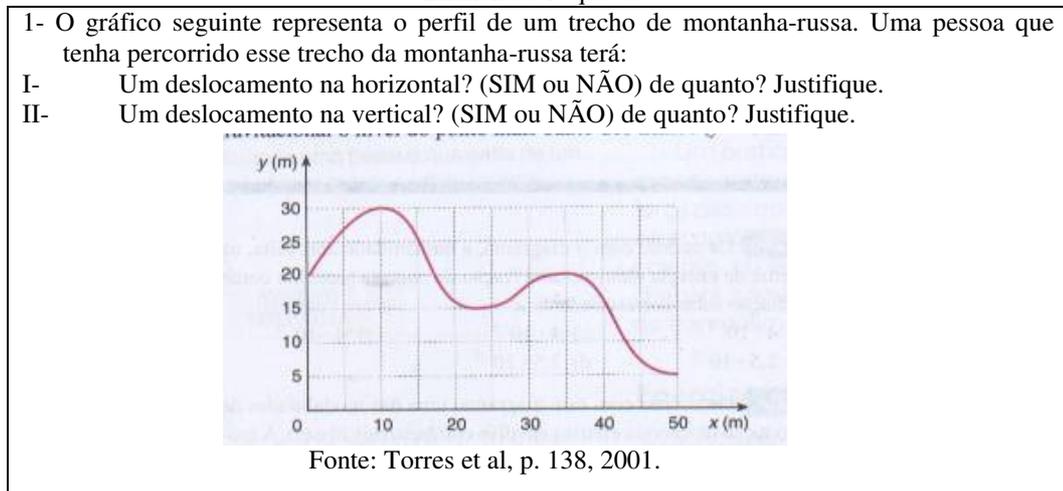
➤ Análise da primeira questão

Nesta questão, utilizamos um gráfico da posição *vs.* posição, que apresenta a trajetória de um corpo, durante um movimento ocorrido em uma situação familiar. Optamos por esse tipo de gráfico por ser o que envolve menos abstração em relação a outros, uma vez que o desenho apresentado corresponde ao caminho percorrido pelo corpo.

Entretanto, como as pesquisas e os livros didáticos não têm explorado esse tipo de gráfico (como vimos na fundamentação teórica, p. 31), nossa intenção, nesta questão (ver quadro 5),

era procurar identificar quais aspectos do gráfico são considerados para retirar informações do mesmo. Nesse caso, estávamos interessados em determinar os deslocamentos horizontal e vertical, a partir dos valores apresentados nos eixos.

Quadro 5
Enunciado 1ª questão



As respostas a esta questão foram categorizadas e são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1
Categorização dos resultados da 1ª Questão do Pré-teste e Pós-teste

Categorias		Pré-teste				Pós-teste			
		C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
I	Sim	A8 A9 A11 A14 A15	A9	A7 A9 A11 A13	-	A3 A4 A8 A9 A11 A14 A15	A14	A7 A13	-
	Não	-	-	A4	A3	-	-	-	-
II	Sim	A11	A3 A8 A9 A14 A15	A4 A7 A11 A13	-	-	A3 A4 A8 A9 A11 A15	A13 A14	-
	Não	-	-	-	-	-	-	-	-
	Não Respondeu	-				A7			

C1 = Considerou os valores no eixo das abscissas "x"
 C2 = Considerou os valores no eixo das ordenadas "y"
 C3 = Considerou partes do desenho
 C4 = Não apresentou justificativa

Para o primeiro item desta questão, esperávamos que os alunos tomassem como referência os valores apresentados no eixo das abscissas “x” (eixo horizontal), uma vez que o deslocamento horizontal estaria representado pelo respectivo eixo. Dessa forma, a resposta esperada seria “SIM”, e o valor seria de $x_f - x_i = 50$ m, correspondendo a uma mudança de posição de $x_i = 0$ para $x_f = 50$ m. Para o segundo item desta mesma questão, que se referiu ao movimento vertical, era esperado que eles tomassem os valores apresentados no eixo das ordenadas “y” (eixo vertical). Dessa forma, a resposta esperada seria “SIM”, e o valor seria de $y_f - y_i = -15$ m, correspondendo a uma mudança de posição de $y_i = 20$ para $y_f = 5$ m.

Assim, no quadro 6, construímos para esta questão a categoria teórica, baseada no conteúdo de Física que está sendo explorado, a categoria empírica, relativa ao foco dado na questão (leitura e interpretação) e as unidades de análise que emergiram das respostas a esta questão.

Quadro 6
Matriz das Categorias – Questão 1

Categoria Teórica	Categoria Empírica	Unidades de Análise
Gráficos Cinemáticos contínuos	Leitura e Interpretação de Gráficos Cinemáticos Contínuos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Considerou os valores no eixo das abscissas “x” ▪ Considerou os valores no eixo das ordenadas “y” ▪ Considerou partes do desenho

A partir das justificativas dadas por esses alunos foi possível percebermos três grupos de respostas:

a) Considerou os valores no eixo das abscissas “x”

Como apresentamos na tabela 1, para o primeiro item desta questão, os alunos A8, A9, A11, A14 e A15 tomaram, no pré-teste, como referência, os valores apresentados no eixo “x”. Após a aplicação de nossa intervenção, verificamos que esse quadro apresentou uma variação, uma vez que agora, no pós-teste, encontramos nessa categoria de respostas os alunos A3, A4, A8, A9, A11, A14 e A15. Assim, analisamos os alunos que mantiveram a mesma categoria para esse primeiro item, seguido daqueles que apresentaram alguma mudança quando da aplicação do pós-teste.

- Análise de A8

Este aluno apresentou no pré-teste, para esse item, a seguinte justificativa: ‘*Sim, de 50m mostra o quanto aquele trecho tem e quanto vamos sair do lugar no sentido horizontal*’. Essa

justificativa, apesar de apontar que ele observou os valores do eixo horizontal, não foi suficiente para identificarmos, nessa fase, se a resposta 50m, a que ele se referiu é o deslocamento realizado pelo móvel ou se se referia à posição final ocupada pelo móvel. Porém, no pós-teste, a partir da justificativa *‘Sim, de 50m, pois ele saiu do referencial 0 e se desloca até o ponto 50’* ele deixou mais evidente que relacionou deslocamento à variação de posição no eixo horizontal.

- Aluno A9

A partir de sua justificativa: *‘sim e também na vertical pois ela começou com 20m de altura foi a 30 e assim continuou oscilando enquanto também se deslocava na horizontal. Seu deslocamento na horizontal de 50m’*, consideramos que ele tenha feito uma leitura completa do gráfico. No pós-teste ele foi mais objetivo, respondendo *‘Sim de 50m, pois ela começou no ponto 0 e foi até o 50m’* isso possibilitou compreendermos que ele não apresentou dúvidas para esse primeiro item.

- Aluno A11

Este aluno, apesar de ter tomado para sua resposta os valores apresentados no eixo “x”, parece ter tido certa dificuldade em identificar o movimento horizontal apresentado no gráfico. Essa consideração foi feita à medida que ele apresentou a seguinte justificativa: *‘Sim, de 15m. Porque nos trechos de 20 a 25 e de 30 a 40 a altitude permaneceu a mesma, o que indica um deslocamento na horizontal’*. Esse aluno parece ter considerado também o desenho para sua resposta, uma vez que os intervalos a que ele se refere são aqueles em o desenho “parece” estar na horizontal (voltaremos a esse ponto no item “c” desta análise). No pós-teste, apresentou outra justificativa *‘Sim, de 50m. Porque teve um deslocamento para frente’*, na qual ele se refere ao deslocamento.

Este aluno chamou atenção pela resposta apresentada para o segundo item desta questão, no pré-teste, por ser o único a ter adotado o eixo das abscissas (eixo horizontal) para justificar o movimento vertical: *‘Sim, de 35m. Porque nos trechos de 0 a 20, de 25 a 30 e de 40 a 50 a altitude variou o que indica que o deslocamento foi feito para cima e para baixo’*. Para essa resposta, consideramos que ele tenha feito exclusão dos intervalos em que o movimento é horizontal, como vimos mais acima, e considerou que a soma dos demais intervalos, **na direção horizontal**, referiam-se ao deslocamento vertical. No entanto, percebemos que ele

sabia o que significava deslocamento, porém, não conseguiu associá-lo ao eixo correto, uma vez que sua resposta (35m para o segundo item) seria o resultado do deslocamento de 0 a 20 (20m), de 25 a 30 (5m) e de 40 a 50 (10m), ou seja, somando os deslocamentos encontramos o resultado apresentado.

- Aluno A14

Este aluno apresentou, no pré-teste, a seguinte justificativa: *‘Sim, 50m, foi a quantidade de metros que ele percorreu’*. Assim como a resposta do aluno A8, esta não permitiu que identificássemos se ele se referiu ao deslocamento ou à posição final ocupada pelo móvel. No pós-teste, este aluno não apresentou uma mudança significativa em sua resposta *‘Sim, de 50m, pois ele partiu do ponto 20 e percorreu em espaço na horizontal de 50’*. O fato de ter acrescentado à sua resposta que o ponto de partida foi “20” levou-nos a considerar que também fez uma leitura dos valores apresentados no eixo das ordenadas (eixo vertical), que comentaremos mais adiante.

- Aluno A15

Este aluno apresentou respostas próximas para essas duas etapas da pesquisa. Para o pré-teste apresentou a seguinte justificativa: *‘Sim. Ele teve um deslocamento de 50 metros’*. No pós-teste sua resposta foi: *‘Sim, de 50 metros’*. Consideramos, a partir dessas justificativas, que este aluno não apresentou dificuldades para determinar o deslocamento ou identificar o movimento horizontal realizado pelo móvel.

Percebemos, a partir dos dados da tabela 1, após a aplicação do pós-teste, que alguns alunos apresentaram uma mudança em suas justificativas para responder ao deslocamento horizontal sofrido pelo móvel. Desse modo, acreditamos que as mudanças apresentadas por A3, que no pré-teste havia respondido que não houve movimento, e agora declarou que *‘Sim, 50m. Na horizontal ele estava no ponto 0 e percorreu 50m’*, e de A4, que no pré-teste relacionou sua resposta ao desenho (veremos mais adiante) e agora apresenta a justificativa *‘Sim, de 50m’* sejam resultado da intervenção realizada, uma vez que abordamos problemas como este em nossas oficinas, procurando enfatizar principalmente a decomposição do movimento, quando se apresenta um gráfico da posição vs. posição.

b) Considerou os valores no eixo das ordenadas “y”

Para o segundo item, como propusemos acima, esperávamos que os alunos considerassem os valores apresentados no eixo da ordenada (eixo vertical), já que o problema pedia que

verificasse o deslocamento vertical. Na tabela 1, percebemos que os alunos A3, A8, A9, e A15 consideraram os respectivos valores nas duas etapas. Percebemos, ainda, de acordo com a tabela, que além do aluno A14 (que considerou esse eixo no pré-teste para justificar sua resposta) ter mudado sua opção no pós-teste, agora observando o desenho (veremos mais adiante) outros alunos (A4 e A11), que no pré-teste consideraram o desenho para justificar suas respostas, no pós-teste tomaram os valores do eixo para suas justificativas.

- Aluno A3

Este aluno, apesar de ter considerado os valores apresentados no eixo das ordenadas (eixo vertical), como pode ser visto na sua justificativa '*Sim. 30 m. Porque ele subiu na altura de 30 onde foi seu ponto máximo*', parece ter considerado apenas o maior valor apresentado no gráfico. No pós-teste apresentou a seguinte justificativa '*sim. 10m. O seu ponto inicial é o de 20 e (atinge) percorreu até o ponto 30m*'. Acreditamos que houve um avanço para este item, porque no pré-teste ele associou deslocamento à posição máxima atingida pelo móvel, enquanto no pós-teste ele calculou um deslocamento. Entretanto, o deslocamento calculado não foi aquele ocorrido durante todo o movimento, mas o ocorrido entre a posição inicial e o ponto máximo na vertical. Esse avanço pode ter sido consequência da intervenção.

- Aluno A8

Em relação ao movimento vertical, este aluno justificou, no pré-teste, que '*Sim de 30m, mostra o quanto aquele trecho atinge de altura*'. No entanto, percebemos que mesmo tendo considerado os valores indicados no eixo da ordenada (eixo vertical) nossa idéia de que ele não esteja se referindo ao deslocamento realizado e sim à posição ocupada pelo móvel, como propusemos na análise do primeiro item, anteriormente, é reforçada. No pós-teste, sua justificativa: '*Sim, de 10m, pois ele estava no referencial 20m e se deslocou até o ponto 30 metros*' permitiu-nos identificar que agora, mesmo apresentando uma resposta errada, ele referiu-se ao deslocamento sofrido pelo móvel.

- Aluno A9

Este aluno apresentou, para o segundo item desta questão, no pré-teste, uma resposta bem objetiva: '*Sim de 25m*'. Como ele apresentou, para o primeiro item, uma justificativa mais elaborada do seu resultado, como vimos anteriormente, pensamos que ele, de forma semelhante, considerou a maior posição vertical do gráfico (30m) e a menor (5m) e

determinou o deslocamento ($30\text{m} - 5\text{m} = 25\text{m}$). No pós-teste, ele apresentou a seguinte justificativa: *‘Sim de 15m, pois a altura inicial era de 20m e no final estava com apenas 5m’*. Percebemos que o valor obtido corresponde à diferença entre a posição vertical inicial e a posição vertical final, que representa o oposto do que deveria ser calculado, conforme mostrado anteriormente. Assim, mesmo que tenha sido dada ênfase em nossa intervenção ao caráter vetorial do deslocamento, que implica em considerar a ordem dos fatores no cálculo, com repercussões no sinal da grandeza, o aluno não apresentou o resultado esperado de -15m . Desse modo, podemos supor que o aluno ainda está construindo seu conceito de deslocamento.

- Aluno A15

Este aluno apresentou para o segundo item, no pré-teste, a seguinte justificativa: *‘Sim. Ele deslocou-se dos 20 metros para os 30 metros’*. Assim como no primeiro item, não foi possível identificarmos nessa etapa, se ele se referiu ao deslocamento ao à posição final ocupada pelo móvel. No pós-teste, ele apresentou a seguinte justificativa: *‘Sim. De -15 metros’*. Essa resposta não nos deixou dúvida de que agora ele determinou o deslocamento e foi o único a determinar seu valor correto, considerando, inclusive, o que todos desconsideraram para esse item, que era o sentido do deslocamento.

Dos alunos que consideraram, no pré-teste, os valores apresentados no eixo das ordenadas (eixo vertical), verificamos que A14 apresentou a justificativa *‘Sim, de 20m, para 30 assim atingindo a altitude máxima’*. Percebemos que ele associou deslocamento a mudança de posição, porém não forneceu elementos para outras conclusões. No pós-teste, ele apresentou uma mudança, considerando nesta etapa o desenho para justificar sua resposta (comentaremos mais adiante).

Outros alunos, no pós-teste, depois da intervenção, modificaram sua justificativa. A4, que no pré-teste havia considerado o desenho (veremos adiante), nesse momento fez referência aos elementos do eixo da ordenada (eixo vertical): *‘Sim, de 30m’*. Mesmo apresentando esse avanço, não foi possível identificar se compreendeu o que seria deslocamento, pois não apresentou nenhum argumento que nos oferecesse respaldo para concluir isso. Outro aluno que também avançou em relação a esse item foi A11, pois antes, no pré-teste, havia relacionado sua resposta tanto ao eixo horizontal (como vimos acima), como ao desenho (veremos mais adiante), e nesse momento relacionou sua resposta aos valores do eixo da

ordenada (eixo vertical): *‘Sim, de 30m. Porque teve um deslocamento para cima’*. Entretanto, assim como A4, não apresentou argumentos que nos permitissem identificar se compreendeu o conceito de deslocamento.

c) Considerou partes do desenho

Um outro elemento, que foi observado pelos alunos para identificarem tanto o deslocamento horizontal quanto o vertical, foi o desenho apresentado. Os alunos A7 e A13 tomaram o desenho, ou partes dele, para justificar as respostas do primeiro item, tanto no pré-teste quanto no pós-teste. No segundo item, apenas A13 considerou o desenho nas duas etapas.

- Aluno A7

Este aluno, que apresentou como argumento para o primeiro item dessa questão *‘Sim, por que tem momentos que a montanha-russa vai na horizontal’*, “rabiscou” no gráfico os valores próximos a $x = 10\text{m}$, $x = 25\text{m}$ e $x = 35\text{m}$. No pós-teste, para esse mesmo item, ele apresentou a seguinte justificativa: *‘Sim, porque pequenas trajetórias são na horizontal’*. Assim, percebemos que, para esse aluno, não houve avanço, uma vez que não apresentou nenhuma mudança em suas respostas. No segundo item ele apresentou no pré-teste a seguinte justificativa: *‘Sim, porque a montanha-russa tem que ficar na vertical para dar emoção’*. Percebemos uma confusão que esse aluno faz quanto à vertical, pois parece considerar como vertical qualquer linha inclinada para cima ou para baixo. No pós-teste, como não respondeu a esse item, ficamos impossibilitados de verificar se houve alguma alteração.

- Aluno A13

Este aluno apresentou uma justificativa semelhante ao aluno A7, para o primeiro item, no pré-teste: *‘Sim, em algumas partes do gráfico mostra que existe um deslocamento na horizontal’*. Ele destaca no desenho pequenos intervalos próximos de $x = 10\text{m}$, $x = 25\text{m}$, $x = 35\text{m}$ e $x = 50\text{m}$. No pós-teste sua resposta, para esse item, também apresentou características de ter tomado o desenho para sua resposta *‘Sim, olhando do ponto referencial podemos saber que há deslocamento na horizontal’*. Entendemos que a preocupação dele em citar o referencial, esteja relacionada com a ênfase que demos em nossa intervenção, para adoção do sistema de referencia, para compreender o movimento.

Para o segundo item, no pré-teste, apresentou a seguinte justificativa: *‘Sim, também podemos dizer que há um deslocamento na vertical pela visão do gráfico’*. No pós-teste, ele apresentou para esse item a seguinte explicação: *‘Sim, também há um deslocamento vertical, olhando também o referencial’*. Não percebemos nenhuma alteração nas respostas desse aluno, mesmo tendo ele participado das etapas da intervenção, em que chamamos a atenção para a decomposição do movimento apresentado num gráfico.

Além dos alunos A7 e A13, outros alunos (A9 e A11) observaram partes do gráfico para justificar suas respostas.

O aluno A9, por exemplo, como vimos no primeiro item do pré-teste, além de ter tomado os valores apresentados no eixo da abscissa (eixo horizontal), apresentou indícios de ter observado o desenho quando se expressou *‘... e assim continuou oscilando..’*. Entendemos que ele se referiu aos intervalos em que o gráfico é crescente e decrescente.

Consideramos que A11 também se apoiou em partes do gráfico para justificar suas respostas, no pré-teste, tanto para o primeiro item quanto para o segundo, uma vez que afirmou, no primeiro item que *‘...nos trechos de 20 a 25 e de 30 a 40 a altitude permaneceu a mesma, o que indica um deslocamento na horizontal’*, parece-nos que ele esteja se referindo aos intervalos do desenho, e para o segundo item *‘... nos trechos de 0 a 20, de 25 a 30 e de 40 a 50 a altitude variou...’*. Assim como A7 e A13, parece-nos que A11 observou os intervalos em que o desenho é crescente ou decrescente.

Concluindo

Nesta questão, foi possível estabelecermos que apenas o aluno A9 conseguiu fazer uma leitura completa do gráfico, observando os valores apresentados nos dois eixos (horizontal e vertical) e o desenho do gráfico. Um ponto considerado, para esta questão, é o fato de percebermos que os alunos tendem a observar um dos três elementos apresentados, dependendo da pergunta feita, uma vez que quando atentam para a leitura dos valores não articulam a informação apresentada nos dois eixos. As mudanças apresentadas, de uma fase para outra dessa atividade, parecem estar associadas à intervenção, pois não percebemos elementos que indicassem que ocorreu a fragmentação.

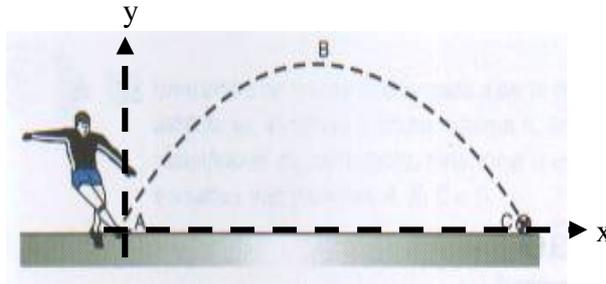
➤ **Análise da segunda questão**

Como vimos na análise da questão anterior, nosso objetivo era identificar que aspectos eram considerados para os alunos identificarem se houve ou não deslocamento, seja ele referente ao movimento horizontal ou vertical. Esta segunda questão (ver quadro7) apresenta um grau de abstração maior do que a da primeira, uma vez que agora apresentamos um gráfico, também da *posição vs. posição*, só que sem a presença de valores, para que relacionassem este aos gráficos da *posição vs. tempo* e *velocidade vs. tempo*. Tínhamos a intenção de verificar que elementos os alunos tomariam para relacionar um gráfico a outro, uma vez que em nossa revisão bibliográfica, identificamos que essa é uma das dificuldades encontradas ao se trabalhar com gráficos, como assinala McDermott et al. (1987) e Beichner (1994, 1995, 1996).

Assim, para esta questão, nossa preocupação foi de verificar: a partir de quais elementos eles relacionaram o gráfico da trajetória ao gráfico da posição em função do tempo para os movimentos horizontal e vertical efetuado pela bola (itens I e II dessa questão) e quais informações (elementos) extraíram do gráfico para relacionar o gráfico da trajetória ao gráfico da velocidade em função do tempo, para as componentes vertical e horizontal do movimento efetuado pela bola (itens III e IV da questão).

Quadro 7
Enunciado da questão 2

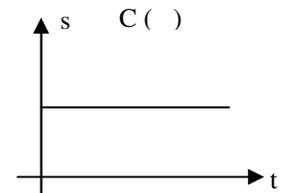
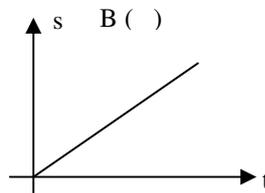
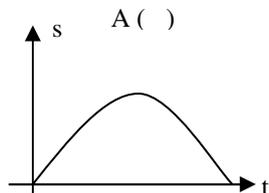
2- Questão: Na figura abaixo o jogador lança a bola do ponto "A" até o ponto "C".



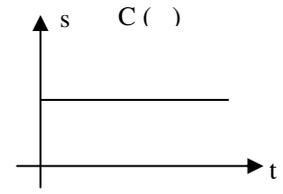
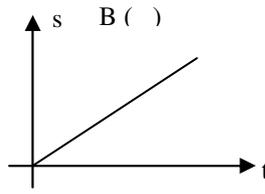
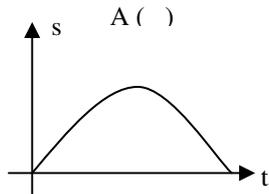
Fonte: adaptado de Ferraro e Soares, p. 288, 2003.

Analise as perguntas seguintes e responda:

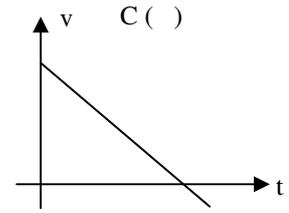
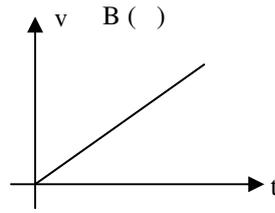
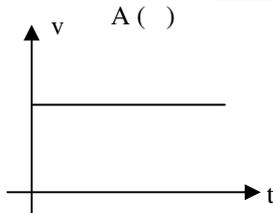
I- Qual dos gráficos abaixo melhor representa sua posição em função do tempo, em relação ao movimento HORIZONTAL?



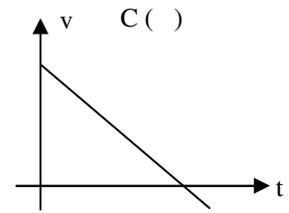
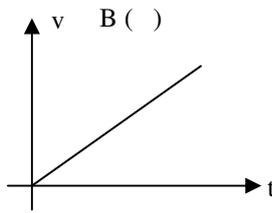
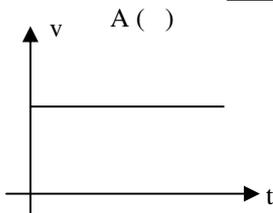
II- Qual dos gráficos abaixo melhor representa sua posição em função do tempo, em relação ao movimento VERTICAL?



III- Qual dos gráficos abaixo melhor representa sua velocidade em função do tempo, em relação ao movimento HORIZONTAL?



IV- Qual dos gráficos abaixo melhor representa sua velocidade em função do tempo, em relação ao movimento VERTICAL?



Analisamos esta questão em dois blocos, separando os gráficos da posição em função do tempo dos gráficos da velocidade em função do tempo.

❖ Análise do item I e II da segunda questão

Para os itens I e II desta questão, esperávamos que os alunos, no pré-teste, respondessem à opção “A”, já que a literatura (ver pág. 29) tem apontado que os alunos tendem a associar os gráficos pela semelhança do desenho.

As respostas a estes dois itens (I e II) foram categorizadas e são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2
Categorização dos resultados dos itens I e II da 2ª questão do Pré-teste e Pós-teste

Categorias Itens		Pré-teste						Pós-teste					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C1	C2	C3	C4	C5	C6
I	A	A3 A8 A9 A11 A14	-	-	-	-	-	A3 A15	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A8 A9 A11 A14	-	A13
	C	A13	A4 A7 A15	-	-	-	-	-	A4	-	-	A7	-
II	A	A9	-	-	-	A4	-	-	-	-	A8 A11 A14	-	A13
	B	-	-	A3 A7 A8 A15	A11 A13 A14	-	-	-	-	A4 A9 A15	-	A3	A7
	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

C1 = associou o gráfico x vs. y ao gráfico s vs. t a partir de semelhanças do desenho

C2 = associou o movimento horizontal da bola a uma reta horizontal

C3 = associou o mov. vertical da bola a uma reta inclinada para cima por estar mais próxima de uma reta vertical.

C4 = associou o gráfico considerando a mudança de posição em função do tempo

C5 = associou a escolha por conta de conceitos envolvidos como velocidade ou força.

C6 = não faz relação com os gráficos ou não justifica.

Desse modo, no quadro 8, apresentamos, de acordo com os dados obtidos na tabela 2, as categorias, teórica e empírica, criadas para estes dois itens e as unidades de análise que emergiram das respostas a esta questão.

Quadro 8
Matriz das Categorias – Itens I e II da questão 2

Categoria Teórica	Categoria Empírica	Unidades de Análise
Gráficos Cinemáticos contínuos	Leitura e Interpretação de Gráficos Cinemáticos Contínuos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ associou o gráfico x vs. y ao gráfico s vs. t a partir de semelhanças do desenho ▪ associou o movimento horizontal da bola a uma reta horizontal ▪ associou o mov. vertical da bola a uma reta inclinada para cima por estar mais próxima de uma reta vertical. ▪ associou o gráfico considerando a mudança de posição em função do tempo. ▪ associou a escolha por conta de conceitos envolvidos como velocidade ou força.

A partir dos dados apresentados na tabela 2, identificamos que, no pré-teste, nenhum dos alunos respondeu corretamente ao item I desta questão, que seria a letra “B”, e para o item II, cuja alternativa correta era a opção “A”, apenas A4 e A9 responderam corretamente. Identificamos, ainda, que A4 foi o único a responder o problema identificando a mudança de posição realizada pelo móvel (a bola) em função do tempo. Assim, as unidades de análise que emergiram destes dois itens foram:

a) Associou o gráfico x vs. y ao gráfico s vs. t a partir de semelhanças do desenho

Na tabela 2, verificamos que, para o item I, na aplicação do pré-teste, os alunos A3, A8, A9, A11 e A14 responderam a opção “A”, considerando a semelhança existente entre os gráficos, sem fazer considerações sobre o fenômeno apresentado. No pós-teste, dos alunos que se enquadraram nessa categoria, apenas A3 manteve uma resposta que não apresentou alteração de categoria, mesmo tendo participado de nossa intervenção, na qual construímos, a partir de situações reais, os gráficos da posição vs. tempo e velocidade vs. tempo. Para o item II apenas A9 considerou a semelhança do desenho para justificar sua resposta.

- Análise de A3

Este aluno, ao relacionar o gráfico, justificou, no pré-teste, que ‘o gráfico “A” nós dá a impressão logo de vista que a bola percorreu do ponto “a” passando pelo “b” e chegando até o ponto “c”, em relação ao movimento horizontal’. Parece-nos que ele não considerou a leitura do gráfico escolhido, uma vez que sua opção mostra que nos primeiros instantes a posição aumenta e depois diminui e o problema proposto mostra que a bola avança na horizontal, ou seja, a posição está aumentando. No pós-teste, seu argumento de que ‘tendo o

seu ponto de referência o eixo horizontal a alternativa “a” representa melhor o tempo pois este é um movimento variável’ ele esteja se referindo ainda à semelhança ao desenho (trajetória da bola), uma vez que ele efetua um movimento de subida e descida.

- Análise de A8

Para este aluno, acreditamos que sua justificativa para o item I desse problema, *‘A bola sai de O e atinge o ponto c, passando por b’*, está relacionada com o desenho apresentado no problema, uma vez que não fez nenhuma referência ao que estava representado em cada um dos eixos. Essa justificativa vem reforçar nossas considerações de que no primeiro item da questão 1, ele não tenha determinado o deslocamento, mas respondido ao valor que se apresentava no gráfico.

- Análise de A9

A justificativa apresentada por esse aluno no pré-teste, para o item I dessa segunda questão: *‘É o que melhor representa, pois o que se pede é o movimento na horizontal e já que é em função do tempo tem que considerar o ponto inicial’*, referindo-se à opção “A”, fez-nos acreditar que ele esteja se referindo à semelhança do desenho, uma vez, que para o item II, do pré-teste dessa mesma questão, ele também optou pela letra “A”, com a seguinte justificativa: *‘Porque é o que pode mostrar melhor o movimento na vertical considerando o ponto inicial’*. Mesmo tendo feito a escolha correta, parece-nos que a semelhança do desenho tenha sido fundamental para sua resposta, já que não apresentou nenhuma informação que mostre que tenha analisado o que aconteceu com a posição do móvel no decorrer do tempo.

Percebemos, ainda, que houve uma mudança na forma como fez a correspondência entre os gráficos, pois, como respondeu corretamente à primeira questão do pré-teste, observando o que acontecia com a posição do móvel, tanto para o movimento horizontal quanto para o vertical, era esperado que fizesse o mesmo para esses itens da segunda questão.

- Análise de A11

Este aluno fez a opção pelo gráfico “A”, apresentando a justificativa de que *‘o trajeto da bola foi feito de modo parabólico’* ou seja, consideramos que ele tenha observado o trajeto realizado pela bola, mas não tenha feito nenhuma inferência sobre a decomposição do movimento feito pela bola tanto na horizontal quanto na vertical. Essa justificativa também vem reforçar as considerações feitas para a primeira questão, em que ele apresentou dificuldades em determinar o deslocamento realizado pelo corpo, apenas identificando os valores apresentados no gráfico, pois tinha se preocupado principalmente com o desenho proposto.

- Análise de A13

Este aluno foi, dentre os que tomaram a semelhança do desenho para responder ao item I, o único a optar pela alternativa “C”. Consideramos que tal fato esteja ligado à mesma explicação que ele apresentou para a primeira questão. Ou seja, para este aluno, só houve movimento horizontal num pequeno intervalo próximo ao ponto “B”, por isso, apresentou a seguinte justificativa: *‘podemos observar que no momento em que a bola faz o movimento na horizontal fica na mesma altura do gráfico “C”’*. A partir deste argumento, e recorrendo às suas justificativas para a primeira questão, acreditamos que ele não conseguiu identificar o movimento horizontal para esse primeiro item.

- Análise de A14

Em relação ao item I desta questão, este aluno considerou a opção “A”, no pré-teste, considerando que o trajeto realizado pela bola corresponde ao movimento horizontal. A partir de sua justificativa: *‘pois ele parte de um ponto, sobe na horizontal percorrendo um espaço até cair’*, consideramos que, mesmo percebendo que a bola tenha caminhado na horizontal, ele associou esse movimento à trajetória realizada pela bola e não à variação de posição sofrida pelo móvel (a bola). No pós-teste, ele apresentou, para esse item, outra justificativa, como veremos adiante.

- Análise de A15

Este aluno foi o único que passou a ser enquadrado nessa categoria após a realização de nossa intervenção. No pré-teste, ele havia optado para o primeiro item dessa questão, pela letra “C”, talvez considerando o enunciado como apresentamos adiante. Porém, no pós-teste, ele mudou sua justificativa, considerando agora que o gráfico da opção “A” é *‘o que mostra a melhor trajetória da bola’*. Acreditamos que, apesar de este aluno ter realizado a leitura do gráfico na questão 1, ele parece não ter interpretado os dados observados.

b) Associou o movimento horizontal da bola a uma reta horizontal

Dentre os dados obtidos na tabela 2, percebemos que os alunos A4, A7 e A15 fizeram sua opção, no pré-teste, associando o gráfico, observando o enunciado que pedia para o item I o movimento horizontal. Por isso, suas opções recaíram sobre a alternativa “C”, como percebemos na justificativa de A4: *‘a resposta da letra “C” melhor explica a trajetória da bola na horizontal’* ou na justificativa de A15: *‘o gráfico “C” mostra-se mais economizador de tempo’*. Acreditamos que este último aluno tenha se baseado no enunciado para sua escolha, uma vez que não relacionou sua justificativa à variação de posição sofrida pelo móvel (a bola).

Desses alunos, apenas A4 manteve, após a intervenção, ou seja, no pós-teste, sua opção pela letra “C”. Sua justificativa de que *‘ele melhor relata o que foi pedido de acordo com os referenciais. O “C” é o mais correto’* permitiu-nos considerar que ele não fez uma leitura do gráfico, apenas se baseou no que pedia no enunciado.

c) Associou o movimento vertical da bola a uma reta inclinada para cima por estar mais próxima de uma reta vertical

Outro grupo de resposta que emergiu dos dados encontrados corresponde ao fato de que alguns alunos optaram, para o item II dessa questão, pela alternativa “B”, justificando que por ser uma reta inclinada é a que mais se aproxima do movimento vertical. Acreditamos que estes alunos, no pré-teste, A3, A7, A8 e A15 e no pós-teste A4, A9 e A15, não tenham feito uma leitura do gráfico proposto no problema, mas tenham tomado apenas o enunciado como aspecto para fazer a escolha do gráfico.

Nossa hipótese de que tenham tomado o enunciado da pergunta parece ser observada na fala de A15, que foi o único aluno que considerou, nas duas fases, a reta inclinada por estar mais próxima da vertical, como vemos em sua justificativa do pré-teste '*o gráfico "B" mostra-se mais centralizado na posição vertical*', e do pós-teste '*este gráfico mostra a melhor trajetória da bola*', ou seja, acreditamos que não houve, por parte deste aluno, mudança de uma fase para a outra.

Para A3, por exemplo, sua escolha, no pré-teste, estava relacionada ao fato de que '*o gráfico "B" é menor do que um ângulo de 90° e assim colocando este gráfico em sentido contrário dá à impressão que ele conta o seu tempo em relação ao movimento vertical*' ou seja, consideramos que ele não tenha observado os elementos que o gráfico ofereceu para fazer a relação correta entre esses gráficos.

Outra resposta encontrada, agora no pós-teste, em que não esperávamos que acontecesse a mesma situação, foi do aluno A4, que justificou que a opção "B" '*mostra a ganha de espaço do objeto*'. Considerando que, no pós-teste, ele tenha associado o movimento horizontal a uma reta horizontal, como vimos anteriormente, entendemos que este aluno não conseguiu compreender o fenômeno apresentado no gráfico, uma vez que no movimento vertical realizado pelo móvel (a bola), a posição ocupada pela mesma não varia de forma uniforme. Esse mesmo argumento também foi verificado para o aluno A9.

d) Associou o gráfico considerando a mudança de posição em função do tempo

Para responder ao item I e II desta questão, esperávamos, principalmente após nossa intervenção, por termos dado ênfase à construção de gráficos semelhantes a esse, que os alunos observassem a mudança de posição realizada pelo móvel (a bola) em relação aos movimentos horizontal e vertical. No entanto, percebemos que, para o Item I do pré-teste, nenhum dos alunos conseguiu de forma correta fazer essa associação. Para o pós-teste do mesmo item tivemos um avanço, pois A8, A9, A11 e A14 realizaram essa identificação. Para o item II, que era semelhante ao primeiro, quanto a ter que identificar a mudança de posição realizada pelo móvel, no pré-teste encontramos que A11, A13 e A14, apesar de terem observado a mudança de posição realizada pelo móvel, nenhum assinalou corretamente a resposta. No pós-teste, A8, A11 e A14 responderam corretamente ao item II.

- Análise de A11

Para o item I, no pós-teste, este aluno justificou que *‘o espaço percorrido na horizontal vai aumentando de acordo com o tempo’* referindo-se à alternativa “B” e, para o item II, que *‘no gráfico, a bola atinge uma certa altitude e depois começa a cair’*, referindo-se à opção correta que era a “A”. Acreditamos que esse avanço esteja relacionado à intervenção, uma vez que no pré-teste para o item I, havia associado ao desenho como vimos anteriormente e, para o item II, mesmo assinalado de forma errada, ele identificou que a posição vai aumentando para o movimento vertical, talvez considerando apenas o movimento de subida do móvel.

- Análise de A14

Este aluno apresentou um comportamento semelhante ao aluno A11 quanto às respostas fornecidas. Para o item I, do pré-teste, também tomou o desenho como elemento de referência para sua resposta, como vimos anteriormente e, para o item II, a partir da justificativa *‘pois ele sobe, atingindo uma altitude, depois cai’*, por isso sua escolha a alternativa “B”. Consideramos que tenha relacionado com o movimento de subida da bola, mesmo não percebendo que a mudança de posição em função do tempo para o movimento vertical não é constante. No pós-teste, suas respostas também foram semelhantes às do aluno A11.

- Análise de A8

Este foi um dos alunos que, no pré-teste, tomou outros elementos para justificar sua resposta, como vimos anteriormente, porém, no pós-teste, relacionou de forma correta os itens I e II, associando o movimento à posição ocupada pelo móvel no decorrer do tempo. Para o item I do pós-teste justificou que *‘a posição da bola aumentou, pois ela saiu do ponto A até o ponto C. Naquele tempo o deslocamento da bola aumenta’* e para o item II *‘a bola fez dois movimentos ao mesmo tempo, uniforme e variado então não poderia ser uma reta’*. Apesar de ter apresentado uma justificativa por eliminação de alternativas, entendemos que ele identificou que o movimento vertical é o variado.

e) Associou a escolha por conta de conceitos envolvidos como velocidade ou força

Alguns alunos fizeram a escolha do gráfico procurando justificar suas respostas através de outros elementos distintos da posição ocupada pelo móvel no decorrer do tempo, o que não esperávamos para esses dois primeiros itens. Assim, no pré-teste, o aluno A4 apresentou, para o item II, a seguinte justificativa: *‘a variação na vertical explica a ganha e a perda de força da bola’*, referindo-se à opção “A”. Entendemos que, apesar de ter assinalado a resposta correta não nos parece que tenha observado o que aconteceu com a posição ocupada pelo móvel.

No pós-teste, para o item I, apenas A7 apresentou uma justificativa que indicou que sua escolha, opção “C”, estava relacionada a outros conceitos, que não à posição ocupada em função do tempo. Sua justificativa, *‘por causa da força que ela é lançada’*, parece estar ligada à aplicação da força feita pelo jogador sobre a bola. Para o item II, percebemos que A7 apresenta uma explicação que envolve força, velocidade e tempo, considerando que *‘no momento que a bola sobe com a força o seu tempo é constante e a medida que ela desce sua velocidade aumenta e o seu tempo fica menor’*. Essa justificativa fez-nos acreditar que, além de não ter relacionado o gráfico com a posição ocupada no decorrer do tempo, apresentou, ainda, dificuldades em compreender o gráfico apresentado no problema.

❖ Análise do itens III e IV da segunda questão

Para os itens III e IV desta questão, nossa intenção era verificar que aspectos do gráfico os alunos observam para relacionar um gráfico da *posição vs. posição* a um gráfico da *velocidade vs. tempo*, pois acreditamos que o nível de interpretação agora é maior do que nos itens propostos anteriormente. Além disso, teriam que compreender o fenômeno para identificar o comportamento do móvel (a bola) quanto à variação de velocidade.

As respostas aos itens III e IV foram categorizados de acordo com elementos que subsidiaram a escolha e estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3
Categorização dos resultados dos itens III e IV da 2ª questão do Pré-teste e Pós-teste

Categorias Itens		Pré-teste							Pós-teste						
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
III	A	A8	A7 A9 A15	-	-	-	-	A13 A14	A8 A11	A9			A7		A15
	B	-	-	-	-	-	-	A3	A4				A3		
	C	A11	-	-	-	-	-	-					A14		
	Não Respondeu	A4							A13						
IV	A	-	-	-	-	A13	-	A3							
	B	-	-	A11	A14	-	A15	-			A4 A11			A9	A14
	C	-	-	A8	A7 A9	-	-	-			A3 A8		A7		A15
	Não Respondeu	A4							A13						

C1 = Relacionou a componente horizontal da velocidade ao movimento descrito.

C2 = Associou a componente horizontal da velocidade a uma reta horizontal.

C3 = Relacionou a componente vertical da velocidade ao movimento descrito.

C4 = Associou a velocidade à trajetória descrita pelo móvel.

C5 = Associou a escolha relacionando conceitos como força e impulso.

C6 = Associou a velocidade da componente vertical a uma reta vertical.

C7 = outros ou não justifica.

Para esses itens consideramos que isso não seria fácil em virtude desse tipo de problema não aparecer nos livros didáticos, nem serem abordados pelos professores dessa turma. Desse modo, no quadro 9, apresentamos, de acordo com os dados categorizados na tabela 3, as categorias, teórica e empírica, criadas para estes dois itens e as unidades de análise que emergiram de suas respostas.

Quadro 9
Matriz das Categorias – Itens III e IV da questão 2

Categoria Teórica	Categoria Empírica	Unidades de Análise
Gráficos Cinemáticos contínuos	Leitura e Interpretação de Gráficos Cinemáticos Contínuos	<ul style="list-style-type: none"> Relacionou a componente horizontal da velocidade ao movimento descrito. Associou a velocidade da componente horizontal a uma reta horizontal. Relacionou a componente vertical da velocidade ao movimento descrito. Associou a velocidade à trajetória descrita pelo móvel. Associou a escolha relacionando conceitos como força e impulso. Associou a velocidade da componente vertical a uma reta vertical

Desse modo, a partir das unidades de análise que emergiram das respostas, percebemos:

a) Relacionou a componente horizontal da velocidade ao movimento descrito.

Para o item III, como apresentamos anteriormente, esperava-se que o aluno identificasse o tipo de movimento executado pela bola, para compreender que a componente horizontal da velocidade é constante, ou seja, a alternativa correta era a opção “A”. Considerando esses argumentos, analisamos as respostas dadas por cada aluno.

- Análise de A8

Este aluno foi, como dissemos anteriormente, o único a relacionar, para o item III os gráficos corretamente, mesmo que não tenha feito nenhuma consideração sobre o tipo de movimento executado pelo móvel (a bola). No pré-teste apresentou a justificativa de que “A” *mostra qual e a velocidade em que fica durante aquele tempo*’ e no pós-teste *‘na horizontal a velocidade nem aumenta nem diminui*’, não foi possível identificar com base em que elementos ele fez essas afirmações, mas, recorrendo às repostas anteriores, itens I e II, verificamos que ele não apresentou dificuldade em identificar as componentes horizontal e vertical do movimento, mesmo que não tenha apresentado de forma detalhada os elementos que considerou para suas respostas.

- Análise de A11

Apesar de ter considerado o movimento para responder ao item III do pré-teste, quando justificou que o gráfico “C” é o correto *‘pois sua velocidade foi diminuindo de acordo com a distância*’ compreendemos que este aluno não apresentou elementos que nos permitissem identificar, se ele estava considerando o atrito entre a bola e o ar, ou se ele mantinha uma concepção de que, como não tem mais força atuando sobre a bola, esta deveria diminuir sua velocidade no decorrer do tempo, como vimos em nossa fundamentação teórica para a concepção aristotélica de movimento. Mesmo tendo modificado para este item sua opção para alternativa “A”, no pós-teste, ele também não apresentou um argumento que nos fornecesse em que baseou sua resposta, pois respondeu simplesmente que *‘a velocidade é constante*’.

- Análise de A4

Apesar deste aluno não ter respondido o item III no pré-teste, no pós-teste ele assinalou em sua justificativa ter observado o movimento descrito pela bola, quando argumentou que o gráfico “B” *‘mostra a ganha de velocidade na horizontal’*. Percebemos que, de forma contrária ao aluno A11, para ele o móvel (a bola) ganha velocidade. Porém, ele não apresentou elementos que nos apontassem a base para o aumento da velocidade do móvel.

b) Associou a componente horizontal da velocidade a uma reta horizontal

Como vimos anteriormente, alguns alunos apresentaram justificativas que pareceram tomar o enunciado como um aspecto determinante para sua resposta, conforme ocorreu no item I dessa mesma questão, para os alunos A4, A7 e A15 no pré-teste e A4 no pós-teste, como vimos anteriormente. De forma semelhante, para o item III, os alunos A7 e A15 tomaram a mesma linha de pensamento, ou seja, consideraram o enunciado para justificar sua resposta. e acrescentou a esse grupo de alunos o A9, conforme veremos.

- Análise de A7

A partir da justificativa proposta por este aluno de que *‘a letra “A” porque horizontal é linha reta’* parece que ele não está considerando o fato de ser uma “reta”, pois as alternativas, “B” e “C” também eram retas. Acreditamos que ele tenha se referido ao fato desta ser a opção que tem uma reta na posição horizontal e uma vez que no enunciado é solicitado o movimento horizontal, ele fez a correspondência entre a velocidade da componente horizontal com a reta que estava na posição horizontal.

- Análise de A9

Para sua escolha, este aluno considerou, no pré-teste, que *‘a opção “A” mostra de maneira mais exata e fácil o percurso que a bola fez na posição horizontal’*. Assim, acreditamos que ele não tenha feito uma observação sobre o que acontecia com a velocidade, mas que esta resposta estaria relacionada ao fato de termos nessa opção uma reta na posição horizontal. Percebemos que apesar de ter apresentado para esse item uma explicação parecida com a do item I, a escolha do tipo de gráfico foi diferente, como apresentamos anteriormente.

- Análise de A15

Este aluno apresentou, no pré-teste, a justificativa de que *‘uma bola arremessada dessa maneira chegaria mais rápida ao ponto desejado’*, ou seja, acreditamos que ele não tenha feito uma relação com o gráfico proposto no problema e desse modo procurou estabelecer uma relação com o enunciado, de forma semelhante ao que discutimos para o item I dessa mesma questão. No pós-teste, não foi possível verificarmos se houve alguma alteração, uma vez que agora não apresentou uma justificativa para sua escolha, que a foi a mesma do pré-teste.

c) Relacionou a componente vertical da velocidade ao movimento descrito

Esperávamos que, para o item IV, os alunos percebessem que durante a subida a velocidade do móvel passava a diminuir em função do tempo, pois realizava um movimento uniformemente variado. Desse modo a opção correta era a alternativa “C”. Porém, no pré-teste, apenas A8 e A11 fizeram referência ao movimento descrito pela bola e, no pós-teste, apesar de termos agora os alunos A3, A4, A8 e A11 fazendo referência ao movimento, apenas A3 e A8 assinalaram a opção correta.

- Análise de A8

No pré-teste, este aluno justificou que *‘de acordo com a posição qual era a velocidade que ela atingiu de velocidade’*. Acreditamos que ele tinha observado no gráfico proposto, que, na medida em que a posição da componente vertical variava, sua velocidade foi diminuindo. Para o pós-teste ele apresentou uma explicação mais elaborada, pois agora justificou que *‘quando a bola atingiu o ponto mais alto, sua velocidade era zero, a medida que ela caiu a sua velocidade aumentando e está para baixo pois está em módulo’*. Assim, percebemos que apesar de sua justificativa no pré-teste ter sido “tímida”, ele conseguiu compreender o que acontecia com a velocidade do móvel (bola) no decorrer do tempo.

- Análise de A3

Este aluno apresentou uma mudança do pré-teste para o pós-teste, pois sua opção, para o item IV dessa questão, que era “A”, agora passou a ser a letra “C”. Entretanto, Não foi possível

identificarmos se, de uma etapa para outra, houve uma alteração nos elementos que tomou, pois não apresentou justificativa para o pré-teste e, no pós-teste, justificou que *‘sua velocidade que começa do ponto 0 aumenta porém sua velocidade não é constante’*. Também não foi possível fazer inferências quanto a não ter optado pela letra “B”, já que é o único gráfico em que a velocidade aumenta e não é constante.

- Análise de A4

Este aluno apresentou no pós-teste a explicação de que o gráfico “B” *‘mostra a ganha de velocidade na vertical’*. Assim como vimos para o item III, ele parece estar considerando que para o móvel (a bola) subir é necessário que sua velocidade aumente. Como no pré-teste ele não respondeu a este IV item, não houve como verificarmos se ocorreu alteração nos elementos observados.

- Análise de A11

No pré-teste este aluno justificou que a opção que melhor representava a velocidade da componente vertical era o item “B”, pois *‘sua velocidade aumentou enquanto a bola se deslocava para cima, mas começou a diminuir logo após’*. Assim como A4, ele também optou pela letra “B”, no pós-teste, justificando que *‘sua velocidade foi aumentando’*. Acreditamos que tenha usado um sistema de construção semelhante ao de A4, pois considerou que para a bola subir era necessário sua velocidade aumentar, o que não esperávamos, uma vez que ele acertou no pós-teste os três itens anteriores.

d) Associou a velocidade à trajetória descrita pelo móvel

Para o item IV, outra categoria de resposta que esperávamos encontrar era aquela em que os alunos tendem a considerar que, no gráfico da velocidade em função do tempo, temos a trajetória descrita pelo móvel, como vimos em nossa fundamentação teórica. Assim, no pré-teste identificamos que A7, A9, e A14 fizeram essa associação. No pós-teste, não identificamos esse relação.

- Análise de A7

Este aluno apontou que sua escolha estaria relacionada ao fato da opção “C”, *‘porque está como se fosse caindo’*, ou seja, considerou o trajeto da bola em que ela estava caindo, por isso acreditamos que poderia ter assinalado também a opção “B”, já que representa a trajetória do móvel (a bola) subindo. Essa nossa consideração está ligada ao fato dele ter observado, como vimos na primeira questão, suas respostas ao desenho apresentado no problema.

- Análise de A9

A explicação apresentada por este aluno reforça as dificuldades enfrentadas pelos alunos para trabalho com gráficos cinemáticos contínuos. Ele optou pela letra “C”, justificando que esse *‘mostra o momento em que a bola muda de direção e começa a descer (vertical)*, acreditamos que ele esteja se referindo ao ponto em que a reta intercepta o eixo das abscissas (tempo), pois é aí que ele começa a “descer”, considerou o aluno.

- Análise de A14

Este aluno considerou para o item IV, no pós-teste, que *‘ele parte do ponto 0 e a velocidade vai aumentando sua escala’*. Acreditamos que ele esteja se referindo à trajetória descrita pelo móvel, uma vez que considerou a trajetória para responder os itens anteriores. No pós-teste, ele não apresentou justificativa a esse item o que nos impossibilitou de verificar se houve alguma alteração nos aspectos observados após a realização da intervenção.

e) Associou a escolha relacionando conceitos como força e impulso

Dentre as unidades de análise que emergiram das respostas aos itens III e IV, esperávamos encontrar justificativa para a escolha do gráfico fazendo alguma referência ao fato de que, para a componente vertical, o móvel (a bola) está sujeito à força da gravidade e, que para a componente horizontal do movimento não há presença de forças, uma vez que informamos, na hora da aplicação da atividade, que desprezassem todas as forças de atrito envolvidas no problema.

Mesmo assim, identificamos que, no pré-teste, apenas A13 fez referências a esse conceito e, no pós-teste, encontramos A7, que fez para os itens III e IV e os alunos A3 e A14 que o fizeram apenas para o item III.

- Análise de A3

Este aluno assinalou, para o item III, a opção “B” para as duas atividades. No entanto, no pré-teste, sua justificativa não traz nenhuma relação entre o gráfico e o fenômeno descrito pelo móvel. Já no pós-teste, ele apresenta o argumento de que *‘sua velocidade aumenta com o impacto da força e quando a bola desce ela também aumenta porém em módulo’*. Percebemos que ele não justifica que força é essa que quando desce faz a velocidade do móvel aumentar. Parece que ele não consegue separar as duas componentes do movimento, pois como vimos anteriormente, ele havia justificado que a velocidade diminui quando o móvel é lançado para cima.

- Análise de A7

Este aluno, que não fez nenhuma relação para os itens III e IV com esses elementos, no pós-teste apresentou para o item III a justificativa de que *‘a bola ganha força quando sai’* e para o item IV *‘porque a bola perde força depois que é lançada’*. Porém, não fez nenhuma referência porque “perde” ou “ganha” força e muito menos de onde vem. Outra coisa que chamou atenção na resposta deste aluno foi o fato de que, se o corpo “ganha força”, sua velocidade deveria aumentar e, no entanto ele assinalou para o item III que a velocidade seria constante e para o item IV ele fez a relação de que perdendo força a velocidade deveria diminuir, por isso a alternativa “C”.

- Análise de A14

Este aluno não apresentou para, o pré-teste, justificativa para o item III. Porém, no pós-teste sua opção estaria relacionada ao fato de que *‘ele inicia com uma velocidade 0, mais quando aplicada a força ele ganha uma velocidade’*, referindo-se ao fato de que “a bola” ganharia a velocidade por conta da força que foi aplicada sobre ela, mas que essa força iria se acabando para a componente horizontal do movimento, por isso a opção “C”. Identificamos que, para o

item IV, ou era um problema semelhante, ele não fez apresentou nenhuma relação que justificasse sua resposta.

f) Associou a componente vertical da velocidade a uma reta vertical.

Assim como ocorreu para os itens anteriores (I, II e III), percebemos que o enunciado do problema parece influenciar na resposta à medida que percebemos que algumas respostas estão relacionadas a esse fator. Mesmo chamando atenção para esse fato em nossa intervenção, alguns alunos, como vimos, não apresentaram mudança. É o caso do A4, para o item I, de A4, A9 e A15 para o item II e A9 para o item III. O aluno A9 foi o único que, no item IV, ainda parece ter considerado o enunciado para justificar sua resposta, *'porque mostra como foi a velocidade no movimento vertical'*. Acreditamos como já mencionamos, que ele estava se referindo à posição da reta que estaria “mais” próxima da vertical.

Concluindo

Nossa consideração de que esse problema seria mais difícil, pela falta de abordagem desse tipo de problema pelos professores em sala de aula e nos livros didáticos e pelo nível de abstração que ele exige, conforme vimos em nossa fundamentação teórica, foi percebida pela diversidade de respostas apresentadas pelos alunos. O nível de dificuldade foi percebido no pré-teste, quando apenas o aluno A8 respondeu corretamente os itens III e IV, identificando o movimento descrito e, no pós-teste, quando para o item III apenas A8 e A11 associaram corretamente os gráficos e para o item IV os alunos A3 e A8.

Outro ponto que identificamos foi que nenhum dos alunos fez menção ao tipo de movimento executado pelo móvel (a bola), ou seja, movimento uniforme (para a componente horizontal) ou movimento uniforme variado (para a componente vertical), mas apenas ao que acontecia com a velocidade.

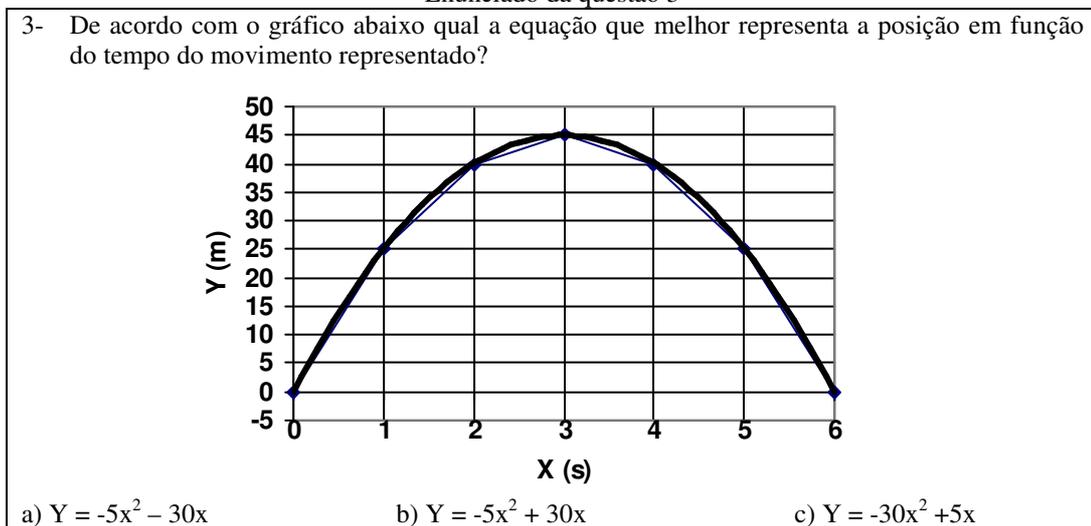
Das unidades de análise que emergiram de cada item dessa questão, a última nos chamou mais atenção, uma vez que não tínhamos pensado, nem encontrado na literatura, que o enunciado poderia ser um elemento que o aluno tomaria como referência para estabelecer sua escolha.

Dessa forma, poderíamos avançar no sentido de que os estudos realizados por McDermott (1987) e Araújo et al. (2004) já haviam identificado que os alunos têm dificuldade em relacionar um tipo de gráfico a outro, que represente conceitos físicos. Assim, acreditamos que as dificuldades encontradas por esses alunos em relacionar esses gráficos estariam associados ao fato de i) relacionar os gráficos tomando a forma (desenho) que ele apresenta; ii) procurar relacionar o gráfico à idéia que tem do movimento e não ao que é proposto pelo gráfico; e iii) pela leitura proposta no problema.

➤ Análise da terceira questão

Nesta questão, apresentamos um gráfico da posição (representada no eixo da ordenada) em função do tempo (representado no eixo da abscissa). Nosso objetivo era de verificar se os alunos utilizavam o conceito matemático de função, mais especificamente função do 2º grau, por ser bastante explorado, tanto na 8ª série do ensino fundamental (hoje denominado de 9º ano), quanto no primeiro ano do Ensino Médio, para encontrar a equação correspondente ao problema (tabela 3).

Quadro 10
Enunciado da questão 3



Os resultados obtidos foram categorizados e estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4
Categorização dos resultados da 3ª questão do Pré-teste e Pós-teste

Categorias		Pré-teste	Pós-teste
		Alunos	Alunos
Associou os coeficientes da função ao gráfico	A	A7 e A13	A7 e A13
	B	-	A11
	C	-	-
Associou os pares ordenados do gráfico à função	A	-	-
	B	A8	A3 e A8
	C	-	-
Sem relação com o gráfico	A	A14	A14
	B	A9 e A11	-
	C	A15	-
Não respondeu ou não justificou		A3 e A4	A4, A9 e A15

Assim, apresentamos no quadro 11, de acordo com os dados categorizados na tabela 4, as categorias, teórica e empírica, e as unidades de análise que emergiram das respostas a esta questão.

Quadro 11
Matriz das Categorias – Questão 3

Categoria Teórica	Categoria Empírica	Unidades de Análise
Gráficos Cinemáticos contínuos	Construção de gráficos cinemáticos contínuos	<ul style="list-style-type: none"> • Associou os pares ordenados do gráfico à função. • Associou os coeficientes da função ao gráfico.

Esperávamos que, pelo fato do gráfico ser representado por uma parábola, não haveria dúvida de que se tratava de uma função do 2º grau. Por isso, todas as alternativas apresentavam equações do 2º grau. A escolha poderia ser determinada pela substituição dos pares ordenados em cada função ou por sistema de equação, após escolhido um conjunto de pontos desse gráfico.

De acordo com a tabela 4, percebemos que empregar a substituição dos valores na equação não foi uma opção mais utilizada pelos alunos investigados, uma vez, que apenas o aluno A8 partiu da idéia de fazer as substituições dos pares ordenados nas respectivas equações no pré-teste. Após a aplicação do pós-teste, depois que havíamos realizado uma intervenção, esse quadro não se modificou de forma significativa, de modo que, nessa etapa, partiram desse princípio apenas os alunos A3 e A8. O fato desses alunos não ter recorrido ao recurso de montar a equação pareceu-nos fruto da dificuldade encontrada com a matemática e pela falta de os professores fazerem esse tipo de “exercício” com eles.

Ainda percebemos que os resultados encontrados apontam o nível de dificuldade que esses alunos têm em encontrar a equação correspondente ao gráfico. Mesmo os alunos que acertaram essa questão, ou seja, no pré-teste, os alunos A8, A9 e A11 e no pós-teste os alunos A3, A8 e A11, apenas os alunos A8 no pré-teste e A3 e A8 no pós-teste conseguiram justificar de forma correta suas respostas. No pré-teste, encontramos algumas justificativas que apontam essas dificuldades.

Essa foi no chute porque não vi lógica em nenhuma das situações (A9)

Não sei ao certo, acho que é porque na equação a soma pela diferença daria um resultado mais certo, sendo a soma maior que a diferença mesmo sabendo que a diferença está multiplicada por um número ao quadrado (A11)

Acreditamos que a dificuldade encontrada pelos alunos para responder a essa questão está relacionada ao fato de, muitas vezes, os professores de matemática e física trabalharem construção de gráficos construindo a tabela e encontrando cada par ordenado para posteriormente colocá-los no gráfico. Essa questão exigia uma prática inversa, ou seja, deveriam identificar no gráfico os pontos, para depois relacionar à equação correspondente.

A partir das justificativas dadas por esses alunos para esse problema, pudemos identificar as unidades de análise a seguir, constante no quadro 11.

a) Associou os coeficientes da função ao gráfico.

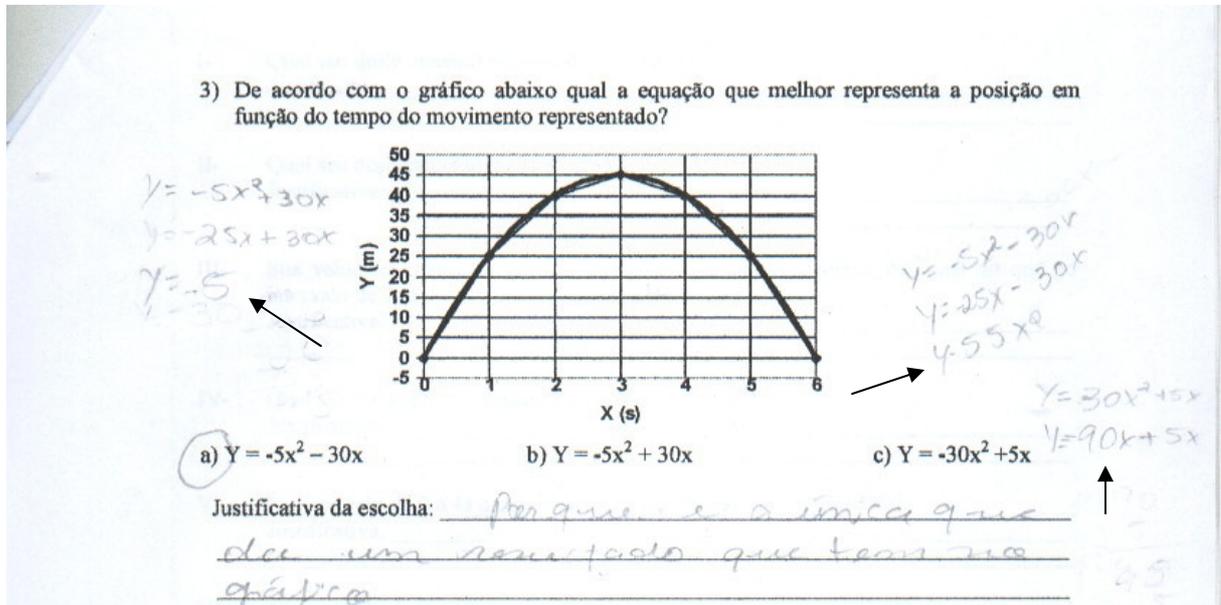
Um outro argumento que emergiu das respostas apresentadas foi o fato de alguns alunos relacionarem o gráfico aos coeficientes da função, sem, no entanto se preocuparem com a função apresentada, nem tampouco reportarem-se ao estudo das funções quadráticas. Esse caminho foi utilizado pelos alunos A7 e A13, no pré-teste, e pelos alunos A7, A11 e A13, no pós-teste, como apresentamos na tabela 4 acima.

- Análise de A7

Este aluno apontou cálculos, no pré-teste, em que procurava relacionar os coeficientes “a” e “b” de cada função (figura 7). Acreditamos que sua justificativa *‘porque é a única que deu um resultado que tem no gráfico’* esta relacionada a esses cálculos que ele apresentou. Para o pós-teste, não foi apresentada alteração na alternativa assinalada e sua justificativa também não

apresentou mudança, pois justificou que a opção correta era ‘ “A”, porque o calculo de “A” foi-5’, apenas não apresentou os cálculos feitos anteriormente.

Figura 7
Resposta de A7 à questão 3



Percebemos que, além da dificuldade em analisar o gráfico, este aluno apresentou dificuldades em realizar as operações que acreditava serem o caminho.

- Análise de A11

Este aluno, que no pré-teste havia apresentado uma resposta que não estava relacionada com o gráfico, no pós-teste parece ter considerado os valores dos coeficientes dessa equação, pois argumentou que ‘a alternativa “B” pois no gráfico os valores indicados são positivos e as equações “A” e “C” dariam negativas’. Consideramos que estivesse se referindo à soma dos coeficientes da opção “A”, que seria - 35, opção “B”, + 25 e opção “C”, - 25, por isso sua escolha da alternativa “B”.

- Análise de A13

Este aluno apresentou respostas, no pré-teste e pós-teste, semelhantes a do aluno A7. Porém apenas justificou que ‘simplesmente porque eu me baseiei pelo ponto da partida -5’. Essa

resposta não nos permitiu inferir nada, pois as opções “A” e “B” iniciavam por “-5”. No pós-teste apresentou o argumento de que *‘pelo gráfico, que mostra que é uma equação do 2º grau negativa, pois a parábola está para baixo’* também não é possível tirarmos nenhuma conclusão, pois todas as opções apresentavam o coeficiente “a” negativo.

Assim, consideramos que ele associou os coeficientes da equação, pelos fatos dos dois serem negativos, e considerou a opção “A”, uma vez que definiu que a equação era do 2º grau negativa. Apesar de entendermos que seria interessante observar o ocorrido, não tivemos a intenção de investigar o que levou esse aluno a definir assim a função apresentada como sendo do 2º grau negativa, pois poderíamos fugir dos objetivos propostos inicialmente.

b) Associou os pares ordenados do gráfico à função.

Nesta questão, foi percebida certa dificuldade dos alunos em associarem os elementos da abscissa com os da ordenada, uma vez que, no pré-teste, apenas o aluno A8 o fez, com a justificativa de que:

Substituindo-se os valores de x pelos números dos gráficos, e vi se coincidem (A8 – pré-teste)

Para o pós-teste, os alunos A3 e A8 apresentaram uma justificativa que nos permitiu enquadrar nessa unidade de análise.

Pois se você substituir os x da fórmula, pelos valores de x encontrará os valores de y que são exatamente onde os pontos passam (A3 – pós-teste)

Substituindo o valor dos números na horizontal e resolvendo a equação (A8 – pós-teste)

Assim, nossa idéia de que os alunos utilizariam os pares ordenados para encontrarem a função correspondente ao gráfico não foi bem sucedida, uma vez que apenas esses dois alunos (A3 e A8) fizeram a correspondência correta entre o gráfico e a função. Acreditamos que essa dificuldade esteja relacionada ao fato de que, quando trabalham com gráficos cinemáticos, os professores normalmente só fazem a construção a partir de sua função e não o caminho inverso.

Concluindo

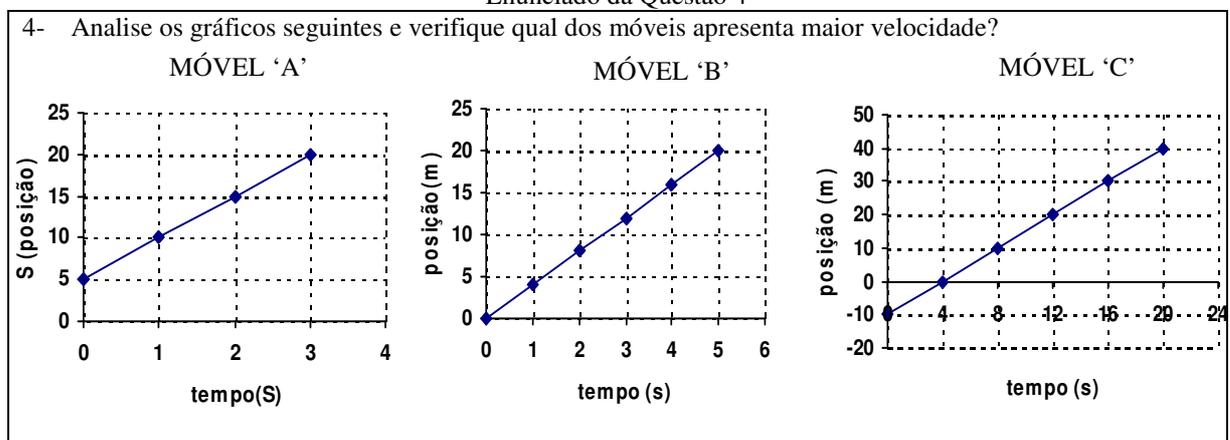
Nossa concepção de que este problema poderia ser mais facilmente respondido, uma vez que é mais comum esse tipo de gráfico nos livros didáticos (PELLOSO e BASTOS, 2005), não foi constatado, uma vez que a maioria dos alunos errou.

As dificuldades encontradas para esta questão podem ser reflexos da forma como os professores, de Matemática e Física, vêm desenvolvendo essa temática em sala de aula, ou melhor, talvez não venham desenvolvendo, conforme comentários dos alunos envolvidos nesta pesquisa. Esse resultado indica a necessidade de investigar como os professores vêm desenvolvendo trabalhos com gráficos especialmente considerando que os PCN (BRASIL, 1997) do Ensino Fundamental e os PCN+ Ensino Médio (BRASIL, 2002) não são tão recentes e fazem referência ao trabalho com gráficos e às competências que devem ser desenvolvidas para o trabalho com os mesmos.

➤ Análise da quarta questão

Nessa questão (ver quadro 12) nosso objetivo era procurar identificar que aspectos do gráfico são considerados pelos alunos para diferenciar gráficos contínuos, que representam a mesmas grandezas físicas. Desse modo, esperávamos que para identificar o móvel que possuía a maior velocidade, fosse considerada a variação de posição sofrida pelo móvel e o respectivo intervalo de tempo para essa variação.

Quadro 12
Enunciado da Questão 4



As respostas a esta questão foram categorizadas e são apresentadas na tabela 5.

Tabela 5
Categorização dos resultados da 4ª questão do Pré-teste e Pós-teste

Categorias		Pré-teste	Pós-teste
		Alunos	Alunos
Levou em consideração os valores do eixo do tempo.	A	-	-
	B	-	A13
	C	A15	-
Levou em consideração os valores do eixo da posição.	A	-	-
	B	-	-
	C	A3, A8, A9, A13, A14	A3, A4, A7, A8, 15
Relacionou a velocidade ao comprimento da reta.	A	A7	-
	B	-	-
	C	-	-
Relacionou a velocidade à variação da posição e a variação do tempo.	A	A11	A9, A11 e A14
	B	-	-
	C	-	-
Resposta sem relação com o gráfico	A	-	-
	B	A4	-
	C	-	-

A partir das respostas apresentadas na tabela 5, criamos, no quadro 13, as categorias, teórica e empírica, e as unidades de análise que emergiram dessas respostas.

Quadro13
Matriz das Categorias – Questão 4

Categoria Teórica	Categoria Empírica	Unidades de Análise
Gráficos Cinemáticos contínuos	Interpretação de gráficos cinemáticos contínuos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Levou em consideração os valores do eixo do tempo. ▪ Levou em consideração os valores do eixo da posição. ▪ Relacionou a velocidade ao comprimento da reta. ▪ Relacionou a velocidade à variação da posição e à variação do tempo.

Os dados encontrados para esta questão mostram que todos os alunos procuraram justificar suas respostas. Acreditamos que isso tenha ocorrido por ser esse um tipo de gráfico comum nos livros didáticos e que os professores sempre abordam. Porém, quanto aos elementos considerados para fazer essa justificativa parecem serem, como: o tempo, a posição ou ainda o desenho, como se ao observar um elemento o outro fosse desnecessário para entender o problema.

Dessa forma, as respostas fornecidas por esses alunos constituem as unidades de análise seguintes.

a) Levou em consideração os valores do eixo do tempo.

Um dos elementos considerado, durante a aplicação do pré-teste e do pós-teste, para justificar qual dos móveis apresentava a maior velocidade, foi o tempo. Isso ocorreu no pré-teste com o aluno A15, que justificou que *‘o gráfico “C” que chega a 20 segundo’*, e no pós-teste com A13, que justificou que *‘o móvel “B” representa maior velocidade pois está no $t=5s$ ’*. Consideramos que o aluno A15 tenha tomado apenas os valores apresentados no eixo do tempo, uma vez que na opção “A” o tempo gasto era de 3s e na opção “B” era de 5s e a opção “C” era de 20s. No entanto, para o aluno A13 não foi possível fazermos nenhuma inferência, até porque no pré-teste ele apresentou outro argumento, como veremos adiante.

b) Levaram em consideração os valores do eixo da posição.

Das respostas categorizadas, o maior número parece ter tomado como base os valores do eixo da posição, pois no pré-teste encontramos argumentos semelhantes para os alunos A3, A8, A9, A13 e A14, como podemos observar em suas falas:

Porque ele começou a se remover da linha y no quadrante negativo (A3)

O móvel “C”, que está em menor colocação -10 (A8)

Porque ele passou de -10 a 40 e todos os outros valores são inferiores (A9)

Acredito que o móvel “C” por conta que ele saiu do ponto -10 e foi até o ponto 40 e os outros não. Um se movimentou a partir do ponto cinco e o outro foi do ponto zero. Eu creio que um móvel tem mais velocidade quando dá a partida antes, pois os outros “A” e “B” deram a partida depois que o móvel “C” já estava em movimento (A13)

O móvel “C” pois ele parte de um ponto negativo, e chega a atingir quase o número máximo na escala positiva e seu deslocamento também é maior (A14)

Percebemos que todas as justificativas encontradas são semelhantes e mostram que eles não consideraram o intervalo de tempo gasto para sofrer essa variação de posição e que A15, que no pré-teste havia considerado o eixo do tempo agora considerou o eixo da posição. Essa mudança pode estar relacionada à intervenção realizada ou aponta para um caso de fragmentação, como proposto por Kelly (1963), pois para o mesmo problema ele observou aspectos diferentes, como apresentamos em nossa fundamentação teórica.

No entanto, para o pós-teste desses alunos, apenas A3 e A8 não apresentaram mudança significativa em suas justificativas

Porque ele está sendo representado por módulos e está na posição 40 em apenas 20s (A3)

O móvel “C” ele está no ponto 40 e está com velocidade de 20 m/s (A8)

Mesmo A3 tendo feito referência ao intervalo de tempo gasto, acreditamos que o fator determinante tenha sido a posição ocupada pelo móvel. Dos demais que justificaram suas respostas, no pré-teste, tomando o eixo da posição, encontramos os alunos A4, A7 e 15, que apresentaram os seguintes argumentos

Em função de módulo o gráfico “C” indica a maior velocidade (A4)

“C” porque ele parte do -10 e vai a 40 mais rápido (A7)

O móvel “C” aparenta ter maior velocidade por estar a 40 metros (A15)

As mudanças apresentadas por A13 e A15, parecem estar relacionadas com a fragmentação proposta por Kelly (1963), uma vez que no pré-teste A15 considerou apenas o eixo da posição para verificar a velocidade do móvel e no pós-teste, apenas os valores do eixo da posição. A13 fez o processo contrário daquele realizado por A15.

c) Relacionou a velocidade ao comprimento da reta.

Dos alunos que responderam este problema, apenas A7 tomou no pré-teste o comprimento da reta como um elemento que poderia determinar o móvel que tem a maior velocidade. Ele justificou: *‘a letra “A” porque tem o trecho menor’*. Acreditamos que ele estivesse se referindo à quantidade de pontos assinalados em cada uma das retas. No pós-teste, como já apresentamos, ele passou a justificar sua resposta considerando outro elemento, que não era o comprimento da reta.

d) Relacionou a velocidade à variação da posição e à variação do tempo.

Esperávamos que os alunos relacionassem, sem dificuldades, para este problema, a variação de posição sofrida pelo móvel com o intervalo de tempo gasto para essa variação, pois esse tipo de problema é normalmente trabalhado pelos professores em sala de aula, conforme depoimentos dos alunos, bem como é freqüente seu uso nos livros didáticos. Apesar dessa

expectativa, percebemos que no pré-teste apenas o aluno A11 fez essa relação e no pós-teste os alunos A9, A11 e A14, conforme apresentamos na tabela 5. Dentre as justificativas apontadas, encontramos:

O móvel “A”, pois atingiu 20m e 3s, ou seja, atingiu uma velocidade de em média 6,13333....m/s . (A11)

Porque em 3s ele conseguiu atingir a posição 20 e os outros levaram mais tempo (A9)

O móvel “A”, pois alcançou a posição 20 em menor tempo que os outros móveis (A11)

O móvel “A” pois a cada segundo ele percorre um espaço de 5m (A14)

Essas justificativas, apesar de apontarem que eles relacionaram a variação de posição com a variação do tempo, mostram que eles não fizeram uma leitura correta do gráfico, pois apenas o aluno A14 parece ter determinado essas variações corretamente. Os demais alunos, mesmo apresentando a resposta correta e tendo observado os dois eixos, não o fizeram como esperávamos, pois tanto A9 quanto A11 determinaram o deslocamento efetuado pelo móvel de maneira incorreta, ou seja, consideram a variação de posição como “20m”, o que não era. Acreditamos ainda, que as mudanças apresentadas por A9 e por A11, que no pré-teste consideravam apenas um dos elementos do gráfico, mesmo que equivocadas, tenham sido um reflexo de nossa intervenção na qual abordamos problemas em que era necessário determinar a velocidade média de um móvel.

Concluindo

A partir dessas constatações, concluímos que nossa expectativa de que os alunos procurassem associar os dois elementos do gráfico (posição e tempo) para determinar o móvel que teria a maior velocidade, por ser comum o uso desses problemas pelos professores de Física em sala de aula, não foi verificada. Apenas o aluno A14 parece ter relacionado a variação de posição com o tempo de maneira correta como analisamos anteriormente.

Outro aspecto observado nesta questão é que todos os alunos procuraram apresentar uma justificativa para sua escolha, mesmo que equivocada. Isso é um sinal que esse tipo de gráfico parece ser mais comum para eles, já que nas questões anteriores foi comum encontrarmos respostas sem justificativa, ou mesmo não haver resposta nenhuma.

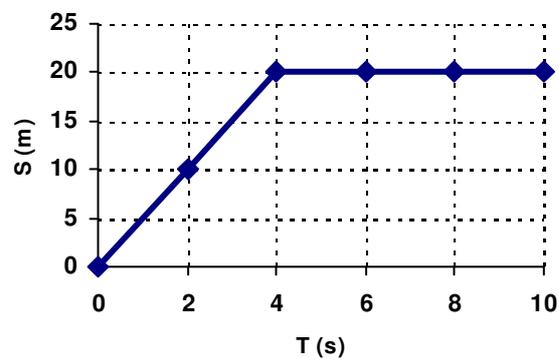
Acreditamos que as dificuldades encontradas para esta questão não sejam pela falta de abordagem desses gráficos em sala de aula ou pela frequência com que aparecem nos livros didáticos, mas devido à forma como são trabalhados em sala de aula pelos professores.

➤ **Análise da quinta questão**

Nesta questão (ver quadro 14) propomos um gráfico da posição em função do tempo ($s \times t$), que apresentasse uma diferença em relação aos gráficos trabalhados anteriormente, para que pudessemos obter mais detalhes sobre como esses alunos relacionam as informações apresentadas no gráfico com os conceitos envolvidos. Assim, este gráfico apresenta o movimento de uma partícula, que ocorre no intervalo de 0 a 4s, de modo uniforme progressivo e que cessa no intervalo de 4s a 10s.

Quadro 14
Enunciado da questão 5

5- O gráfico seguinte representa o movimento de uma partícula, em linha reta, num determinado intervalo de tempo. Analise o gráfico e responda:



- I. Qual seu deslocamento no intervalo de 0 a 4s?
- II. Qual seu deslocamento no intervalo de 4s a 10s?
- III. Sua velocidade média no intervalo de 0 a 2s é maior, menor ou igual do que no intervalo de 2s a 4s?
- IV. Qual sua velocidade média no intervalo de 0 a 10s?
- V. No intervalo de 0 a 4s o movimento é UNIFORME ou VARIADO?
- VI. No intervalo de 0 a 10s o movimento é UNIFORME ou VARIADO?

Procuramos, neste caso, identificar quais eram os elementos tomados como referência para responder aos itens propostos. Dessa forma, analisamos esta questão agrupando os itens I e II (que se referia ao deslocamento), os itens III e IV (que se referia à velocidade média) e V e VI (que estava relacionado à classificação do movimento).

❖ Análise dos itens I e II da quinta questão

Nos itens I e II desta questão, procuramos observar quais eram os elementos que os alunos tomavam como referência para identificar o deslocamento efetuado pela partícula, uma vez que percebemos que os alunos normalmente associam o deslocamento com a posição ocupada pelo móvel. Assim, na tabela 6, apresentamos a categorização das respostas dadas aos itens I e II.

Tabela 6
Categorização dos resultados dos itens I e II da 5ª questão do Pré-teste e Pós-teste

Categorias	Pré-teste		Pós-teste	
	Item I	Item II	Item I	Item II
Relacionou o deslocamento à variação da posição (eixo vertical).	A9 A11	A11	A8 A9 A11 A14	A9 A11
Relacionou deslocamento à posição ocupada pela partícula.	A4	A4	A3 A4	A3 A4
Relacionou o deslocamento à variação do tempo (eixo horizontal).	-	A9	-	A8
Outros ou não justificou	A3 A8 A14	A3 A8 A14	-	A14
Não respondeu	A7 A13 A15	A7 A13 A15	A7 A13 A15	A7 A13 A15

A partir desses dados, apresentamos no quadro 15 as categorias, teórica e empírica, criadas para esses dois itens (I e II) e as unidades de análise que emergiram dessas respostas.

Quadro 15
Matriz das Categorias – Itens I e II da questão 5.

Categoria Teórica	Categoria Empírica	Unidades de Análise
Gráficos Cinemáticos contínuos	Interpretação de gráficos cinemáticos contínuos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relacionou o deslocamento à variação da posição (eixo vertical). ▪ Relacionou deslocamento à posição ocupada pela partícula. ▪ Relacionou o deslocamento à variação do tempo (eixo horizontal).

Os itens I e II desta questão são um complemento à primeira questão, no que se refere a observarmos os elementos tomados pelos alunos para identificarem o deslocamento sofrido pelo móvel. A abordagem agora, feita num gráfico da posição em função do tempo, apresenta um diferencial, pois nesse gráfico não temos a trajetória descrita pelo móvel, apenas as posições ocupadas por este em função do tempo. Esperávamos que eles percebessem que no

gráfico o único eixo que indica a posição é o vertical, logo deveriam relacionar suas respostas aos valores apresentados nesse eixo.

A partir dos dados categorizados, relacionamos as seguintes unidades de análise:

a) Relacionou o deslocamento à variação da posição (eixo vertical).

Os dados categorizados na tabela 6, mostraram que, para o item I, no pré-teste, apenas A9 e A11 relacionaram o deslocamento à variação de posição no eixo vertical, enquanto que para esse mesmo item, no pós-teste, tivemos A8, A9, A11 e A14. Para o item II, que também tratava de determinar o deslocamento, só que agora no intervalo de 4s a 10s, esperávamos resultados semelhantes. No entanto, no pré-teste, apenas A11 fez essa relação e, no pós-teste, os alunos A9 e A11, como descreveremos adiante.

- Análise de A8

Esse aluno respondeu, para o item I do pré-teste, que o deslocamento era de 20m, mas não apresentou nenhum argumento. Sua justificativa, para esse mesmo item no pós-teste, de que o móvel *'estava no ponto 0 e quando estava em 4s ele se deslocou até o ponto 20'*, possivelmente está relacionada com a observação dos valores apresentados no eixo vertical. Essa justificativa, mostra que, para esse item, ele apresentou um avanço, pois no pré-teste não havia apresentado nenhuma justificativa para sua resposta.

- Análise de A9

Este aluno apresentou, para o item I desta questão, a resposta correta, que foi de 20m. No entanto, sua justificativa no pré-teste de que *'foi altura que ele conseguiu subir'* e no pós-teste de que *'de 20m no movimento vertical'* mostra que ele parece ainda associar esse gráfico ao da trajetória descrita pelo móvel, como foi o caso da primeira questão. Para o item II, apenas no pós-teste ele associou corretamente que não houve deslocamento, porém seu argumento de que *'no movimento vertical não houve deslocamento'* reforça nossa consideração de que esteja fazendo uma “confusão” entre gráfico da posição vs. posição (x vs. y) e posição vs. tempo (s x t).

- Análise de A11

Este aluno, como já identificamos para as questões anteriores, parece não apresentar dificuldades em trabalhar com os gráficos cinemáticos contínuos, pois foi o único a apresentar para esses dois itens (I e II) justificativas coerentes com o que esperávamos, tanto no pré-teste quanto no pós-teste. Seu argumento para o item II do pré-teste, de que *'neste intervalo de tempo ele não se desloca, isso ocorre porque no gráfico mostra que sua distância permaneceu a mesma, embora o tempo tenha passado'* e para esse mesmo item no pós-teste de que *'0 (zero), pois mostra que a partícula está em repouso'* reforça nossa consideração de que ele consegue fazer uma leitura dos dados apresentados no gráfico.

- Análise de A14

Este aluno, apesar de não ter apresentado de quanto foi o deslocamento no intervalo de 0 a 4s, para o item I do pós-teste, parece ter feito uma leitura dos valores apresentados no gráfico, uma vez que apresentou a justificativa de que o móvel percorre um espaço *'de 10 m por 2 segundos'*. Mesmo não sendo a resposta esperada por nós, acreditamos que houve um avanço, uma vez que ele não apresentou justificativa para esses dois itens no pré-teste, e no pós-teste, para o item II.

b) Relacionou deslocamento à posição ocupada pela partícula.

Assim como ocorreu para os itens I e II da primeira questão, percebemos nesta quinta questão que alguns alunos também relacionaram a posição ocupada pelo móvel com o deslocamento realizado pelo mesmo. Os dados coletados para esta quinta questão mostraram que no pré-teste, para o item I, fizeram essa correspondência os alunos A4, A8 e A14 e no pós-teste os alunos A3 e A4. Para o item II, no pré-teste foram A4, A8 e A14 e no pós-teste foram A3 e A4. Em seguida analisamos cada caso.

- Análise de A3

Este aluno apresentou dificuldades para responder aos itens I e II no pré-teste, uma vez que para o item I nem chegou a justificar sua resposta e para o item II apresentou um argumento que não estava relacionado com o gráfico. Porém, no pós-teste, identificamos que sua

justificativa para o item I de que *'20m, pois a cada 2s ele percorre 5m'* não estava relacionado com a variação da posição, mas à posição ocupada pelo móvel, pois se assim fosse, o deslocamento de 0 a 4s seria de 10m e não de 20m como justificou. Essa consideração é reforçada observando que para o item II argumentou que *'20m, pois a partir dos 4s sua velocidade é constante'*, ou seja, ele parece ainda não discernir os dados apresentados no gráfico, por isso, apresentou justificativas tentando relacionar outros elementos, como observamos anteriormente para a segunda e quarta questões.

- **Análise de A4**

Para responder aos itens I e II, tanto do pré-teste quanto do pós-teste, percebemos que este aluno considerou a posição ocupada pelo móvel, como ocorreu para a primeira e quarta questões. Sua justificativa para o item II do pré-teste de que o deslocamento é de *'20 metros constantes'* e para o item I do pós-teste de *'20 pois o gráfico está indicando a distância percorrida'*, fez acreditarmos que ele esteja se referindo à posição ocupada pelo móvel.

c) Relacionou o deslocamento à variação do tempo (eixo horizontal).

Outra unidade de análise que emergiu das respostas está relacionada ao fato desses alunos terem considerado, para o item II, o eixo horizontal (eixo que representava o tempo no gráfico apresentado) para verificar o deslocamento efetuado pelo móvel. Acreditamos que isso tenha ocorrido pelo fato de nas questões anteriores termos proposto problemas em que solicitávamos o deslocamento na horizontal e na vertical. Assim, no pré-teste, A9 argumentou que o deslocamento era de 6m, justificando que *'foi o espaço percorrido em linha reta'* e A8 apresentou uma justificativa semelhante no pós-teste de que *'6m, pois ele percorreu trechos de 2m'* referindo-se ao intervalo de 4s a 10s, que estava dividido no gráfico em intervalos de 2s.

Concluindo

Tomando os resultados analisados para esses dois itens (I e II) desta quinta questão, percebemos que os alunos apresentaram dificuldades em identificar o deslocamento, observando a variação de posição pelo eixo vertical (eixo que representa no gráfico a posição ocupada pelo móvel). Dadas às dificuldades, acreditamos que elas estejam relacionadas a

fatos mencionados anteriormente, como não fazerem a leitura do gráfico por completo, limitando-se a considerar aspectos isolados.

Outro aspecto que consideramos para esta questão é o fato de apesar deste tipo de gráfico ser comum tanto nos livros didáticos como em exercícios aplicados pelos professores, e de não termos esperado encontrar tanta dificuldade, dentre os nove alunos que participaram de todas as etapas da pesquisa apenas o aluno A11 apresentou o argumento que esperávamos para esses dois itens.

❖ Análise dos itens III e IV da quinta questão

Os itens III e IV desta questão são um complemento aos problemas propostos na segunda questão, itens III e IV (em que deveriam relacionar o gráfico da posição vs. posição ao gráfico da velocidade vs. tempo) e quarta questão (que deveriam comparar gráficos da velocidade vs. tempo). Assim, procuramos nestes dois itens identificar que aspectos são considerados pelos alunos para comparar, em intervalos diferentes, a velocidade de um móvel (item III), e determinar a velocidade num determinado intervalo de tempo (item IV).

Desse modo, na tabela 7, apresentamos os dados categorizados para os itens III e IV dessa questão.

Tabela 7
Categorização dos resultados dos itens III e IV da 5ª questão do Pré-teste e Pós-teste

Categorias	Pré-teste		Pós-teste	
	Item III	Item IV	Item III	Item IV
Relacionou a variação de posição com a variação de tempo.	A3 A11	A11	A4 A8 A11 A14	A11
Associou a velocidade à posição ocupada pelo móvel.	-	-	-	A4 A8
Associou a velocidade ao desenho do gráfico.		-	A3 A9	A14
Outros ou não justificou.	A4 A8 A9 A14 A15	A4 A8 A9 A14 A15	A15	-
Não respondeu.	A7 A13	A3 A7 A13	A7 A13	A3 A7 A9 A13 A15

Dos dados categorizados na tabela 7, construímos no quadro 16 as categorias, teórica e empírica, criadas para estes dois itens (III e IV) e as unidades de análise que emergiram dessas respostas.

Quadro 16
Matriz das Categorias – Itens III e IV da questão 5.

Categoria Teórica	Categoria Empírica	Unidades de Análise
Gráficos Cinemáticos contínuos	Interpretação de gráficos cinemáticos contínuos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relacionou a variação de posição com a variação de tempo. ▪ Associou a velocidade a posição ocupada pelo móvel. ▪ Associou a velocidade ao desenho do gráfico.

Detalhamos cada uma dessas unidades de análise em seguida.

a) Relacionou a variação de posição com a variação de tempo.

De acordo com os dados categorizados na tabela 7, percebemos que para o item III do pré-teste os alunos A3 e A11 conseguiram relacionar a variação da posição com o tempo, o mesmo ocorrendo no pós-teste com os alunos A4, A8, A11 e A14. Para item IV dessa mesma questão, apenas o aluno A11 manteve um resultado esperado.

- Análise de A3

Apesar deste aluno não ter apresentado um argumento para os itens I e II deste problema, no pré-teste, verificamos que sua justificativa para o item III no pré-teste assinala que ele fez uma leitura dos dados apresentados no gráfico, mesmo que tenha dado, em sua justificativa, ênfase ao desenho do gráfico, como percebemos em seu argumento. Para este aluno, a velocidade é *‘igual, pois de 0 a 2s são 2 quadrados que equivale a 5m, e de 2s a 4s são 2 quadrados que equivale a 5m, então somando os dois quadrados dá 10m’*. Acreditamos que o quadrado a que ele se refere sejam os intervalos apresentados no gráfico (ver quadro 14) dando ênfase à grade pontilhada. Já no pós-teste apresentou um argumento que não tem nenhuma relação com esse, como veremos adiante.

- Análise de A4

Este aluno apresentou o argumento, para o item III do pós-teste, de que a velocidade *'é igual pois eles correm a mesma distância no mesmo tempo'*. No entanto, não encontramos elementos que pudessem identificar como ele chegou a essa conclusão, uma vez que para os itens I e II ele parece ter compreendido que o deslocamento realizado pelo móvel corresponde a posição ocupada por ele. Observamos ainda, que para esse mesmo item no pré-teste, ele tenha observado outro aspecto do gráfico para justificar sua resposta, como veremos adiante.

- Análise de A8

Este aluno apresentou um avanço na fase do pós-teste, uma vez que no pré-teste não apresentou nenhuma justificativa para as respostas dos itens III ou IV. Dessa forma, seu argumento para o item III do pós-teste de que a velocidade *'é igual, pois nos dois tempos ele percorreu o mesmo espaço (quantidade) de 10m/s'* mostra que ele agora observou os dois eixos. Quanto ao valor apresentado de *'10m/s'* acreditamos que tenha cometido um engano já que especificou que se tratava de espaço, ou talvez por que o problema falava em velocidade ele tenha colocado essa grandeza.

- Análise de A11

Este aluno, como tem se apresentado na maioria dos problemas, não apresentou dificuldades para os itens III e IV. Suas justificativas, tanto no pré-teste quanto no pós-teste apontaram isso. Mesmo no pré-teste, quando não havíamos ainda trabalhado nenhum desses conceitos, ele apresentou argumentos bem objetivos e articulando as informações apresentadas no gráfico, como a apresentada para o item III do pré-teste que a velocidade *'é igual, pois no gráfico mostra que ambos percorreram 10m em 2s'* e para o item IV que a velocidade média é *'de 2 m/s. isso porque se pegar a distância percorrida de 20m e divide pelo tempo gasto de 10s'*. No pós-teste seus argumentos não foram diferentes desses.

- Análise de A14

Este aluno, que apresentou para o item III do pré-teste uma justificativa sem relação com o gráfico, no pós-teste argumentou que a velocidade *‘é igual, pois percorrem o mesmo espaço no mesmo tempo’*. No entanto, não fez nenhuma indicação de quanto foi o espaço ou tempo. Outro ponto a considerar é que para os itens I e II desta questão ele também apresentou dificuldades em justificar suas respostas, como vimos anteriormente.

b) Associou a velocidade à posição ocupada pelo móvel.

Assim como ocorreu para os itens I e II em que alguns alunos associaram deslocamento à posição ocupada pelo móvel, no item IV, os alunos A4 e A8, no pós-teste, parecem ter respondido, tomando como base a posição ocupada pelo móvel. Assim, a justificativa de A4 de que a velocidade média no intervalo é de *‘20 metros variados’* e de A8 que é *‘20 m/s, pois saiu do referencial 0 e atingiu e permaneceu em 20m/s’* fez-nos acreditar que eles estejam se referindo à posição ocupada pelo móvel, ou seja, não apresentaram ou fizeram referência ao deslocamento ou outro aspecto do gráfico.

c) Associou a velocidade ao desenho do gráfico.

Outro argumento utilizado por alguns alunos para responderem aos itens III e IV foi a relação com o desenho apresentado no problema. Essa unidade de análise não foi identificada no pré-teste, porém no pós-teste os alunos A3, A9 e A14 parecem ter utilizado partes do desenho para justificarem suas respostas. Essas considerações estão relacionadas aos seguintes argumentos:

Maior, pois o gráfico representa uma reta ou seja que dizer que sua velocidade aumenta (A3 – item III)

Maior porque ela deve ter tido uma aceleração no momento que subiu (A9 – item III)

Inicia com 10 m/s, depois sua velocidade fica constante (A14 – item IV)

Essas justificativas nos indicaram que os alunos, apesar de terem tomado o desenho como o principal elemento para justificarem suas respostas, também procuraram relacionar a outros conceitos, como aceleração (ver resposta de A9).

Concluindo

Percebemos, pelo número de alunos que não responderam ou que apresentaram justificativas sem relação com o gráfico, que os itens III e IV não foram de fácil compreensão, assim como identificamos, também para os itens I e II. Acreditamos que as dificuldades apresentadas para esses itens, estejam relacionadas principalmente ao fato de não estarem habituados a fazerem uma análise mais detalhada do gráfico.

Outro aspecto observado, além dos citados anteriormente, que para esses dois itens (III e IV), encontramos um número maior de alunos que apresentaram nos dois momentos, pré-teste e pós-teste, uma mudança de respostas mais evidente sem que atribuíssemos à intervenção. Essa mudanças, por exemplo, para A3, A8 e A14, acreditamos que estejam relacionadas à questão da *fragmentação*, como foi proposto por Kelly (1963).

❖ Análise dos itens V e VI da quinta questão

Para estes dois últimos itens (V e VI), nossa intenção era aprofundar mais o nível de interpretação do gráfico, propondo aos alunos a classificação do movimento em intervalos de tempos diferentes. Esperávamos que eles apresentassem em suas justificativas que aspectos do gráfico consideraram para afirmar que o movimento era “uniforme” ou “variado”.

Desse modo, esperávamos que eles respondessem no item V que o movimento era uniforme, porém apresentassem argumentos que nos permitissem identificar os aspectos do gráfico considerados para suas respostas. Na tabela 8, apresentamos os dados categorizados para os itens V e VI desta questão.

Tabela 8
Categorização dos resultados dos itens V e VI da 5ª questão do Pré-teste e Pós-teste

Categorias	Pré-teste		Pós-teste	
	Item V	Item VI	Item V	Item VI
Relacionou a variação de posição com a variação do tempo.	A3 A11	A11	A4 A11	A8 A11
Considerou o desenho do gráfico.	A4 A8 A9 A14	A4 A8 A9 A14	A3 A8 A9 A14	A3 A4 A9 A14
Outros ou não justificou.	A15	A3 A15	A7 A15	A7 A15
Não respondeu.	A7 A13	A7 A13	A13	A13

A partir dos dados coletados e apresentados na tabela 8, construímos no quadro 16 as categorias, teórica e empírica, criadas para estes dois itens (V e VI) e as unidades de análise que emergiram dessas respostas.

Quadro 17
Matriz das Categorias – Itens V e VI da questão 5.

Categoria Teórica	Categoria Empírica	Unidades de Análise
Gráficos Cinemáticos contínuos	Interpretação de gráficos cinemáticos contínuos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relacionou a variação de posição com a variação de tempo. ▪ Considerou o desenho do gráfico.

Das respostas para os itens V e VI, observamos que dos alunos que emergiram basicamente dois tipos de aspecto considerados na análise do gráfico, como apresentamos em seguida.

a) Relacionou a variação de posição com a variação de tempo.

Dentre os alunos que tomaram esses elementos do gráfico (posição e tempo) para justificar suas respostas, identificamos que apenas A11 o fez tanto no pré-teste quanto no pós-teste. Como já apresentamos anteriormente, esse aluno não tem apresentado dificuldades em analisar e interpretar gráficos cinemáticos. No pré-teste, além de A11, apenas A3 apresentou argumento parecido. No pós-teste, além de A11, se enquadraram nesse grupo os alunos A4 e A8, como apresentamos em seguida.

- Análise de A3

Para este aluno, a justificativa, para o item V do pré-teste, de que o movimento era *'uniforme, pois de 0 a 2s equivale a 10m e de 0 a 4s equivale a 20m'* nos mostrou que ele soube identificar que para o movimento ser considerado uniforme é necessário percorrer espaços iguais no mesmo intervalo de tempo. No entanto, no pós-teste apresentou outro argumento como veremos adiante.

- Análise de A4

Este aluno havia relacionado, no pré-teste, para o item V, sua resposta a outro aspecto do gráfico. Porém, no pós-teste, ele apresentou uma modificação para esse item, justificando que

o movimento é *'uniforme, pois ganha a mesma distância no mesmo tempo'*. Acreditamos que essa mudança não esteja relacionada à fragmentação proposta por Kelly (1963), mas apenas tenha sido um reflexo da intervenção, uma vez que enfatizamos os conceitos de movimento uniforme e movimento variado.

- Análise de A8

Apesar de não ter feito referência ao intervalo de tempo, em sua justificativa para definir o tipo de movimento, que para ele seria *'uniforme, pois os espaços são iguais'*, esteja relacionada ao fato de ter identificado o tempo nos itens I, II e VI.

- Análise de A11

Como vem se apresentando nas demais questões, este aluno não apresentou dificuldades em justificar o tipo de movimento, bem como o argumento apresentado era o que esperávamos. Podemos verificar essas considerações em sua justificativa para o item V do pré-teste de que o movimento era *'uniforme, porque percorreu a mesma distância com o mesmo tempo, isso de 0 a 2s e de 2s a 4s'* e para o item VI do pós-teste de que o movimento era *'variado, pois no instante de 0 a 4s percorreu uma distância, mas no instante de 4s a 10s a partícula permaneceu parada'*. Acreditamos que a intervenção pouco tenha influenciado as respostas deste aluno, uma vez que as respostas do pré-teste e do pós-teste, são bem próximas.

b) Considerou o desenho do gráfico.

Outro aspecto considerado pelos alunos, e que já esperávamos, baseados na literatura e em nossa prática, foi o desenho do gráfico. No entanto, nem todos os alunos que tomaram esse aspecto do gráfico parecem ter conhecimento sobre o que é movimento uniforme ou variado. Acreditamos que eles simplesmente tenham tomado o tipo de desenho, considerando que se fosse uma reta o movimento seria classificado como uniforme e se não fosse uma reta seria variado.

Dentre os alunos que optaram por considerar esse aspecto do gráfico, percebemos que A4 e A8, no pré-teste, disseram que o movimento era variado, pois consideraram a reta no intervalo

de 0 a 4s como representando a velocidade. Logo, como a reta é crescente a velocidade deveria aumentar. Isso foi percebido nas seguintes justificativas

Variado, pois ele está ganhando velocidade (A4 – item V do pré-teste)

Variado, o movimento não está estável, como de 4s até 10s (A8 – item V do pré-teste)

Acreditamos que A8 esteja se referindo ao fato de no intervalo de 0 a 4s a reta ser crescente, por isso chamou que no intervalo de 4s a 10s o movimento estava estável. Os demais alunos que tomaram o aspecto do desenho relacionaram corretamente o tipo de movimento para os itens V e VI, no entanto, percebemos que as justificativas apresentadas não apontam que eles tenham a definição do que seria movimento uniforme ou variado, podemos observar isso nas justificativas seguintes

Variado eles estão se estabilizando (A8 – item VI do pré-teste)

Uniforme, pois o gráfico mostra a partícula em linha reta (A9 – item V pré-teste)

Uniforme pois o gráfico representa uma reta (A3 – item V do pós-teste)

Variado, pois aumenta e depois fica contínuo (A14 – item VI do pós-teste)

Outro ponto que acreditamos reforçar essa consideração, foi o ocorrido, por exemplo, com o aluno A9, quando pedimos que comparasse, no item III, a velocidade no intervalo de 0 a 2s e 2s a 4s, ela justificou que seria *‘menor pois com o tempo a partícula ganha a velocidade’*. Agora, para o item V da mesma atividade, ele apresentou o movimento como uniforme. Essas considerações se aplicam também aos alunos A4 e A8 no pré-teste e A3, A9 e A15, mesmo que esse último não tenha apresentado justificativa para suas respostas.

Concluindo

Para estes itens, nossa intenção era procurar identificar quais eram os elementos utilizados por esses alunos para classificar o tipo de movimento (Uniforme ou Variado) apresentado no plano cartesiano, uma vez que compreender esses movimentos é um dos objetivos desta série, e uma das orientações dos PCNEM (BRASIL, 1998) e PCN+EM (2002).

Podemos perceber pelas justificativas apresentadas a dificuldade que os alunos tiveram em justificar se o movimento era uniforme ou variado. Não foi possível identificar, e não era o foco desta pesquisa, verificar se eles apresentavam o conceito de movimento uniforme e movimento variado, mas parece-nos que essas dificuldades estão além da interpretação dos dados apresentados no gráfico. No entanto, percebemos para esses itens (V e VI), que o elemento visual (o gráfico) foi utilizado de maneira bem direta para justificar as respostas, mesmo que eles não apresentassem compreensão do que seja movimento uniforme ou variado.

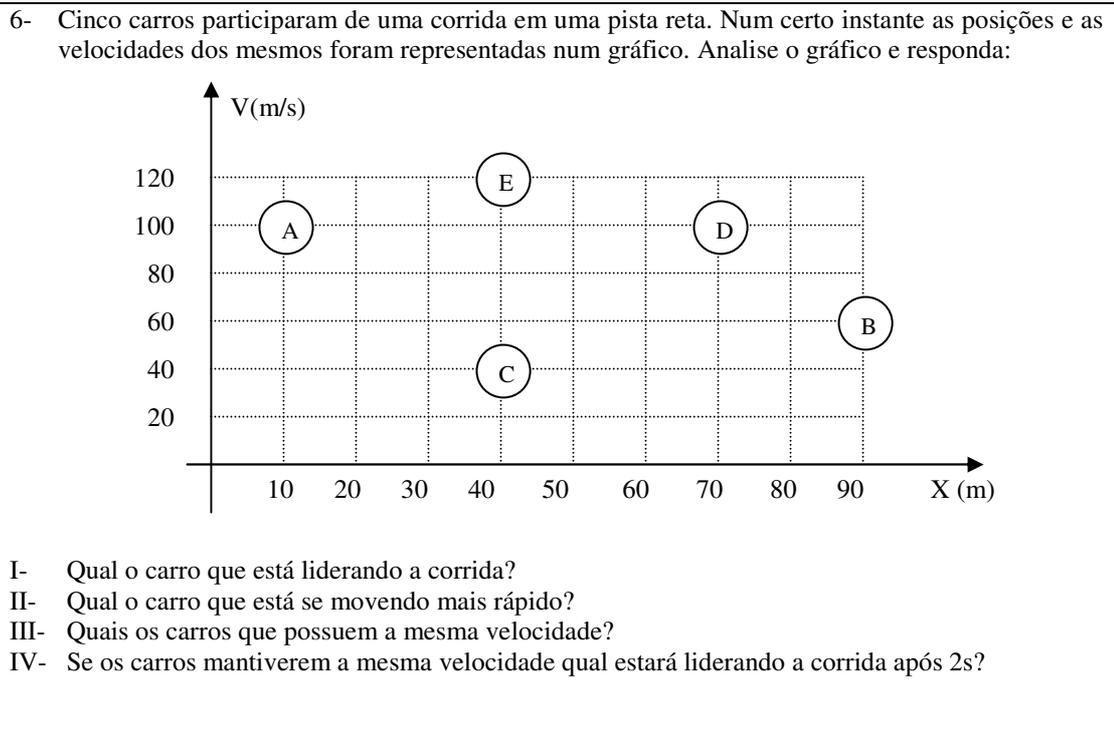
3.1.2 Análise dos gráficos cinemáticos discretos

Procurando atender nossos objetivos iniciais e responder ao problema a que se destinou esta pesquisa, propomos gráficos cinemáticos discretos na sexta e sétima questões do pré-teste e do pós-teste.

➤ Análise da sexta questão

Nesta questão (ver quadro 17), propomos que os alunos respondessem de acordo com o gráfico a quatro itens e justificassem suas respostas. Para nossa análise consideramos que os três itens iniciais (I, II e III) exigiam apenas a leitura do gráfico e o último item (IV), além da leitura requeria que eles fizessem a interpretação do problema. Nossa preocupação na análise foram as justificativas apresentadas para as respostas, uma vez que nosso interesse foi o de identificar que aspectos do gráfico eles consideraram, e nesta questão tínhamos gráficos cinemáticos discretos.

Quadro 18
Enunciado da questão 6.



Fizemos a análise desta questão em dois blocos, considerando os objetivos propostos para esta questão.

❖ Análise dos itens I, II e III da sexta questão

Nesses três primeiros itens, nossa intenção foi verificar que aspectos desse tipo de gráfico eram considerados pelos alunos para fazerem a leitura dos dados, uma vez que em nossa fundamentação teórica identificamos que não é comum o trabalho com ele pelos professores em sala de aula e muito menos nos livros didáticos (ver página 31).

Assim, propomos um problema em que foi dado um gráfico cinemático discreto, que apresentava no eixo vertical (eixo da ordenada) a velocidade do móvel num determinado instante e no eixo horizontal (eixo da abscissa) a posição ocupada por esse móvel nesse mesmo instante.

Dessa forma, apresentamos na tabela 9, os dados categorizados, das justificativas apresentadas pelos alunos no pré-teste e no pós-teste para esses três itens (I, II e III).

Tabela 9
Categorização dos resultados dos itens I, II e III da 6ª questão do Pré-teste e Pós-teste.

Categorias	Pré-teste			Pós-teste		
	Item I	Item II	Item III	Item I	Item II	Item III
Relacionou sua resposta ao eixo da posição	A3 A8 A11 A14			A3 A7 A8 A9 A11 A13 A14		
Relacionou sua resposta ao eixo da velocidade		A4 A8 A9 A11 A14	A3 A4 A7 A8 A9 A11 A14		A3 A4 A7 A8 A9 A11 A13 A14	A3 A4 A7 A8 A9 A11 A13 A14
Relacionou posição e velocidade ao mesmo tempo		A3				
Relacionou sua resposta ao desenho	A4 A7 A9 A13	A13				
Não justificou	A15	A15 A7	A13 A15	A4 A15	A15	A15

A partir dos dados coletados e apresentados na tabela 9, construímos no quadro 18 as categorias, teórica e empírica, e as unidades de análise.

Quadro 19
Matriz das Categorias – Itens I, II e III da questão 6.

Categoria Teórica	Categoria Empírica	Unidades de Análise
Gráficos Cinemáticos discretos	Leitura de gráficos cinemáticos discretos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relacionou sua resposta ao eixo da posição. ▪ Relacionou sua resposta ao eixo da velocidade. ▪ Relacionou posição e velocidade ao mesmo tempo. ▪ Relacionou sua resposta ao desenho.

Dentre resultados da tabela 9, apenas o aluno A7 apresentou uma resposta incorreta para o item I e os alunos A3 e A13 para o item II, como veremos adiante. No entanto percebemos que mesmo tendo considerado aspectos diferentes do gráfico houve um avanço, pois não identificamos nenhuma resposta errada no pós-teste para esses três itens, mesmo que alguns

(A4 e A15) não tenham apresentado justificativas. Assim, fizemos a análise de cada uma das unidades que emergiram dessa categorização.

a) Relacionou sua resposta ao eixo da posição

Para o primeiro item desta questão, esperávamos que os alunos tomassem o eixo horizontal (representa a posição ocupada pelo móvel), para justificar suas respostas. Assim, identificamos que no pré-teste os alunos A3, A8, A11 e A14 o fizeram e apresentaram argumentos bem semelhantes.

B, pois ele está à 90m de distância (A3 – item I do pré-teste)

B, porque já percorreu 90m (A11 – item I do pré-teste)

No pós-teste percebemos que a quantidade de alunos que tomou o eixo para sua justificativa aumentou, pois agora foram os alunos A3, A7, A8, A9, A11, A13 e A14. Acreditamos, ainda, que essas mudanças estejam relacionadas a nossa intervenção, pois os alunos que participaram desta pesquisa relataram que nunca haviam trabalhado com esse tipo de gráfico. Outro aspecto considerado, é que as justificativas também não foram diferentes daquela apresentada no pré-teste, apesar de não terem mencionado os valores.

“B”, porque ele está no ponto maior (A7 – item I do pós-teste)

“B”, porque olhando o ponto referencial (x) ele esta na frente (A9 – item I do pós-teste)

B, pois nesse instante ele percorreu o maior espaço (A14 – item I do pós-teste)

Pelas respostas apresentadas para os demais itens II e III, como veremos adiante, acreditamos que o aluno A4, não apresentou justificativa para o item I no pós-teste, talvez por considerar que não precisava, pois, como vimos no pré-teste, ele não teve dificuldades em justificar a resposta.

b) **Relacionou sua resposta ao eixo da velocidade**

Para os itens II e III desta questão era necessário que eles tomassem o eixo vertical (eixo que representava a velocidade do móvel num determinado momento) para justificarem suas respostas. Assim, percebemos que os alunos não apresentaram dificuldades para esses dois itens (II e III), uma vez que pelos dados apresentados na tabela 9, um número considerável dos pesquisados observaram a velocidade no eixo esperado, conforme apresentamos em suas justificativas.

“E” de acordo com o gráfico ele esta a 120 m/s o máximo da velocidade apresentada no gráfico (A4 – item II do pré-teste)

A e D os dois estão a 100 m/s (A9 – item III do pós-teste)

O carro 120 m/s porque a velocidade é maior (A7 – item II pós-teste)

“A” e “D” estão na mesma linha com a mesma velocidade, só que o “D” está muito à frente de “A”. (A14 – item III do pré-teste)

As respostas dos demais alunos não se distanciaram dessas apresentadas. Por isso, optamos por apresentar apenas alguns exemplos. Ainda percebemos que alguns alunos, como o caso de A14, no pré-teste, além de verificar quais dos móveis possuíam a mesma velocidade fez uma relação com a posição ocupada pelo móvel.

c) **Relacionou posição e velocidade ao mesmo tempo**

Dos alunos pesquisados, que responderam ao pré-teste, apenas A3 parece ter procurado uma relação com os dados apresentados no gráfico, por isso tenha sido um dos que responderam ao item II de forma incorreta, pois apresentou uma justificativa de que o móvel que está se movendo mais rápido seria o ‘D, pois ele está a 70m com velocidade de 100 m/s, quando chegar a 90 m estará mais rápido devido a variação de sua velocidade’. Esse argumento mostrou que o problema não foi a leitura desse gráfico, mais as considerações feita por esse aluno de que a velocidade do móvel poderia aumentar e isso não estava expresso no problema.

d) **Relacionou sua resposta ao desenho**

Das respostas obtidas, após nossa categorização, identificamos que os alunos A4, A7, A9 e A13, tomaram para o item I do pré-teste, o desenho de modo que apenas A7 apresentou uma

resposta errada. Para o item II, o aluno A13 considerou os dois eixos como referente à posição. As justificativas apresentadas por esses alunos foram:

“B”, pois de acordo com o gráfico ele percorreu todo o trajeto na horizontal (A4 – item I do pré-teste)

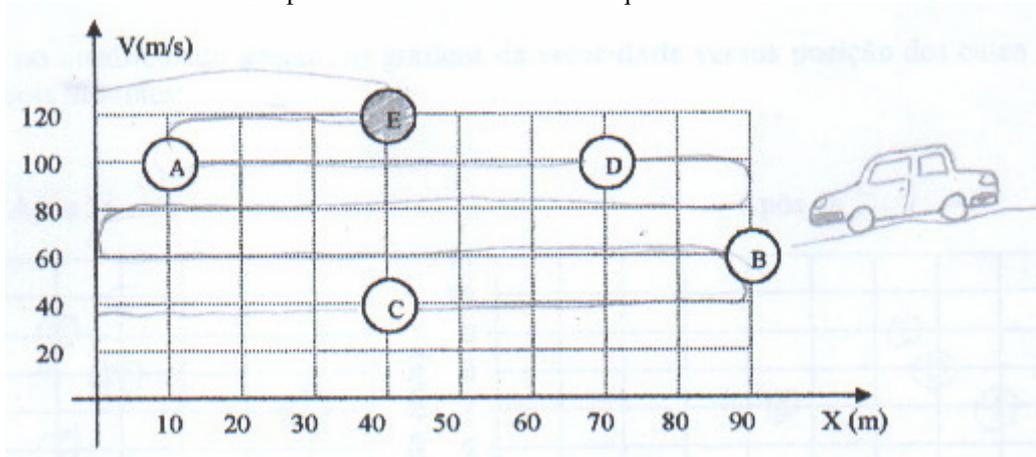
“B” ele está na frente de todos (A9 – item II do pré-teste)

Na horizontal o carro “B” está liderando e na vertical quem lidera é o carro “E” pois ambos estão à frente dos outros carros. (A13 – item I pré-teste)

Talvez seja o “C” porque é o que está mais atrás (A13 – item II do pré-teste)

Acreditamos que, principalmente os alunos A4 e o A13, tenham sido influenciados pelos problemas anteriores, em que propomos que observassem tanto o movimento na horizontal quanto na vertical. Ainda nos chamou a atenção a resposta apresentada por A7, que justificou que o móvel que estava liderando a corrida era ‘o carro “E” por que ele está mais perto da velocidade final’. Ele parece ter considerado, como vemos na figura 8, a grade do gráfico como sendo o percurso (trajetória) feito pelo móvel.

Figura 8
Resposta de A7 ao item I da sexta questão



Concluindo

Os resultados encontrados para esses três itens não diferem daqueles encontrados em nosso projeto piloto (ver anexo 1) realizado em outra instituição pública de ensino, com alunos de 8ª série do ensino fundamental (hoje denominado 9º ano do ensino fundamental), que também não haviam trabalhado com gráficos cinemáticos discretos (PELLOSO, JÓFILI e BASTOS, 2005).

Perece que a articulação com os dados apresentados nos gráficos cinemáticos discretos parecem ter sido mais fácil, do que nos contínuos, uma vez que os resultados apontaram que a maioria dos alunos não apresentaram dificuldades e aqueles que apresentaram dificuldades no pré-teste apresentaram bem mais dificuldades nos gráficos cinemáticos contínuos até mesmo no pós-teste, como foi o caso de alunos como A4, A7 e A13.

❖ **Análise do item IV da sexta questão**

Como propomos para os três itens iniciais (I, II e III) questões que exigiam principalmente a leitura do gráfico, nossa intenção nesse quarto item era verificar como eles relacionam essas informações no gráfico cinemático discreto. Assim, na tabela 10, apresentamos a categorização dos dados de acordo com as justificativas apresentadas pelos alunos, para o item IV.

Tabela 10
Categorização dos resultados do item IV da 6ª questão do Pré-teste e Pós-teste

Categorias	Pré-teste	Pós-teste
	Item IV	Item IV
Determinou a posição do móvel após 2s	A14	A3, A8, A9, A11, A14, A15
Relacionou a resposta à velocidade	A3, A8, A11	A13
Considerou o desenho	A7, A9, A13	A7
Outros ou não justificou	A4, A15	A4

A partir dos dados coletados e apresentados na tabela 10, construímos no quadro 19 as categorias, teórica e empírica, criadas para este item (IV) e as unidades de análise que emergiram dessas respostas.

Quadro 20
Matriz das Categorias – Item IV da questão 6.

Categoria Teórica	Categoria Empírica	Unidades de Análise
Gráficos Cinemáticos discretos	Interpretação de gráficos cinemáticos discretos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinou a posição do móvel após 2s. ▪ Relacionou a resposta à velocidade. ▪ Considerou o desenho.

Assim, considerando as unidades de análise que emergiram dessa questão, analisamos cada uma delas.

a) **Determinou a posição do móvel após 2s.**

Os dados apresentados na tabela 10 mostraram que os alunos tiveram dificuldades em determinar a posição do móvel após o intervalo de 2s, uma vez que no pré-teste apenas o aluno A14 o fez, justificando que a resposta correta seria o móvel ‘ “E”, pois após 2s ele teria percorrido 280m’, ou seja, ele determinou que a velocidade do móvel era de 120 m/s e após 2s ele teria percorrido o equivalente a 240m e como já estava na posição 40m, o móvel iria para a posição 280m. No pós-teste, ele apresentou a mesma resposta, mas não apresentou nenhum cálculo escrito.

No pós-teste outros alunos também utilizaram a mesma idéia, sendo que apresentaram os cálculos realizados como foi o caso de A9 (ver figura 9) e o aluno A11 (ver figura 10).

Figura 9
Resposta de A9 – Item IV da sexta questão

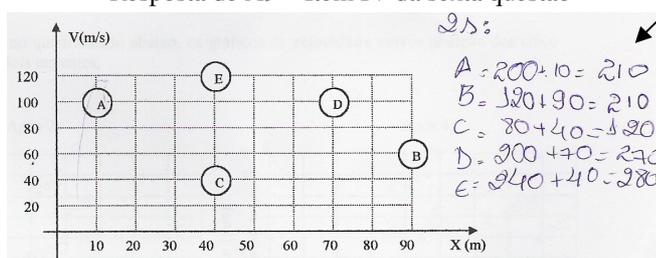
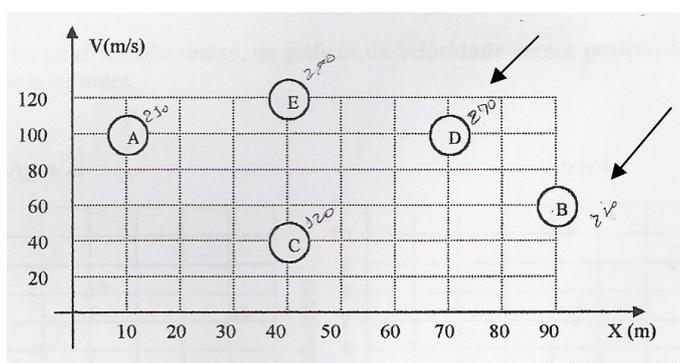


Figura 10
Resposta de A11 – Item IV da sexta questão



Outros alunos, mesmo tendo feito o cálculo do espaço percorrido, parecem ter tido dificuldades em relacionar com a posição que o móvel já se encontrava, como ocorreu com os alunos A3, A8 e A15.

O carro de letra “E” pois se a cada 1s ele corre 120m/s então com 2s ele ira alcançar 240m/s (A3 – item IV do pós-teste da sexta questão)

“E”, pois se ele mantiver a velocidade após dois segundos ele estará no ponto 360m. (A8 – item IV do pós-teste da sexta questão)

Haveria um empate entre os carros B e D, pois A=120, B=240, C=120, D=240 e D=200 (A15 – item IV do pós-teste da sexta questão)

Acreditamos, considerando os argumentos apresentados anteriormente, que A3 mesmo determinado o espaço percorrido pelo móvel ele esqueceu de somar com a posição inicial. Para o aluno A8, acreditamos que ele tenha se equivocado nos cálculos, uma vez que ele identificou de forma correta a posição e a velocidade (itens I e II) e de forma semelhante aconteceu com A15 que, ao invés de multiplicar a velocidade por 2, ele multiplicou a posição por 2, por isso tenha apresentado que haveria empate entre os carros B e D.

b) Relacionou a resposta à velocidade.

Outra unidade que emergiu das respostas apresentadas pelos alunos, nos indicou que eles não determinaram o espaço percorrido pelo móvel. Apenas, tomaram a velocidade para justificar suas respostas. Desse modo, no pré-teste, apresentaram ter tomado a velocidade como elemento para justificar suas respostas, os alunos A3, A8 e A11 e no pós-teste apenas o aluno A13. Acreditamos que as mudanças apresentadas tenham sido reflexo da intervenção e consideramos ainda que as dificuldades apresentadas por esses alunos estejam relacionadas ao fato de não terem trabalhado esse tipo de gráfico em momento anteriores.

“E” pois está com a sua velocidade mais rápida de 120 m/s (A3 – item IV do pré-teste da sexta questão)

“E”. ele está com mais velocidade que o carro “B” (A8 – item IV do pré-teste da sexta questão)

Esses argumentos apontam que eles apesar de terem feito a leitura do gráfico não conseguiram articular as informações apresentadas para responder o problema. O único aluno que se enquadrou nessa unidade de análise no pós-teste foi A13 – *o móvel “E” pois é o que tem velocidade maior*. Tal fato, acreditamos não ser problema de leitura do gráfico, mais a articulação das informações apresentadas no gráfico para responder ao problema.

c) Considerou o desenho

Uma das unidades de análise que não esperávamos para esse item da questão, por apresentarem apenas pontos isolados (cuja abscissa representa a posição ocupada em determinado momento e a ordenada a velocidade nesse mesmo instante), refere-se ao fato de alguns alunos (A7, A9 e A13 no pré-teste e A7 no pós-teste) terem considerado o desenho para justificar suas respostas. Percebemos que esses alunos, em suas respostas, não parecem ter feito nenhuma relação com os dados do gráfico, mesmo A9, que desses, foi o único a apresentar no pré-teste a leitura do gráfico de acordo com os dados apresentados, como apresentamos a seguir.

O carro “A” ou “D”, por que são os que estão mais perto do carro “E” (A7 – item IV do pré-teste da sexta questão)

“B”, pois não é tempo suficiente para a ultrapassagem com a distância que está entre o 1º e o 2º colocado (A9 – item IV do pré-teste da sexta questão)

O carro “E” ou “B”, cada um em sua posição (A13 – item IV da sexta questão)

A resposta de A7 no pós-teste não foi diferente daquela apresentada no pré-teste. O aluno A9, no pós-teste fez a relação que esperávamos (determinou a posição do móvel após os 2s) e A13 associou nessa nova fase a posição ocupada pelo móvel à velocidade do móvel como analisamos anteriormente.

Concluindo

Os resultados encontrados para esse quarto item, no pré-teste, acreditamos que estejam relacionados ao fato de que nunca haviam trabalhado com esse tipo de representação, conforme depoimentos desses alunos. Pois, após a realização de nossa intervenção, onde trabalhamos apenas dois exemplos que exploravam esse tipo de representação (gráfico cinemáticos discretos) dos 9 (nove) alunos pesquisados 6 (seis) apresentaram, no pós-teste, a resposta que esperávamos, ou seja, que determinassem o espaço percorrido pelo móvel e acrescentassem a posição que o este se encontrava para determinar a posição final.

➤ **Análise da sétima questão**

Procurando atender os objetivos propostos em nossa pesquisa, conforme apresentamos na introdução, procuramos elaborar um problema em que os alunos tivessem que fazer a construção de um gráfico cinemático discreto, a partir de uma situação proposta (ver quadro 20) em que apresentava a posição e a velocidade de cinco móveis distintos em dois instantes diferentes.

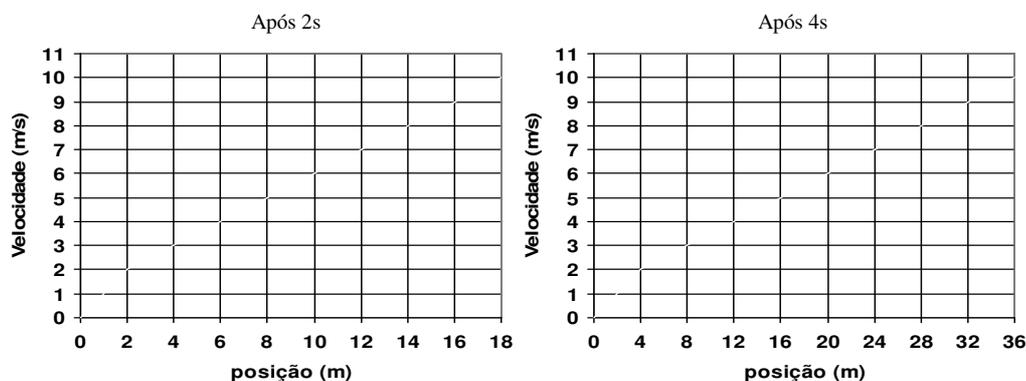
Quadro 21
Enunciado da questão 7.

- 7) Em Panelas, situada na região da Mata Sul de Pernambuco, ocorre uma festa popular na qual a principal atração é uma **corrida de jericos**. Os animais seguem pela rua principal, percorrendo uma certa distância entre as linhas de partida e chegada. Por ocasião da última festa, concorreram 5 (cinco) jericos. Um aluno da escola local, que pretendia acompanhar o evento com mais cuidado, decidiu registrar as posições e velocidades dos jericos em dois instantes após a largada, obtendo os seguintes resultados:
- I) Dois segundos após a largada, o jericos nº 01 estava a 16 m da linha de largada e se movia com velocidade de 7,0 m/s; o jericos nº 02 estava a 10 m, movendo-se com velocidade de 8,0 m/s; o jericos nº 03 estava a 8 m, com velocidade de 9,0 m/s; o jericos nº 04 estava a 12 m, com velocidade de 4,0 m/s e o jericos nº 05 estava a 8 m, com velocidade de 6,0 m/s.
- II) Quatro segundos após a largada, as posições e velocidades dos cinco jericos, em ordem crescente do número de jericos foram: 32 m e 7,0 m/s; 28 m e 8,0 m/s; 26 m e 9,0 m/s; 24 m e 5,0 m/s; 18 m e 7,0 m/s.

Fonte: BASTOS, 1998b, p. 2.

A partir deste problema foram propostas duas atividades, em que: na primeira atividade deveriam representar as posições e velocidades de cada móvel (jérico), nos dois momentos distintos, em dois gráficos (ver figura 11) que já apresentavam no eixo da abscissa a posição do móvel e no eixo da ordenada a velocidade. E, para a segunda atividade, deveriam, a partir dos dados do problema ou do gráfico construído, fazerem inferências sobre a possível classificação do movimento em *uniforme* ou *variado*.

Figura 11
Gráficos – Primeira atividade da sétima questão



❖ Análise da primeira atividade

Nessa primeira atividade nossa intenção era de verificar se os alunos tinham dificuldades em localizar no gráfico as coordenadas de cada móvel (jerico). Dessa forma, apresentamos na tabela 11, os dados categorizados, para a primeira atividade dessa sétima questão de acordo com as justificativas apresentadas pelos alunos no pré-teste e no pós-teste.

Tabela 11
Categorização dos resultados da primeira atividade da 7ª questão do Pré-teste e Pós-teste

Categorias	Pré-teste	Pós-teste
Representou corretamente os pares ordenados (posição vs velocidade) e identificou os pontos.	A7, A8, A9, A11, A15	A4, A7, A8, A9, A11, A13, A14, A15
Representou corretamente os pares ordenados (posição vs velocidade) e não identificou os pontos.	A4, A14	-
Representou corretamente os pares ordenados (posição vs velocidade), porém ligou os pontos.	A13	-
Outros	-	A3
Não respondeu	A3	-

A partir dos dados coletados e apresentados na tabela 11, construímos no quadro 20 as categorias, teórica e empírica, criadas para esta primeira atividade e as unidades de análise que emergiram dessas respostas.

Quadro 22
Matriz das Categorias – Primeira atividade da questão 7.

Categoria Teórica	Categoria Empírica	Unidades de Análise
Gráficos Cinemáticos discretos	Leitura de gráficos cinemáticos discretos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Representou corretamente os pares ordenados (posição vs velocidade) e identificou os pontos. ▪ Representou corretamente os pares ordenados (posição vs velocidade) e não identificou os pontos. ▪ Representou corretamente os pares ordenados (posição vs velocidade), porém ligou os pontos.

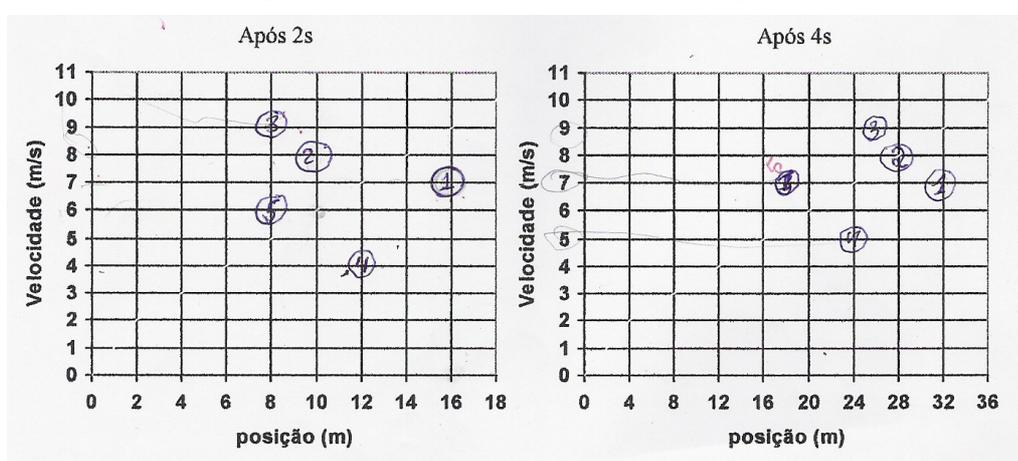
Assim, considerando as unidades de análise que emergiram dessa questão, analisamos cada uma delas.

a) Representou corretamente os pares ordenados (posição vs velocidade) e identificou os pontos.

Percebemos de acordo com os dados da tabela 11, que os alunos não apresentaram dificuldades em representar os pontos e identificá-los (no pré-teste os alunos A7, A8, A9, A11 e A15, e no pós-teste os alunos A4, A7, A8, A9, A11, A13, A14 e A15) conforme esperávamos para essa questão, já que se trata de uma atividade que exigiu dos alunos apenas a localização dos pares ordenados no gráfico, e como analisamos na questão seis, esse parece não ser um dos problemas enfrentados pelos alunos, ao trabalharem com esse tipo de representação.

Assim, tomamos como exemplo a resposta de A7 (ver figura 12), que parece ter sido dentre os alunos entrevistados, aquele que apresentou maiores dificuldades para justificar as questões anteriores, e que não apresentou dificuldades para responder a essa atividade nas fases do pré-teste e do pós-teste.

Figura 12
Resposta de A7 – primeira atividade da sétima questão

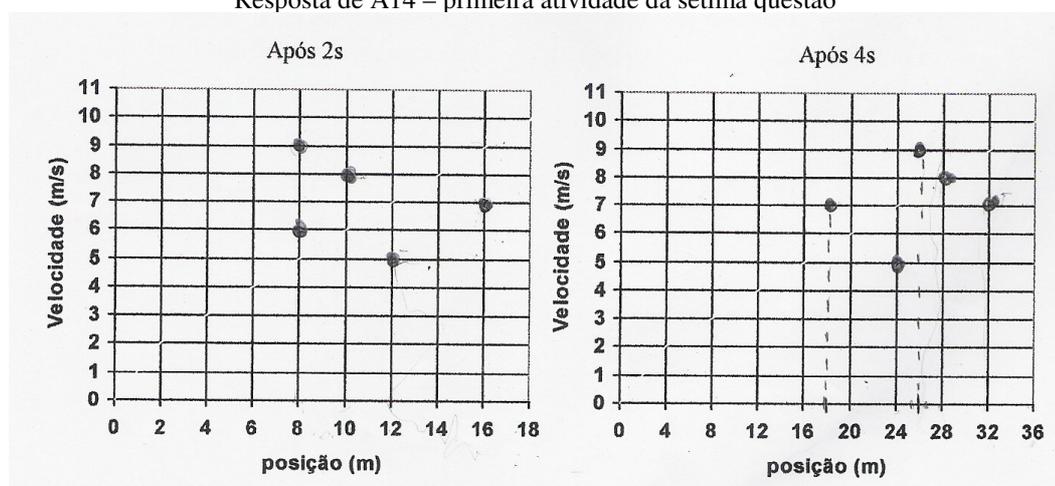


Pelo número de alunos que representaram corretamente e identificaram o móvel (jerico) percebemos que não parece ser um problema na análise do gráfico a localização dos pontos.

- b) Representou corretamente os pares ordenados (posição vs velocidade) e não identificou os pontos.

Dentre as respostas do pré-teste ocorreu que alguns alunos (A4 e A14) não identificaram os pontos representados em cada gráfico. Acreditamos que tal fato esteja relacionado apenas a uma falta de atenção dos alunos, uma vez que esses dois alunos não apresentaram dificuldades para a questão anterior.

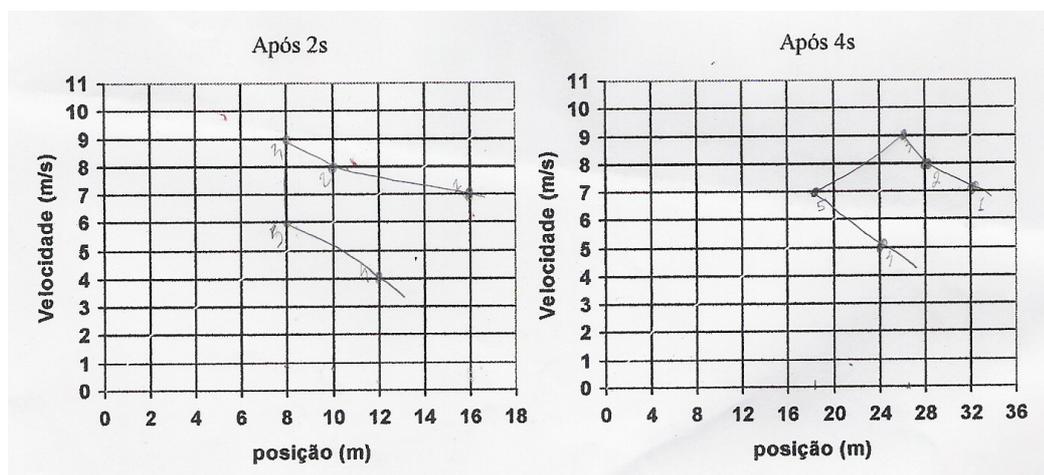
Figura 13
Resposta de A14 – primeira atividade da sétima questão



- c) Representou corretamente os pares ordenados (posição vs velocidade), porém ligou os pontos.

Dentre as respostas categorizadas e apresentadas na tabela 11, percebemos que apenas o aluno A13, no pré-teste ligou os pontos, representados de forma correta, tentando fazer uma ligação entre os móveis (ver figura 14).

Figura 14
Resposta de A13 – primeira atividade da sétima questão



Acreditamos que esta tentativa de A13 ligar os pontos esteja relacionada à falta de trabalhos com gráficos desse tipo em sala de aula e as questões anteriores que apresentavam gráficos cinemáticos contínuos.

❖ Análise da segunda atividade

Nesta segunda atividade, a intenção é verificar que elementos os alunos consideraram para verificar se o movimento era *uniforme* ou *variado*, uma vez que eles poderiam tomar o gráfico construído ou seus elementos ou ainda ou os dados apresentados no problema.

Esperávamos que para responder a esta questão eles tomassem as informações do gráfico (velocidade e posição) para fazerem qualquer inferência sobre o tipo de movimento que era executado por cada jerico. Dessa forma, categorizamos os dados desta questão, conforme as justificativas dadas, e os apresentamos na tabela 12.

Tabela 12
Categorização dos resultados da segunda atividade da 7ª questão do Pré-teste e Pós-teste

Categorias	Pré-teste					Pós-teste				
	J1	J2	J3	J4	J5	J1	J2	J3	J4	J5
Considerou apenas a velocidade						A3	A3	A3	A3	A3
	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4
	A11	A11	A11	A11	A11	A8	A8	A8	A8	A8
	A14	A14	A14	A14	A14	A9	A9	A9	A9	A9
						A13	A13	A13	A13	A13
						A14	A14	A14	A14	A14
Considerou a velocidade e o desenho	A8 A13	A8 A13	A8 A13	A8 A13	A8 A13					
Considerou a velocidade e a posição						A11	A11	A11	A11	A11
Outros						A7	A7	A7	A7	A7
Não respondeu	A3, A7, A9, A15					A15				
Obs.: J = Jerico										

A partir dos dados coletados e apresentados na tabela 12, construímos no quadro 21 as categorias, teórica e empírica, criadas para esta primeira atividade e as unidades de análise que emergiram dessas respostas.

Quadro 23
Matriz das Categorias – Segunda atividade da questão 7.

Categoria Teórica	Categoria Empírica	Unidades de Análise
Gráficos Cinemáticos discretos	Leitura e interpretação de gráficos cinemáticos discretos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Considerou apenas a velocidade. ▪ Considerou a velocidade e o desenho. ▪ Considerou a velocidade e a posição.

Assim, considerando as unidades de análise que emergiram dessa questão, analisamos cada uma delas.

a) Considerou apenas a velocidade.

A partir dos dados categorizados na tabela 12, percebemos que os alunos tomaram como principal elemento para classificar o movimento era a *velocidade* que o móvel (jerico) tinha nos dois instantes assinalados no problema. No entanto, ocorreu que alguns alunos (A4, A11 e A14 no pré-teste e A3, A4, A8, A9 e A13 no pós-teste) tomaram apenas a velocidade para classificar o movimento desconsiderando qualquer outra informação apresentada no gráfico, como podemos observar em seus argumentos.

Uniforme, pois sua velocidade foi mantida (A4 – resposta para o J1 no pré-teste)

Uniforme, pois sua velocidade é igual (A14 – resposta pra J2 no pós-teste)

Uniforme, pois também manteve a mesma velocidade (A11 – resposta para J3 no pré-teste)

Variado. Aumentou a sua velocidade (A13 – resposta para J4 no pós-teste)

Variado ele aumentou a velocidade (A8 – resposta pra J5 no pós-teste)

Considerando as respostas categorizadas na tabela 12, acreditamos que todos os alunos que consideraram apenas a velocidade para justificar seu argumento, parecem ter associado que para o movimento se considerado uniforme basta que sua velocidade antes e depois seja igual, e para o movimento variado que a velocidade seja diferente. No entanto, não identificamos se esses alunos perceberam que o que temos é a velocidade instantânea em dois momentos distintos (após 2s e 4s) e o que aconteceu com a velocidade nesse intervalo não é apresentado no nesse tipo de gráfico. O outro aspecto considerado é que eles não procuram observar o que aconteceu com a posição ocupada pelo móvel para justificarem suas respostas. Por isso, todos responderam errado ao tipo de movimento do jerico 1 e 2 que era variado e não uniforme como afirmaram esses alunos.

Quanto a classificação dada ao movimento dos jericos 3, 4 e 5 apesar de estarem corretas, acreditamos que tenham sido apenas coincidência de respostas, já que não fizeram nenhuma relação com a posição ocupada pelo móvel.

b) Considerou a velocidade e o desenho.

Uma das unidades de análise que identificamos apenas no pré-teste, foi aquela cuja resposta esta associada a velocidade do móvel (jerico) e sua posição no desenho (não o valor representado no eixo da abscissa), como percebemos nas justificativas abaixo.

Variado. Apesar de manter sua velocidade ele ultrapassou e ficou na 3 colocação (A8 - resposta para J3 no pré-teste)

Variado. Ele não teve uma velocidade maior, mas ficou quase na mesma posição (A13 – resposta para J2 no pré-teste)

Essas justificativas parecem apontar, assim como identificamos para os gráficos cinemáticos contínuos, que mesmo sendo gráficos cinemáticos discretos, o desenho parece influenciar nas respostas dos alunos. Porém, parece que com menos frequência uma vez que o número de alunos que consideram o desenho foi mínimo para esse problema.

c) Considerou a velocidade e a posição.

Esperávamos que para esta segunda atividade os alunos relacionassem as duas informações (velocidade e tempo) apresentadas no gráfico para justificarem suas respostas. No entanto, percebemos que isso só ocorreu no pós-teste e apenas um aluno (A11) fez essa relação como podemos ver em suas justificativas:

Variado, pois está a 2m a mais do que o previsto (A11 - resposta para J1 no pós-teste)

Uniforme, pois manteve o espaço previsto (A11 – resposta para J3 no pós-teste)

Este aluno apesar de não feito referência a velocidade, acreditamos que ele tenha determinado, de acordo com a velocidade de cada móvel (jerico) a espaço percorrido pelo móvel e conseqüentemente sua posição no instante solicitado. Outro ponto considerado é que a mudança desse aluno do pré-teste para o pós-teste esteja relacionada a nossa intervenção e que o fato de no pré-teste ter considerado apenas a velocidade para justificar sua resposta seja um reflexo do trabalho feito pelo professores em definir que movimento uniforme é aquele em que a velocidade é sempre igual e movimento variado é aquele em que a velocidade muda (ou varia).

Concluindo

Os dados analisados para o segundo item, mostraram que a dificuldade dos alunos para justificarem o tipo de movimento executado pelos jericos nesse intervalo de tempo (entre 2s e 4s) esteja relacionada, talvez, ao fato de não terem o conceito de movimento uniforme ou variado consolidado (apreendido) e não aos dados apresentados no gráfico. Pois acreditamos que os alunos tenham se prendido ao elemento velocidade do gráfico por conta do trabalho que é realizado na escola. Essa consideração pareceu-nos mais evidente quando analisamos os resultados de A11 que não apresentou dificuldades para a maioria das questões e no pré-teste tomou apenas a velocidade como elemento para justificar sua resposta e no pós-teste, depois das observações feita em nossa intervenção, fez uma relação da velocidade com o espaço percorrido pelo móvel (jericos).

3.2 Análise do CHD – Círculo Hermêutico Dialético

Como descrito no capítulo II, após a análise dos dados do pré-teste e pós-teste, passamos para a fase final da Metodologia Interativa, a análise dos dados da entrevista obtidos através da técnica do CHD (descrita no capítulo II, p. 39) que, seguindo os pressupostos da metodologia interativa desenvolvida por Oliveira (1999, 2005), processou-se de uma forma bastante didática: as categorias teóricas deram suporte ao processo de análise, reportando-nos à Fundamentação Teórica; as categorias empíricas emanaram da aplicação dos instrumentos da pesquisa (a situação em questão) e as unidades de análise surgiram dos alunos, a partir dos dados coletados nas entrevistas (técnica do CHD).

Como realizamos a aplicação do CHD nas duas fases da pesquisa (pré-teste e pós-teste) fizemos a análise dos dois ciclos de forma separada, conforme propomos para a análise dos resultados (ver página 45).

3.2.1 Análise do CHD – pré-teste

Nesta seção, apresentamos as construções e reconstruções dos alunos: A1 (entrevistado E3), A4 (entrevistado E1), A7 (entrevistado E4), A10 (entrevistado E5) e A13 (entrevistado E2), para as questões analisadas na seção 3.1.1 e 3.1.2.

Na primeira questão (descrita na p. 47), propomos aos alunos um gráfico da posição vs. posição, em que deveriam identificar, a partir do gráfico proposto, os deslocamentos efetuados para os movimentos horizontal e vertical. Na página 48, foram apresentadas as categorias teóricas, empíricas e as unidades de análise para esta questão (ver quadro 6).

Entrevistado E1 (aluno A4)

O comentário do primeiro entrevistado sobre a questão foi: *“como o móvel não anda no plano ele não possui movimento horizontal, apenas movimento vertical”*. Em relação ao que está apresentado nos dois eixos, o aluno considera que *“não é necessário identificar os eixos para responder às perguntas”*. No que se refere ao valor do deslocamento, ele não percebeu quanto seria.

Síntese E1

- I) Não, pois a figura não representa nenhuma característica de deslocamento horizontal.
 II) Sim, pois os traços revelam variação na linha vertical.

Entrevistado E2 (aluno A13)

Com relação à questão, o aluno *“achava que para responder a questão não era necessário olhar para os eixos do gráfico”*. Quanto ao movimento horizontal, ele considerou que eles *“seriam os pequenos intervalos paralelos ao eixo “x”*”. Ao dizer isso apontou para os pequenos intervalos próximos aos instantes 10s, após 20s e no instante 30s. No que se refere ao valor do deslocamento, ele não percebeu quanto seria.

Síntese E1 + E2

- I)
- Não, pois a figura não representa nenhuma característica de deslocamento horizontal.
 - Sim, algumas partes do gráfico mostram que existe um deslocamento na horizontal.
- II) Sim, pois os traços revelam variação na linha vertical.

Como na síntese não houve um consenso entre E1 e E2, em relação à primeira pergunta, são apresentadas as duas respostas, elas não foram identificadas, pois o objetivo era que próximo aluno pudesse ver as respostas anteriores para concordar, discordar ou acrescentar comentários para cada argumento já apresentado.

Entrevistado E3 (aluno A1)

Em termos da questão como um todo, o aluno afirmou: *“não respondi porque não lembrava o que era deslocamento, mas acho que o vertical é representado por esse eixo (aponta para o eixo “x”) e esse outro (aponta para o eixo “y”) seria o horizontal”*.

Síntese E1 + E2 + E3

- I)
- Não, pois a figura não representa nenhuma característica de deslocamento horizontal.
 - Sim, em algumas partes do gráfico, as curvas no desenho mostram que existe um deslocamento na horizontal.
- II) Sim, pois os traços revelam variação na linha vertical.

Percebemos que para a construção dessa síntese, houve uma mudança na reconstrução proposta por E3, pois ao concordar com o “sim” da primeira pergunta, este acrescenta que “*as curvas no desenho é o que mostram o deslocamento horizontal*”. Essa mudança é característica da reconstrução feita pelo entrevistado. Observemos também, que a primeira resposta negativa para o item I é mantida como registro da posição de E1.

Entrevistado E4 (aluno A7)

A resposta dada à questão pelo aluno foi: “*Apenas num pequeno espaço entre o 45 e 50 (apontando para o eixo “x”) teve movimento horizontal*”. A trajetória do móvel seria “*o desenho do gráfico*”. No que se refere ao valor do deslocamento ele não percebeu quanto seria.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4

- I)
- Não, pois a figura não representa nenhuma característica de deslocamento horizontal.
 - Sim, em algumas partes do gráfico, as curvas no desenho mostram que existe um deslocamento na horizontal.
- II) Sim, pois os traços revelam variação na linha vertical.

Como E4 também só identificou que houve movimento horizontal para pequenos intervalos, como descrito acima, quando apresentado à síntese dos anteriores, ele concordou com a segunda resposta do item I, pois o desenho mostrava que havia outras partes do gráfico onde o movimento era horizontal.

Entrevistado E5 (aluno A10)

Com relação ao deslocamento na horizontal havia respondido no pré-teste, para o item I, que apesar ‘*das curvas serem maiores que outras ele continua na horizontal*’ nessa entrevista afirmou que quanto ao valor do deslocamento ‘*não prestei atenção de quanto. Hoje diria que é de 20m, mas acha confuso*’ (para responder o 20m ele se referiu à posição em relação ao eixo vertical). Para o item II respondeu no pré-teste, que ‘*não houve movimento vertical, pois as curvas maiores aparentam ser vertical por conta do tamanho desigual*’ nessa entrevista rever dizendo que o trecho assinalado apresenta ser vertical (aponta para o intervalo entre 20 e 30 do eixo “y”).

Depois de submetido à síntese das respostas anteriores, por estar confuso em suas respostas, preferiu concordar com as respostas apresentadas na síntese anterior.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4 + E5

- I)
- Não, pois a figura não representa nenhuma característica de deslocamento horizontal.
 - Sim, em algumas partes do gráfico, as curvas no desenho uma maior que outra, mostram que existe um deslocamento na horizontal.
- II) Sim, pois os traços revelam variação na linha vertical.

Consenso

- I) Sim, por conta das partes do gráfico que tinham uma tendência horizontal.
 II) Sim, pois os traços revelam deslocamento na linha vertical.

Nesse momento os entrevistados tiveram a oportunidade de discutir e reavaliar suas respostas e de certa maneira reconstruir conceitos, pois essa interação entre realidades diferentes e pontos de vistas diferentes demandou do sujeito reconstruções de suas construções. No entanto, até este momento não conseguiram chegar à conclusão de quanto seria o deslocamento horizontal e o vertical e parece-nos que também não conseguiram se desvincular do formato do desenho, pois os dados apresentados nos dois eixos pareceu não influenciar para identificar o deslocamento realizado pelo carrinho do problema.

Na segunda questão (descrita na p. 56), propomos aos alunos um gráfico da posição vs. posição, que deveriam relacionar aos gráficos da posição vs. tempo e velocidade vs. tempo, realizados para as componentes horizontal e vertical do movimento. Na página 58, foram apresentadas as categorias teóricas, empíricas e as unidades de análise para esta questão (ver quadro 8).

Entrevistado E1 (aluno A4)

Este aluno justificou que *'a linha representa a trajetória'*. Ainda procurando compreender o gráfico disse que *'em "B" ele perde a maior parte da força, que o jogador imprimiu para a bola, por conta da gravidade, porque de "A" para "B" a força imposta é maior que a da gravidade por isso ela sobe'*. Revendo suas respostas disse que escolheu os itens I, foi com base que era o único que tinha uma linha horizontal e o item II era o que mais parecia com o desenho e que para os itens III e IV não *'não sabia como era possível achar a velocidade'*.

Síntese E1

- I) "C" pois explica a trajetória da bola na horizontal.
 II) "A" pois explica a perda da força da bola na trajetória percorrida
 III) não respondeu
 IV) não respondeu.

Entrevistado E2 (aluno A13)

Este aluno não identificou a linha como sendo a trajetória da bola. Afirmou que ‘*de “A” para “B” a velocidade aumentou, pois pegou força para subir e a força aumentou mais de “B” para “C”*’ (ele fez referência a força da gravidade). Não identificou os eixos para responder as perguntas.

Síntese E1 + E2

- I) “C” pois explica a trajetória (movimento) da bola na horizontal.
- II)
 - “A” pois explica a perda da força da bola na trajetória percorrida
 - “B”, pois no instante que a bola sai do chão começa o movimento vertical.
- III) “A”, pois quando a bola está no momento que antecede a queda há uma velocidade maior.
- IV) “C”, pois no momento em que a bola começa a cair existe um impulso maior e conseqüentemente uma velocidade maior.

Em sua reconstrução para o item I, ele considerou que trajetória seria o movimento, e não o percurso realizado pela bola. Quanto ao item II, não concordou com a opção de E1, uma vez que o gráfico “B” é o que está mais próximo da vertical. Percebemos que sua concepção de movimento parece ser aquela proposta pela *Teoria do Impetus*, pois acredita que tanto a força do jogador quando da gravidade “passam” para a bola. Nessa síntese, como E1 não havia apresentado nenhum argumento para os itens III e IV, acrescentamos para o próximo entrevistado as respostas de E2.

Entrevistado E3 (aluno A1)

Este aluno disse ter reconhecido a linha pontilhada como o percurso da bola, e que ‘*o percurso seria igual à trajetória da bola*’. Não associou as respostas com o desenho do problema, o que levou em consideração para responder foram as palavras horizontal e vertical.

Síntese E1 + E2 + E3

- I) “C” pois explica a trajetória (movimento) da bola na horizontal.
- II)
 - “A” pois explica a perda da força da bola na trajetória percorrida
 - “B”, pois no instante que a bola sai do chão começa o movimento vertical.
- III) “A”, pois quando a bola está no momento que antecede a queda há uma velocidade maior.
- IV) “C”, pois no momento em que a bola começa a cair existe um impulso maior e conseqüentemente uma velocidade maior.

E3 não apresentou nenhuma contribuição para a síntese já construída. Acreditamos que tal situação esteja relacionada às dificuldades que ele apresentou em fazer a análise do problema,

pois além de não ter apresentado no pré-teste nenhuma justificativa para suas respostas, na entrevista apenas disse que o que olhou foi o “desenho”.

Entrevistado E4 (aluno A7)

Este aluno identificou que *‘a linha pontilhada seria a trajetória’*. O jogador “botou” força na bola para chutar e a força foi para a bola até o ponto “B” e depois diminui mais ainda. (refere-se a força que o jogador colocou na bola).

Síntese E1 + E2 + E3 + E4

- I) “C” pois explica a trajetória (movimento) da bola na horizontal.
- II)
 - “A” pois explica a perda da força da bola na trajetória percorrida
 - “B”, pois no instante que a bola sai do chão começa o movimento vertical.
- III) “A”, pois quando a bola está no momento que antecede a queda há uma velocidade maior.
- IV) “C”, pois no momento em que a bola começa a cair existe um impulso maior e conseqüentemente uma velocidade maior (durante a queda a velocidade diminui e não aumenta)

Assim como o entrevistado anterior, parece-nos que ele acredita que a força impressa pelo jogador “passa” para a bola. Após revisar suas construções, ele prefere manter as respostas dos demais, exceto para o item IV, pois discorda quanto a velocidade durante a queda ser maior. Ele acredita que a velocidade diminui, mas não faz nenhuma referência ao porque isso ocorre (não fala em gravidade) e não fala em módulo da velocidade.

Entrevistado E5 (aluno A10)

Para este aluno, *‘o jogador fez uma força de “A” para “B”’*, por isso, *‘a velocidade aumentou e de “B” para “C” a velocidade diminuiu’*. Ainda concluiu que *‘de “B” para “C” a força diminui para chegar a “C”’*, e que *‘ela precisa reduzir a força senão passaria de “C”’*. O tempo gasto para ir de “A” para “B” e diferente de “B” para “C”. Não fez nesse momento nenhuma referência a força da gravidade.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4 + E5

- I)
 - “C” pois explica a trajetória (movimento) da bola na horizontal.
 - “B” a altura representa melhor o tempo.
- II)
 - “A” pois explica a perda da força da bola na trajetória percorrida
 - “B”, pois no instante que a bola sai do chão começa o movimento vertical.
- III) “A”, pois quando a bola está no momento que antecede a queda há uma velocidade maior.
- IV)
 - “C”, pois no momento em que a bola começa a cair existe um impulso maior e conseqüentemente uma velocidade maior. Durante a queda a velocidade diminui e não aumenta.

- “B”, pois dessa forma é possível vermos com que tempo ele retorna a superfície.

Após ter visto as respostas das construções anteriores, ele continuou acreditando que a melhor opção para o item I, era a letra “B”, pois argumentava que o tempo aumentava, como colocou no pré-teste *‘inclinado possa ser que pela altura represente melhor o tempo’*. O outro item que não concordou, pelo mesmo motivo já apresentado, foi o IV, por isso acrescentamos na síntese sua opção para que fosse discutido no consenso final desta questão.

Consenso

- I) “C” pois explica a trajetória (movimento) da bola na horizontal.
- II) “B”, pois no instante que a bola sai do chão começa o movimento vertical.
- III) “A”, pois quando a bola está no momento que antecede a queda há uma velocidade maior.
- IV) “C”, pois no momento em que a bola começa a cair existe um impulso maior e conseqüentemente uma velocidade maior.

Percebemos que as respostas que prevaleceram após o consenso, mostraram que está questão foi de difícil compreensão pelos alunos. Outro ponto que observamos para esta questão foi referente ao fato de que alguns alunos ficavam com receio de “bater” de frente com o argumento dos outros na hora do consenso. Por isso, concordavam sem apresentar nenhuma justificativa como observamos para E4 e E5. Ao contrário, presenciamos que os outros entrevistados se empenharam em apresentar seus argumentos.

Na terceira questão (descrita na p. 73), propomos aos alunos um gráfico da posição (eixo vertical) vs. tempo (eixo horizontal), onde deveriam determinar, a partir do gráfico proposto, a função correspondente para o referido movimento. Na página 74, foram apresentadas as categorias teóricas, empíricas e as unidades de análise para esta questão (ver quadro 11).

Entrevistado E1 (aluno A4)

Não tinha idéia como encontrar a equação a partir do gráfico ou vice-versa. Talvez por sua dificuldade em trabalhar com equações desde a 6ª série. Assim, não apresentou resposta e ainda não tem idéia de como responder.

Considerando essa justificativa de E1, não elaboramos nenhuma síntese desta questão para E2.

Entrevistado E2 (aluno A13)

Este aluno justificou nessa entrevista que não sabia responder como tinha achado a resposta, no entanto acreditava que a escolha tinha relação com os sinais, por serem iguais. Quanto ao que estava representado em cada eixo (x e y) não soube identificar o que representava.

Síntese E1 + E2

“A” porque tomou como referencial o “-5” do gráfico.

Entrevistado E3 (aluno A1)

Não tinha idéia como encontrar a equação a partir do gráfico ou vice-versa e não conseguiu achar nenhuma relação do gráfico com as equações

Síntese E1 + E2 + E3

“A” porque tomou como referencial o “-5” do gráfico.

Entrevistado E4 (aluno A7)

Este aluno disse que fez a escolha ‘*tentando trocar “x” pelos valores para ver se dava certo*’.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4

“A” porque tomou como referencial o “-5” do gráfico

Percebemos em nossa análise do pré-teste (ver página 76, figura 7) que a “troca” realizada por este aluno foi meio confusa, talvez por esse motivo que quando teve acesso à resposta das construções anteriores preferiu aceitar sem fazer comentários.

Entrevistado E5 (aluno A10)

Este aluno propôs que o ‘*gráfico tem altura e o ponto inicial é o “0”*’. Assim, sua escolha foi tentando encontrar alguma relação entre os valores dado no gráfico. Não associou ou fez referência a conceitos de Matemática como equações de 2º grau.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4 + E5

“A” porque tomou como referencial o “-5” do gráfico e por conta do jogo do sinal (-5 x 6)

Para justificar a alternativa escolhida ele acrescentou a resposta que além de começar do -5, teve o jogo de sinal -5 (primeiro valor do eixo y) multiplicado por 6 (último valor do eixo x) que daria o -30.

Consenso

“A” porque tomou como referencial o “-5” do gráfico e por conta do jogo do sinal (-5 x 6)

Quando houve o consenso desta questão, os alunos que participaram da entrevista não discutiram muito, alegando que não entendiam direito, por isso aceitaram a justificativa do jeito que foi apresentada, dizendo que estava correta. Acreditamos, que essas observações ressaltam os resultados da análise do pré-teste e pós-teste (p. 73/78), no que se refere a procurar identificar como tem sido realizado o trabalho com gráficos pelos professores, uma vez que passados 10 anos da implementação dos PCN, encontramos alunos com tamanha dificuldade em relacionar gráficos às equações correspondentes.

Na quarta questão (descrita na p. 78), propomos aos alunos um gráfico da posição vs. tempo, onde deveriam identificar, a partir do gráfico proposto, qual deles apresentaram maior velocidade. Na página 79, foram apresentadas as categorias teóricas, empíricas e as unidades de análise para esta questão (ver quadro 6).

Entrevistado E1 (aluno A4)

Este aluno na entrevista apontou que sua escolha deve-se ao fato de que ‘o móvel “A” teria velocidade de 15’ (referindo ao eixo da posição que saiu do 5m e foi para a posição 20m), enquanto ‘o móvel “B” teria velocidade de 20’ (referindo-se que saiu do 0 e foi para o 20m) e ‘o móvel “C” teria velocidade de 40’ (para esse caso não considerou a posição -10m, é como se o móvel tivesse partido da posição 0). Outro ponto observado foi o fato de não especificar as grandezas e nem fazer referência ao eixo horizontal. Apenas observou o eixo vertical sem identificar o que este representava. Na sua reconstrução, mudaria sua resposta para “C” ‘*porque é o que teve maior velocidade*’ (referindo ao valor acima).

Síntese E1

“B” por ter ponto inicial e velocidade final.

Entrevistado E2 (aluno A13)

A escolha de E2, também foi relacionado com a posição ocupada pelo móvel, pra ele ‘*quem partiu primeiro em relação a posição terá maior velocidade*’. No entanto, ainda não percebeu que velocidade seria a relação entre a posição e o tempo, por isso, não fez referência ao cálculo da velocidade em nenhum momento. Quando apresentado a resposta do aluno E1, disse que ‘*minha resposta também tem ponto inicial e velocidade final*’ por isso ele preferia manter sua resposta.

Síntese E1 + E2

- “B” por ter ponto inicial e velocidade final.
- “C”, por ter saído do -10 e foi para o 40.

Entrevistado E3 (aluno A1)

Para este aluno sua escolha da alternativa “C” foi relacionada ao fato de que *‘a reta representada no gráfico tem uma quantidade maior de pontos destacados’*, ou seja, assim como os demais alunos anteriores ele também se fixou no eixo vertical apenas para identificar a velocidade, por isso concordava com a segunda resposta da síntese e não acrescentava nada.

Síntese E1 + E2 + E3

- “B” por ter ponto inicial e velocidade final.
- “C”, por ter saído do -10 e foi para o 40.

Entrevistado E4 (aluno A7)

Pra este aluno, ao rever sua resposta disse que *‘a escolha da alternativa “A” foi baseada porque foi o móvel que gastou menos tempo’*. Percebemos que até esse momento ele ainda não fez referência ao deslocamento efetuado pelo móvel. Porém, ao ter contato com as respostas anteriores, disse que *‘realmente, quem percorreu mais espaço foi o móvel “C”’* por isso concordava com a segunda resposta da síntese.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4

- “B” por ter ponto inicial e velocidade final.
- “C”, por ter saído do -10 e foi para o 40.

Entrevistado E5 (aluno A10)

Este aluno justificou ter feito *‘multiplica a posição vezes tempo’* para os valores do gráfico (refere-se a ter feito para o gráfico “A”: 20×3 , para o gráfico “B”: 20×5) para “C”, não soube explicar, não fez *‘porque no gráfico “C” tinha o valor de -10 e como era negativo ia ficar menor’*. Por isso, concordou com a primeira opção e disse que como não tinha certeza de sua conta podia deixar como estava.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4 + E5

- “B” por ter ponto inicial e velocidade final.
- “C”, por ter saído do -10 e foi para o 40.

Consenso

- “C”, por ter saído do -10 e foi para o 40.

Parece que o fato de já terem estudado, tanto na oitava série (hoje nono ano do fundamental) como na primeira série do Ensino Médio, velocidade média de um móvel, parece que esse conceito não foi construído por esses alunos. Pois depois de discutirem sobre a resposta, nenhum fez referência ao que seria velocidade média. Por isso, preferiram optar pelo móvel que percorreria mais espaço.

Na quinta questão (descrita na p. 83), propomos aos alunos um gráfico da posição vs. tempo, onde deveriam responder, a partir do gráfico proposto, os itens I e II sobre o deslocamento efetuado pelo móvel; os itens III e IV sobre velocidade média em intervalos específicos e os itens V e VI sobre o tipo de movimento realizado pelo móvel. Nas páginas 84, 89 e 93 foram apresentadas, respectivamente, as categorias teóricas, empíricas e as unidades de análise para estes itens.

Entrevistado E1 (aluno A4)

Esse aluno fazendo uma análise do gráfico, durante a entrevista, considerou que *'o desenho representa a trajetória do móvel, no começo ganha força por conta da trajetória e depois a força não se altera'* (referindo-se ao intervalo de 4s a 10s) Em relação ao item I *'só olhou os números do eixo da posição'* observamos que ele não fez referência a grandeza seja da posição seja do tempo. Para o item III ele considerou que a velocidade seria igual porque *'é uma reta única os dois intervalos'*. Quanto ao item IV considerou que no começo a velocidade não era 20, *'mais percorreu um espaço maior e tornou-se 20'* (novamente não fez referência a grandeza da velocidade). Compreende que no movimento uniforme *'a velocidade não muda e no movimento variado a velocidade muda'*. Como considerou a reta como trajetória por isso considerou que *'durante a subida deveria "ganhar" força e não velocidade'*. Nessa mesma questão ela afirmou que *'de 0 a 4s mostra o "ganho" da velocidade e de 4s a 10s a "estabilidade" da velocidade por isso MV'*. Percebemos que para análise do mesmo gráfico ele fez duas considerações a primeira que durante a subida ele não ganha velocidade ganha força e em seguida, parece desconsiderar isso ao afirmar que de 0 a 4s mostra a ganha da velocidade.

Síntese E1

- I) 20 m
- II) 20 m
- III) igual pois ele ganha a mesma velocidade no percurso
- IV) 20 m
- V) variado, pois esta ganhando velocidade.
- VI) variado pois ele consta a ganha e a estabilidade da velocidade.

Entrevistado E2 (aluno A13)

Esta aluna justificou não ter respondido, pois *'não lembrava o que era deslocamento, nem MU e MUV'*, assim como o fizera para as questões anteriores. Considerou, ainda que o movimento em linha reta significa um movimento na horizontal. Essa dificuldade também foi identificada para as questões anteriores, como vimos na análise do pré-teste e do pós-teste. De posse dos resultados da síntese ela não fez nenhuma consideração. Assim, a síntese não sofreu nenhuma alteração.

Síntese E1 + E2

- I) 20 m
- II) 20 m
- III) igual pois ele ganha a mesma velocidade no percurso
- IV) 20 m
- V) variado, pois esta ganhando velocidade.
- VI) variado pois ele consta a ganha e a estabilidade da velocidade.

Entrevistado E3 (aluno A1)

Apesar de expressar que o professor já trabalhou como determinar a velocidade, tanto na 8ª série do EF como na 1ª série do Em, ele não se lembrava como fazer o cálculo, por isso deixou todas as respostas em branco. Mesmo, agora fazendo uma revisão no problema sugeriu que *'no gráfico de 0 a 4s estava aumentando a velocidade e de 4s a 8s a posição e que estava aumentando'*, ou seja, ele associou que a reta crescente aumenta a velocidade e a reta constante aumenta a posição. Considerou para o mesmo caso duas interpretações sem nenhuma relação entre si. Parece-nos que a fragmentação é bem explícita nesse caso. Assim, ele sugeriu após ter em mãos a síntese das respostas anteriores uma alteração para o item III, pois a velocidade aumenta de um intervalo para outro.

Síntese E1 + E2 + E3

- I) 20 m
- II) 20 m
- III)
 - igual pois ele ganha a mesma velocidade no percurso
 - a velocidade de 2 a 4s e maior que 0 a 2s, pois esta no espaço mais a frente
- IV) 20 m
- V) variado, pois esta ganhando velocidade.
- VI) variado pois ele consta a ganha e a estabilidade da velocidade.

Entrevistado E4 (aluno A7)

Apesar de ter lembrado vagamente de ter visto o que era movimento uniforme e variado na 1ª série do Ensino Médio, não conseguiu responder nenhuma, pois não lembrava o que era deslocamento e nem M.U e M.U.V. Desse modo, ela não quis alterar as respostas já apresentadas a ela, resultado das construções e reconstruções anteriores.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4

- I) 20 m
- II) 20 m
- III)
 - igual pois ele ganha a mesma velocidade no percurso
 - a velocidade de 2 a 4s e maior que 0 a 2s, pois esta no espaço mais a frente
- IV) 20 m
- V) variado, pois esta ganhando velocidade.
- VI) Variado, pois ele consta a ganha e a estabilidade da velocidade.

Entrevistado E5 (aluno A10)

Este aluno observando o gráfico disse que *'o desenho é a representação da trajetória do móvel'*. Também identificou que a velocidade no intervalo de 0 a 2s era maior que no intervalo de 2s a 4s, o inverso das idéias apresentadas pelos entrevistados anteriormente, considerando que o móvel *'teria que fazer mais força para iniciar o movimento'*. Também não se referiu em nenhum momento para o cálculo de velocidade média para responder aos itens desse problema. Na entrevista expôs que para relacionar se o movimento era uniforme ou variado, observou apenas os pontos [(0,0); (2,10); (4,20)] como eram diferentes logo o movimento era variado, tanto para o item V quanto para o item VI. De posse das respostas apresentada pela síntese anterior, e como não tinha certeza de suas respostas, disse que concordava com as respostas fornecidas pelos entrevistados anteriores, propondo que para o item

III ele trocou, *'olhou o gráfico de traz para frente'*, por isso concordou com a segunda resposta do item III, pois *'olhando de outro lado a velocidade de baixo para cima aumenta'*

Síntese E1 + E2 + E3 + E4 + E5

- I) 20 m
- II) 20 m
- III)
 - igual pois ele ganha a mesma velocidade no percurso
 - a velocidade de 2 a 4s e maior que 0 a 2s, pois esta no espaço mais a frente
- IV) 20 m
- V) variado, pois esta ganhando velocidade.
- VI) variado pois ele consta a ganha e a estabilidade da velocidade.

Consenso

- I) 20 m
- II) 20 m
- III) Igual, pois ele ganha a mesma velocidade no percurso.
- IV) 20 m
- V) Variado, pois esta ganhando velocidade.
- VI) Variado, pois ele consta a ganha e a estabilidade da velocidade.

De forma semelhante ao que ocorreu para a questão anterior não identificamos que os alunos tenham feito uma reflexão maior sobre suas respostas. Acreditamos que isso tenha ocorrido pela dificuldade que eles encontraram em responder a esse problema, assim como analisamos para os outros alunos que participaram apenas do pré-teste e do pós-teste. Observamos que, mesmo em conjunto, eles não perceberam que no intervalo de 4s a 10s a posição do móvel não se alterou, logo o móvel teria um deslocamento nulo. Outro ponto que observamos é que responderam que no intervalo de 0 a 2s a velocidade era igual ao intervalo de 2s a 4s, no entanto, a justificativa não foi relacionada com a variação de posição e sim que o móvel “ganha” a mesma velocidade.

Na sexta questão (descrita na p. 97), propomos aos alunos um gráfico cinemático discreto, que apresentava no eixo da abscissa a posição do móvel e no eixo da ordenada sua velocidade. A partir do gráfico proposto, nos itens I, II e III deveriam realizar apenas uma leitura desse gráfico, enquanto que para o item IV era necessário que eles fizessem uma projeção da posição de cada móvel para um tempo futuro (após 2s, mantidas as mesmas condições de velocidade). Nas páginas 98 e 102 foram apresentadas, respectivamente, as categorias teóricas, empíricas e as unidades de análise para estes itens.

Entrevistado E1 (aluno A4)

Este aluno ao analisar este gráfico disse que o gráfico contínuo *'representa o caminho'* e o discreto *'a posição'*. Percebemos que para responder aos itens I, II e III fez a leitura dos eixos vertical e horizontal. No entanto não soube explicar sua justificativa para o IV item, onde afirmou que o móvel "D" iria estar na frente.

Síntese E1

- I) "B" por correr todo o trajeto na horizontal.
- II) "E" pois tem velocidade de 120 m/s.
- III) "A" e "D" pois estão na linha dos 100 m/s.
- IV) "D" porque já percorreu boa parte do percurso

Entrevistado E2 (aluno A13)

Este aluno disse que nunca havia visto esses tipos de gráficos. No entanto, mesmo identificando as linhas verticais e horizontais, não soube o que cada uma representava. Por isso sua resposta para o item IV de que poderia ser o móvel "B" (para o movimento na linha horizontal) ou "D" (para o movimento na linha vertical), cada um em sua posição. Assim, quando observado a síntese de E1, acrescentou que para o item I, além do móvel "B" na horizontal, teria também o "E" na vertical. E, tomando o mesmo raciocínio explicou que para o quarto item que estaria liderando a corrida era "E" ou "B", cada um em sua posição.

Síntese E1 + E2

- I)
 - "B" por correr todo o trajeto na horizontal.
 - "E" na vertical pois esta à frente dos outros carros.
- II) "E" pois tem velocidade de 120 m/s.
- III) "A" e "D" pois estão na linha dos 100 m/s.
- IV)
 - "D" porque já percorreu boa parte do percurso
 - "E" ou "B" cada um em sua posição.

Entrevistado E3 (aluno A1)

Este aluno considerou que trabalhar com esse tipo de gráfico era mais fácil, mesmo nunca tendo visto estes gráficos no colégio. Não apresentou dificuldades em ler as informações que tinham nos eixos horizontal e vertical, porém não tinha idéia de como responder ao item IV, ou seja, determinar a posição do móvel após 2s. Mas, de posse da síntese anterior, quando viu que para o item I, haviam duas resposta ele reforçou o motivo pelo qual o carro "E" não poderia estar liderando a corrida.

Síntese E1 + E2 + E3

- I)
 - "B" por correr todo o trajeto na horizontal.
 - "E" na vertical pois esta à frente dos outros carros. Não pode ser pois "E" tem apenas maior velocidade.
- II) "E" pois tem velocidade de 120 m/s.
- III) "A" e "D" pois estão na linha dos 100 m/s.
- IV)
 - "D" porque já percorreu boa parte do percurso
 - "E" ou "B" cada um em sua posição.

Entrevistado E4 (aluno A7)

Justificando as respostas apresentadas no pré-teste, este aluno disse não “*ter olhado o que representava cada eixo*”, pois acreditava que a “*corrida era em forma de “S”*” (ver figura 8, p. 101). Mesmo fazendo essa representação do problema, identificamos que para responder ao item III ela identificou que seriam os móveis “A” e “D” que teriam a mesma velocidade (100 m/s). No entanto, justificou, procurando reforçar que os dois teriam a mesma velocidade, que isso ocorreu “*porque os dois móveis estavam na mesma linha*” conforme a figura criada por esse aluno. Quando observou as respostas da síntese elaborada pelos entrevistados anteriores, concordou com as respostas que tinha para os itens I, II e III, no entanto para o item IV ela argumentou que não só era o “D” que poderia ta liderando a corrida, por isso sugeriu manter sua resposta.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4

- I)
- “B” por correr todo o trajeto na horizontal. Só pode
 - “E” na vertical pois esta à frente dos outros carros.não pode ser pois “E” tem apenas maior velocidade.
- II) “E” pois tem velocidade de 120 m/s.
- III) “A” e “D” pois estão na linha dos 100 m/s.
- IV)
- “D” porque já percorreu boa parte do percurso
 - “E” ou “B” cada um em sua posição.
 - “A” ou “D” por que são o que estão perto do carro “E”

Entrevistado E5 (aluno A10)

Este aluno construiu uma imagem da “corrida” onde esta seria feita no sentido da posição “90m” para o “0”, assim ao fazer a leitura do gráfico respondera que o móvel que estava liderando a corrida era o “A”. Para o item II fez a leitura correta, olhando os valores do eixo vertical (eixo da velocidade). No entanto, para o item III que exigia a mesma atividade, que era apenas fazer a leitura da velocidade de todos os móveis para identificar os que estavam à mesma velocidade, ela usou de outro raciocínio que parece ter observado agora que a posição ocupara pelo móvel também iria importar. Apresentou para esse item a seguinte justificativa: “*A e C. o A está mais acelerado (mostrando a velocidade) e o C que está em modo menos acelerado (mostrando novamente a velocidade) e maior posição 40m’*”. Quando observou a resposta do quarto item, afirmou que vai liderar a corrida o móvel que tem “*a maior velocidade*”. Quando observou a síntese dos entrevistados anteriores ela percebeu que o eixo horizontal representava a posição ocupada pelo móvel e que na “corrida” a posição iria aumentar. Assim, considerou as respostas dos alunos e preferiu “abandonar” sua justificativa para os itens I e III.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4 + E5

- I)
- “B” por correr todo o trajeto na horizontal. Só pode
 - “E” na vertical pois esta à frente dos outros carros.não pode ser pois “E” tem apenas maior velocidade.
- II) “E” pois tem velocidade de 120 m/s.
- III) “A” e “D” pois estão na linha dos 100 m/s.
- IV)
- “D” porque já percorreu boa parte do percurso
 - “E” ou “B” cada um em sua posição.
 - “A” ou “D” por que são o que estão perto do carro “E”

Consenso

- I) “B” por estar na frente na horizontal.
- II) “E” pois tem velocidade de 120 m/s.
- III) “A” e “D” pois estão na linha dos 100 m/s.
- IV) Seria apenas o “B”, pois já percorreu a maior parte do percurso.

Percebemos pelos argumentos apresentados para este gráfico que os alunos consideraram esse tipo de gráfico mais fácil de analisar do que os cinemáticos contínuos. No momento do consenso eles não apresentaram dificuldades em rever as respostas apresentadas. Assim, perceberam que os erros cometidos é por eu não tinham observado direito as informações do gráfico. Porém para o item IV eles acharam que não era preciso fazer conta, pois o móvel já estava liderando a corrida. Acreditamos que para essa última resposta eles ainda não tinham percebido que era necessário determinar o espaço que cada móvel teria percorrido.

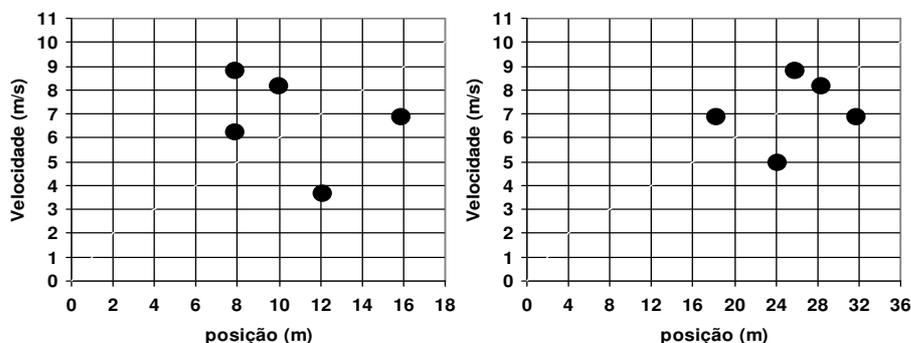
Na sétima questão (descrita na p. 106), propomos aos alunos uma situação em que apresentávamos as velocidades e as posições de cinco móveis em dois instantes diferentes. A partir desses dados deveriam, num primeiro momento, representá-los num gráfico e num segundo momento fazer inferências sobre o possível comportamento desses móveis quanto ao tipo de movimento. Na página 107 (ver quadro 22) e 109 (ver quadro 23), foram apresentadas as categorias teóricas, empíricas e as unidades de análise para esta questão.

Entrevistado E1 (aluno A4)

Este aluno disse não ter tido dificuldades em identificar os pares ordenados, não achou necessário especificar os pontos, pois *‘achava que o professor já sabia que eram os carrinhos’*. Para determinar, na segunda parte da questão, se o movimento era “uniforme” ou “variado” apenas os valores da ordenada (velocidade) eram os mesmos ou não, achou que não era necessário fazer cálculos.

Síntese E1

I) resposta do entrevistado E1



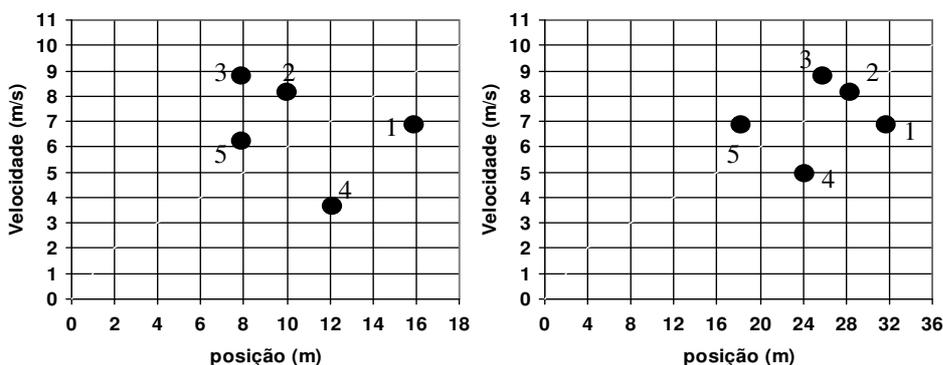
- II) Jerico 01- uniforme por manter a velocidade
 Jerico 02- uniforme por manter a velocidade
 Jerico 03- uniforme por manter a velocidade
 Jerico 04- variado, pois ganhou velocidade na corrida
 Jerico 05- variado, pois ganhou velocidade na corrida.

Entrevistado E2 (aluno A13)

Identificou os pares ordenado no gráfico e identificou corretamente cada partícula. Porém achou que devia ligar os pontos (ver figura 13, p. 109) por não se lembrar como traçava o gráfico. No entanto, para identificar o possível tipo de movimento de cada móvel (jericos) ela tomou exclusivamente a figura que desenhou, por isso afirmou que o único que tava em movimento uniforme era o móvel (jerico) 01. Assim, quando teve acesso a síntese do entrevistado anterior, disse que achava que não precisava ligar os pontos, mais tinha que identificar cada ponto (referindo-se a cada jerico). Quanto à segunda parte dessa questão, ela considerou apenas a velocidade para os móveis 01, 03, 04 e 05, no entanto, para o móvel 02 ela não concordou referindo que o móvel estaria quase na mesma posição (observando o desenho), e para o móvel 03 ela aceitou sem olhar o desenho que ele tava em movimento uniforme, porque a velocidade era a mesma.

Síntese E1 + E2

I) resposta do entrevistado E1 + E2



- II) Jerico 01- uniforme por manter a velocidade
 Jerico 02-
 - uniforme por manter a velocidade
 - variado, por ficar quase na mesma posição.
 Jerico 03- uniforme por manter a velocidade
 Jerico 04- variado, pois ganhou velocidade na corrida
 Jerico 05- variado, pois ganhou velocidade na corrida.

Entrevistado E3 (aluno A1)

Este aluno justificou na entrevista que o fato de ter deixado em branco essa questão é porque não se lembrava como colocar os pontos no gráfico. Ao ser apresentado à síntese dos entrevistados anteriores, disse que não mudaria nada, pois não tinha idéia de como fazer.

Síntese E1 + E2 + E3

- I) manteve a síntese dos entrevistados E1 + E2
 II) manteve a síntese dos entrevistados E1 + E2

Entrevistado E4 (aluno A7)

Este aluno afirmou não ter tido dificuldades em responder aos dois itens desse problema. No entanto, considerou para classificar se o movimento era uniforme ou variado, apenas o critério da velocidade se era igual ou diferente as outras informações ele não levou em consideração.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4

- I) manteve a síntese dos entrevistados E1 + E2
- II) manteve a síntese dos entrevistados E1 + E2

Entrevistado E5 (aluno A10)

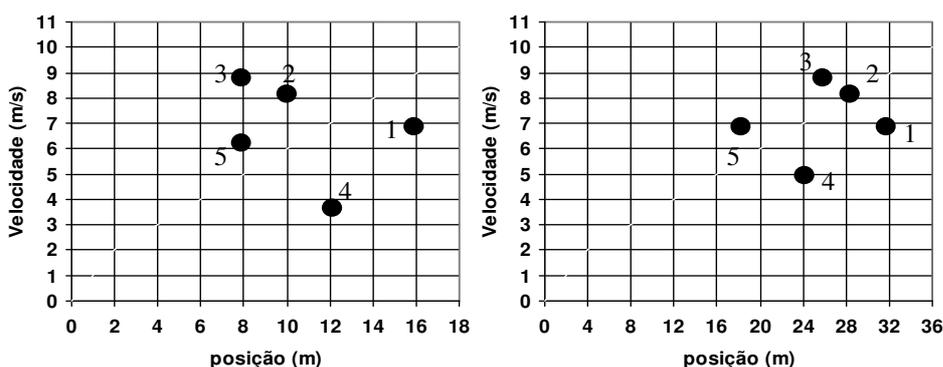
Este aluno não conseguiu representar no gráfico os pontos, pois não lembrava como fazer, por isso não respondeu ao item I. para responder a segunda parte do problema ele observou os dados direto do enunciado. Apesar de dizer que lembrava o que era movimento uniforme e variado, ele respondeu tomando como base apenas a velocidade do móvel, mesmo que tenha observado que a posição de cada móvel mudou, ele não considerou tal fator relevante para classificar o movimento. Após ser colocado em contato com a síntese dos entrevistados anteriores ele disse que não tinha nada a acrescentar.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4 + E5

- I) manteve a síntese dos entrevistados E1 + E2
- II) manteve a síntese dos entrevistados E1 + E2

Consenso

I) resposta do entrevistado E1 + E2



- II) Jerico 01- uniforme por manter a velocidade
- Jerico 02- uniforme por manter a velocidade
- Jerico 03- uniforme por manter a velocidade
- Jerico 04- variado, pois ganhou velocidade na corrida.
- Jerico 05- variado, pois ganhou velocidade na corrida.

Na fase do consenso eles apresentaram não ter dificuldades em localizar os pontos no gráfico e consideraram como importante identificar cada ponto. No entanto, para as discussões em torno da classificação do movimento, prevaleceu a idéia de que o que importava era a

velocidade. Se ela se mantém o movimento é uniforme e se ele varia o movimento é variado. Não houve, durante a reunião de consenso, uma discussão maior sobre a importância da mudança de posição sofrida pelo móvel.

3.2.2 Análise do CHD – pós-teste

Nesta seção, apresentamos as construções e reconstruções dos alunos: A4 (entrevistado E2), A7 (entrevistado E1) e A13 (entrevistado E3), feitas após a aplicação do pós-teste, para as questões analisadas na seção 3.1.1 e 3.1.2. Como já descrevemos as questões e as categorias teóricas e empíricas na seção 3.2.1, aqui apresentaremos, para cada questão, os pontos considerados relevantes para construção e reconstrução das respostas, bem como o resultado do consenso obtido pelo grupo. Os alunos A1 e A10, que participaram do primeiro CHD, não participaram desta fase da pesquisa por não terem comparecido a todas as demais fases da pesquisa, conforme apresentamos na seção 2.2.

➤ Primeira questão

Entrevistado E1 (aluno A7)

Este aluno sugeriu que havia deslocamento horizontal apenas *‘num pequeno espaço, entre a posição 20m e 25m, em trono da posição 10m e próximo a posição 35m’* (referindo-se ao desenho e olhando para o eixo x). Quanto ao deslocamento vertical, achou que não deveria responder no papel já que seriam os outros intervalos. Em relação às respostas apresentadas nessa entrevista, percebemos que não houve uma evolução já que continuou tomando o desenho como o fator importante para justificar seu argumento e não respondeu de quanto foi o deslocamento, assim como ocorreu na entrevista do pré-teste.

Síntese E1

- I) Sim, porque pequenas trajetórias são na horizontal.
- II) Não respondeu.

Entrevistado E2 (aluno A4)

Observando o gráfico identificou que o desenho representava a trajetória realizada pelo móvel. No entanto, apesar de ter justificado que o deslocamento horizontal era de 50m, pois *‘o móvel saiu do ponto 0 e deslocou-se até a posição 50m’* consideramos que ele não fez a mesma relação para o movimento vertical, pois ele justificou na entrevista que *‘O “30” foi o ponto ocupado pelo móvel’*. Ou seja, ele não usou o mesmo critério olhando a posição inicial (de onde saiu) e a final (até onde se deslocou), senão acreditamos que teria respondido que o deslocamento não era de 30m e sim de 10m. Quando analisou a resposta dessa questão na síntese, discordou da resposta do primeiro item propondo que foi *‘durante todo o trajeto de 0 a 50m’*.

Síntese E1 + E2

- I)
- Sim, de 50m, porque pequenas trajetórias são na horizontal.
 - Sim, de 50m, correspondente a todo o percurso de 0 a 50m.
- II) Sim de 30m, pois foi para onde foi.

Entrevistado E3 (aluno A13)

Nesta questão, apesar de não ter expressado no pós-teste qual era o valor do deslocamento, durante a entrevista ela disse que se fosse para responder hoje *'diria que foi de 50m o horizontal e de 15m o vertical'* percebemos nessa fala um avanço, pois em nossa avaliação do pré-teste e pós-teste como não ela não tinha feito nenhuma relação aos valores dos eixos, seja o vertical ou horizontal, havíamos considerado que ela havia tomado apenas o desenho como argumento de sua resposta. Quanto a sua resposta para o deslocamento vertical, percebemos que ainda não houve por parte dela o entendimento que a variação de posição desse movimento foi negativa. Após ver a síntese das entrevistas anteriores, ele discordou da resposta do item II e sugeriu uma nova resposta.

Síntese E1 + E2 + E3

- I)
- Sim, de 50m, porque pequenas trajetórias são na horizontal.
 - Sim, de 50m, correspondente a todo o percurso de 0 a 50m.
- II)
- Sim de 30m, pois foi para onde foi.
 - Não poderia ser de 30m, pois ia ser o deslocamento de 20 para 30 é 10m. a resposta seria 15m, pois saiu do 20m e foi para o 5m.

Consenso

- I) Sim, de 50m, porque foi o deslocamento do eixo horizontal.
- II) Sim, de 15m, pois foi de 20m para o 5m.

Percebemos que para a construção deste consenso, as respostas avançaram em relação ao pré-teste. Até os entrevistados apresentaram uma discussão maior em relação àquela feita para o consenso do pré-teste. Acreditamos que esse avanço, encontrado nas respostas, tenha sido reflexo das oficinas realizadas, pois eles passaram a procurar exemplos durante a discussão daqueles que apresentamos na intervenção. Percebemos que desses alunos apenas o aluno A4 (E2) parece ter usado a fragmentação, ao apresentar para o item I uma idéia e para o item II, que consideramos semelhante, outra idéia.

➤ Segunda questão

Entrevistado E1 (aluno A7)

Este aluno ainda parece ter como preocupação, para esta questão, a força que foi impressa a bola pelo jogador. Pois seus argumentos sempre fazem referência a

“força”. Ele apresentou durante a entrevista que a escolha dos gráficos estaria relacionada com a força aplicada.

Síntese E1

- I) “C” por causa da força que ela é lançada.
- II) Não respondeu.
- III) “A” porque a bola ganhou força quando saiu.
- IV) “C” porque a bola perde força depois de lançada

Entrevistado E2 (aluno A4)

Os argumentos apresentado por esse aluno, para esta questão, durante a entrevista parece estar mais relacionada com a pergunta do problema do que com a leitura do gráfico em si. Pois, para o primeiro item ele argumentou que *‘a escolha foi de acordo com o solicitado no problema, como a questão pedia o movimento horizontal então a reta deveria ser horizontal’*. Esse argumento também foi utilizado para os itens II e IV, quando a escolha do gráfico se deu pelo fato da reta estar mais próxima da vertical. Apenas para o item III ele, apesar de ter marcado no pós-teste a alternativa “B” *‘porque mostra a ganha da velocidade’* justificou, na entrevista, que poderia ser a opção “C” se *‘olhasse a perda da velocidade’* (referindo-se ao gráfico decrescente). Após verificar a síntese do entrevistado E1, disse que mantinha a resposta dele para o item I e III, mas que o IV item tava certo também, por isso não precisava modificar.

Síntese E1 + E2

- I)
 - “C” por causa da força que ela é lançada.
 - “C”, representa o que foi pedido (movimento horizontal)
- II) “B”, pois mostra a ganha de espaço pelo objeto.
- III)
 - “A” porque a bola ganhou força quando saiu.
 - “B” mostra a ganha da velocidade da horizontal
- IV) “C” porque a bola perde força depois de lançada

Entrevistado E3 (aluno A13)

Este aluno argumentou que não se lembrava de mais nada, por isso não justificou nenhum dos quatro itens do problema. Lembrava vagamente de algumas respostas do pré-teste, mas não tinha certeza. Analisando o problema ela ainda disse que o gráfico do problema *‘não representa a trajetória, apenas o movimento de subida e descida’*. Observando suas respostas ressaltou para o item III que *‘hoje diria que a velocidade não aumenta nem diminui’*. Percebemos que não houve avanço, para esta questão, após a intervenção. Ou seja, ela não conseguiu compreender o movimento realizado pelo móvel (a bola) durante a subida e descida quanto a variação de posição, velocidade e força e mais ainda, na hora de articular os gráficos parece não fazer uma leitura dos elementos desse gráfico. Após analisar a síntese dos entrevistados anteriores, preferiu não alterar as respostas, alegando que não se lembrava.

Síntese E1 + E2 + E3

- I)
 - “C” por causa da força que ela é lançada.
 - “C”, representa o que foi pedido (movimento horizontal)
- II) “B”, pois mostra a ganha de espaço pelo objeto.
- III)
 - “A” porque a bola ganhou força quando saiu.
 - “B” mostra a ganha da velocidade da horizontal
- IV) “C” porque a bola perde força depois de lançada

Consenso

- I) “B”, pois mostra que ganhou espaço e tempo.
- II) “A”, porque o desenho mostra quando a bola sobe e desce (tem movimento vertical)
- III) “A”, porque num ponto próximo de “B” o movimento é horizontal.
- IV) “C” porque a bola perde força depois de lançada

Pelas respostas apresentadas no consenso, identificamos que houve uma mudança considerável, pois nos itens I e II, os alunos alteram suas respostas. Essa alteração ocorreu por conta do aluno A13, que apresentou argumentos como *‘o gráfico “B” mostra que o espaço aumentou com o tempo e o “C” só ganhou tempo’* (referindo-se ao item I) e *‘porque além de mostra quando a bola sobe e desce, tá parecido com a figura’* (referindo-se ao item II). Acreditamos que isso tenha ocorrido por conta de E1 e E2 apresentarem dificuldades em argumentar suas escolhas tenha deixado se influenciar pelos argumentos de A3. Para o item III apesar de manterem a escolha do gráfico A, verificamos que o argumento final apresentado pelos alunos foi diferente daquele construído antes do consenso. A mudança também foi sugerida por E3, após justificar para o grupo que próximo ao ponto “B” o gráfico apresentar-se na horizontal (referindo-se ao pequeno intervalo próximo do ponto “B”).

➤ Terceira questão

Entrevistado E1 (aluno A7)

Este aluno respondeu a partir do que lembrava do pré-teste, por isso a opção “A”. Argumento que *‘como lembrava a resposta do teste anterior e por isso não fez conta’*. Percebemos que não levou ou fez nenhuma referência ao que trabalhamos durante a intervenção.

Síntese E1

“A” porque o calculo deu -5.

Entrevistado E2 (aluno A4)

Mesmo tendo participado da intervenção, onde exploramos a construção de gráficos esse alunos reportou-se a sua justificativa do pré-teste sobre a dificuldade em trabalhar com equações, por isso não tinha a menor idéia como resolver. Após verificar a resposta do entrevistado anterior não quis fazer nenhuma alteração e também disse que não entendi como achar o -5.

Síntese E1 + E2

“A” porque o calculo deu -5.

Entrevistado E3 (aluno A13)

Este aluno justificou que não tinha idéia nem de como começar a resolver o problema. Quando viu a síntese do anterior, assim como E2, disse que não entendeu.

Síntese E1 + E2 + E3

“A” porque o calculo deu -5.

Consenso

Para esta questão, durante a discussão os alunos disseram ter bastantes dificuldades, o entrevistado E2 alegou não entender de equação, o E3 disse que foi no chute e E1 mencionou que hoje não saberia explicar o por quê do -5. Assim, preferiram não responder o problema. Entendemos que esses argumentos mostram o nível de dificuldade que se encontram os alunos, não só na compreensão do fenômeno apresentado nos gráficos, mas aos conteúdos matemáticos relacionados com gráficos.

➤ Quarta questão

Entrevistado E1 (aluno A7)

Este aluno considerou a opção “C”, considerando que *‘o móvel andou mais espaço, logo deveria estar mais rápido’*. Não fez referência ao tempo gasto pra percorrer o esse espaço.

Síntese E1

“C” porque ele parte do -10 e vai até o 40 mais rápido

Entrevistado E2 (aluno A4)

Quando falou sobre sua escolha ele afirmou que foi porque está na *‘teoria’*. Ao questionarmos sobre qual era essa teoria ele não soube qual era. Ao ser apresentada

a síntese do entrevistado anterior ele concordou sem acrescentar ou justificar mais nada.

Síntese E1 + E2

“C” porque ele parte do -10 e vai até o 40 mais rápido

Entrevistado E3 (aluno A13)

Este aluno optou no pós-teste pelo gráfico da opção “B” *‘pois está no $t=5s$ ’*. No entanto não soube explicar o porquê da escolha, mas acha que seria a espaço pelo tempo. Quando viu a síntese dos entrevistados anterior, preferiu mudar, porque achava que tava mais certa, mas não sabia o porquê também.

Síntese E1 + E2 + E3

“C” porque ele parte do -10 e vai até o 40 mais rápido

Consenso

“C”, por ter saído do -10 e foi para o 40.

Identificamos que esses alunos parecem não ter o conceito de velocidade média formada, assim como verificamos, também, no pré-teste, pois esse problema, que consideramos comum, é frequentemente abordado nos livros didáticos e nos trabalhos realizados pelos professores em sala de aula.

➤ Quinta questão

Entrevistado E1 (aluno A7)

Este aluno deixou em branco os itens I, II, III e IV no pós-teste, porém justificou que pretendia responder para 20m (para o item I), 20m (para o item II), que era igual a velocidade porque tem o mesmo espaço (item III, referindo-se aos intervalos do eixo do tempo de 0 a 2s e de 2s a 4s e não ao eixo da posição). Apenas o IV item que disse *‘não tenho a menor idéia de como responder’*. Os dois últimos itens ela disse que foi fácil, pois movimento uniforme *‘mantém a mesma velocidade’*. Não comentou sobre a condição do movimento variado.

Síntese E1

- I) Não respondeu
- II) Não respondeu
- III) Não respondeu
- IV) Não respondeu
- V) Uniforme, por continuar a mesma velocidade.
- VI) Uniforme, pois são a mesma velocidade.

Entrevistado E2 (aluno A4)

Este aluno argumentou que observou os dois eixos: o horizontal (representava o tempo) e o vertical (representava a posição). No entanto, durante a entrevista parece que a “idéia” utilizada para o item I não foi a mesma para o item II, pois reconheceu para o item I que deslocamento seria a distância ‘*de um ponto para o outro*’ e respondeu com base nisso. Porém para o item II, ele ‘*entendeu para esse item que deslocamento seria a posição que o móvel estava*’. Para os itens III e IV ele disse ter observado o desenho e a posição em que o móvel se encontrava. Ainda justificando os itens V e VI disse que movimento uniforme é aquele em que o móvel percorre ‘*espaços iguais em tempos iguais*’ e movimento variado ‘*a mesma distância em tempos diferentes*’. Quando analisou as respostas do entrevistado anterior sugeriu que o VI item sua resposta estava mais correta.

Síntese E1 + E2

- I) 20 m pois o gráfico indica a distância percorrida
- II) 20m
- III) É igual pois ele percorreu a mesma distância no mesmo tempo.
- IV) 20m variados
- V) Uniforme, por continuar a mesma velocidade.
- VI)
 - Uniforme, pois são a mesma velocidade.
 - Variado, por causa da ganha e da estabilidade da velocidade.

Entrevistado E3 (aluno A13)

Esse aluno como temos percebido, não respondeu a quase nenhuma das questões do pós-teste, acreditamos que tenha sido porque não se sentia muito bem de saúde no dia. Seu argumento na entrevista foi que ‘*de 0 a 4 a posição aumentou 20m e de 4 a 10 a velocidade foi constante e a posição também*’. Ou seja, percebemos que ela associa a “figura” como representando a posição num momento e em seguida como representando a velocidade. Após verificar a síntese das construções anteriores, ele sugeriu que o IV item estava errado pois a velocidade de 2 m/s, conforme fez o cálculo. Já para o item Vi ele concordou que o movimento era variado, mas sugeriu alterações como mostramos a nova síntese.

Síntese E1 + E2 + E3

- I) 20 m pois o gráfico indica a distância percorrida
- II) 20m
- III) É igual pois ele percorreu a mesma distância no mesmo tempo.
- IV)
 - 20m variados
 - 2 m/s, pois ele percorreu 20m em 10s.
- V) Uniforme, por continuar a mesma velocidade.
- VI)
 - Uniforme, pois são a mesma velocidade.
 - Variado, não por conta da estabilidade ou da ganha da velocidade, mas porque se calcular vai dar outro valor.

Consenso

- I) 20 m, pois o gráfico indica a distância percorrida.
- II) 20m
- III) É igual, pois ele percorreu a mesma distância no mesmo tempo.
- IV) 2 m/s, pois ele percorreu 20m em 10s.
- V) Uniforme, por continuar a mesma velocidade.
- VI) Variado, não por conta da estabilidade ou da ganha da velocidade, mas porque se calcular vai dar outro valor.

Apesar de identificarmos que durante o consenso do pós-teste houve mais discussões de que no pré-teste, as mudanças não foram significativas. Principalmente para os itens III e IV, pois mesmo A13, mostrando como determinar a velocidade média, eles não compreenderam bem, e sempre voltavam a fazer referencia ao desenho do gráfico. Acreditamos que as dificuldades não estejam relacionadas apenas com o trabalho com gráficos, mas também com os conteúdos abordados.

➤ Sexta questão

Entrevistado E1 (aluno A7)

Este aluno disse não ter dúvida para responder aos itens dessa questão. Disse que não precisou fazer conta para responder os problemas. Para o quarto item, argumentou que escolheu o móvel “D” porque *‘estava mais perto de “B” e possuía maior velocidade’* (olhando para o desenho).

Síntese E1

- I) “B” por que ele esta no maior ponto.
- II) “E”, pois esta com velocidade maior.
- III) “A” e “D” porque esta na mesma velocidade.
- IV) “D” porque esta no ponto mais perto do que os outros.

Entrevistado E2 (aluno A4)

e maneira semelhante ao que tinha apresentado na entrevista do pré-teste disse que não teve dificuldades em responder aos itens dessa questão. Para o quarto item, procurando justificar sua resposta, propôs que era “B” estaria na frente e não precisaria nem olhar a velocidade, pois *‘se “D” aumentasse a velocidade “B” também aumentaria’* o que nos sugere que ele não tenha observado a leitura do problema, uma vez que essa pedia para considerar o movimento dos móveis uniforme. Após verificar a síntese da construção feita pelo entrevistado anterior sugeriu as mudanças, conforme mostramos adiante.

Síntese E1 + E2

- I) “B” por que ele esta no maior ponto, ou seja, na frente de todos.
- II) “E”, pois esta com velocidade maior (120 m/s)
- III) “A” e “D” porque esta na mesma velocidade.
- IV)
 - “D” porque esta no ponto mais perto do que os outros.
 - “B”, pois já percorreu todo o percurso.

Entrevistado E3 (aluno A13)

Este aluno observou o que indicava cada eixo, para responder aos itens dessa questão. Quanto ao quarto item acreditava que era o móvel “E”, não justificou porque *‘achou que não precisava fazer conta pois ele já tinha a maior velocidade logo depois ia passar pelos outros’*. Assim, ao analisar a síntese dos entrevistados anteriores, discordou apenas das respostas do quarto item.

Síntese E1 + E2 + E3

- I) “B” por que ele esta no maior ponto, ou seja, na frente de todos.
- II) “E”, pois esta com velocidade maior (120 m/s)
- III) “A” e “D” porque esta na mesma velocidade.
- IV)
 - “D” porque esta no ponto mais perto do que os outros.
 - “B”, pois já percorreu todo o percurso.
 - “E”, pois é o que tem maior velocidade.

Consenso

- I) “B” por que ele esta no maior ponto, ou seja, na frente de todos.
- II) “E”, pois esta com velocidade maior (120 m/s)
- III) “A” e “D” porque esta na mesma velocidade.
- IV) “E”, pois é o que tem maior velocidade.

Acreditamos que eles não tenham apresentado mudanças significativas para esse tipo de gráfico, pois os três primeiros itens apresentaram basicamente as mesmas respostas. Verificamos que apenas o quarto item sofreu alteração em relação ao consenso do pré-teste, pois agora optaram pelo móvel “E”, considerando o fato de que este apresentava a maior velocidade, porém ainda não perceberam que poderiam ter determinado a posição de cada móvel após os dois segundo indicados no problema e responderem com uma maior segurança. Percebemos que a dificuldade em realizar cálculos possa ser um elemento que tenha feito com que os alunos não tentassem verificar qual o deslocamento feito pelo móvel, para determinar qual deles estaria na frente.

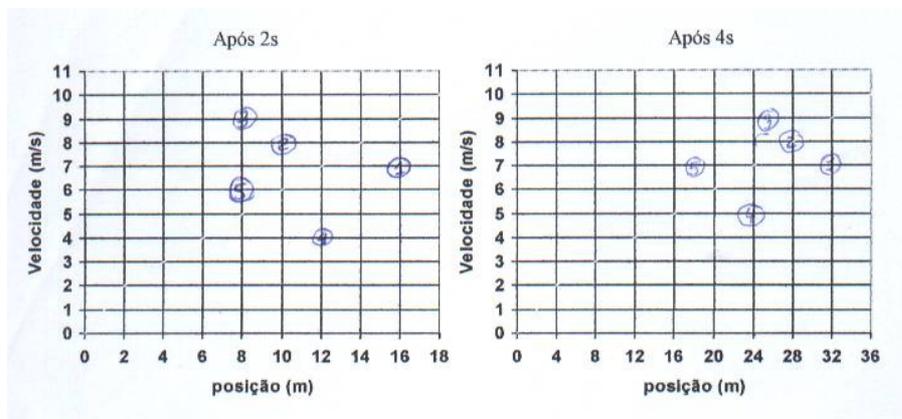
➤ Sétima questão

Entrevistado E1 (aluno A7)

Para responder ao primeiro item dessa atividade, este aluno não apresentou dificuldades, pois foi fácil localizar os pontos. Para o segundo item prevaleceu o mesmo critério adotado no pré-teste, ou seja, movimento seriam aqueles que *‘permaneceram com a mesma velocidade’* e *‘os demais variados’*.

Síntese E1

I) resposta do entrevistado E1 para o primeiro item



II) classificação do movimento de cada jerico.

Jerico 01- uniforme porque ficou no mesmo ponto

Jerico 02- uniforme por estar na mesma posição

Jerico 03- uniforme, está na mesma posição mais a velocidade aumentou.

Jerico 04- variado, porque saiu da posição.

Jerico 05- variado, porque está no mesmo ponto.

Entrevistado E2 (aluno A13)

Não apresentou dificuldades em responder aos dois itens dessa questão, para responder a classificação do movimento (item II) disse que '*não fez nenhuma relação com outros elementos*' dizendo ter olhado apenas a velocidade de cada móvel (jerico). Assim, de posse da síntese construída anteriormente, sugeriu mudanças para o segundo item, como apresentamos abaixo.

Síntese E1 + E2

I) Manteve o desenho proposto por E1

II)

Jerico 01

- uniforme porque ficou no mesmo ponto
- uniforme, manteve a velocidade

Jerico 02

- uniforme por estar na mesma posição
- Uniforme, manteve a velocidade

Jerico 03

- uniforme, esta na mesma posição mais a velocidade aumentou.
- Uniforme, manteve a velocidade

Jerico 04

- variado, porque saiu da posição.
- variado, ganhou velocidade de 4 m/s para 5 m/s

Jerico 05

- Uniforme, porque está no mesmo ponto
- Variado, ganhou velocidade de 6 m/s para 7 m/s.

Entrevistado E3 (aluno A1)

Este aluno comentou que não teve dificuldades em responder aos itens proposto nesse problema. Para classificar o movimento tomou apenas os valores da

velocidade e acrescentou que nesse tipo de gráfico não dava '*para saber nada antes nem depois de cada instante*' (referindo-se aos instantes 2s e 4s).

Síntese E1 + E2 + E3

- I) manteve a síntese do entrevistado E1 + E2
- II) manteve a síntese do entrevistado E1 + E2

Entrevistado E4 (aluno A7)

Este aluno afirmou não ter tido dificuldades em responder aos dois itens desse problema. No entanto, considerou para classificar se o movimento era uniforme ou variado, apenas o critério da velocidade se era igual ou diferente as outras informações ele não levou em consideração.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4

- I) manteve a resposta do entrevistado E1 + E2
- II) manteve a resposta do entrevistado E1 + E2

Entrevistado E5 (aluno A10)

Este aluno não conseguiu representar no gráfico os pontos, pois não lembrava como fazer, por isso não respondeu ao item I. para responder a segunda parte do problema ele observou os dados direto do enunciado. Apesar de dizer que lembrava o que era movimento uniforme e variado, ele respondeu tomando como base apenas a velocidade do móvel, mesmo que tenha observado que a posição de cada móvel mudou, ele não considerou tal fator relevante para classificar o movimento. Após ser colocado em contato com a síntese dos entrevistados anteriores ele disse que não tinha nada a acrescentar.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4 + E5

- I) manteve a resposta dos entrevistados E1 + E2
- II) manteve a resposta dos entrevistados E1 + E2

Consenso

- I) Mantiveram o gráfico proposto por E1
- II) Jerico 01- uniforme por manter a velocidade
 Jerico 02- uniforme por manter a velocidade
 Jerico 03- uniforme por manter a velocidade
 Jerico 04- variado, ganhou velocidade de 4 m/s para 5 m/s.
 Jerico 05- variado, ganhou velocidade de 6 m/s para 7 m/s.

Percebemos que as dificuldades encontradas no pré-teste, principalmente para a localização dos pontos no gráfico não foram identificadas nessa entrevista. No entanto, acreditamos que as dificuldades apresentadas pelos alunos para responder ao segundo item dessa atividade,

pois elas são quase as mesmas do pré-teste, seja por conta desses alunos não terem contatos com problemas que exijam que eles articulem certo número de informações.

Concluindo

Acreditamos que a análise das entrevistas, realizadas através da técnica do CHD, contribuíram para identificar as dificuldades que os alunos apresentaram ao trabalharem com os gráficos cinemáticos, sejam contínuos ou discretos, uma vez, que além de justificarem com mais detalhes suas respostas apresentadas no pré-teste e pós-teste, puderam fazer uma reconstrução dos seus conceitos à medida que tinha contato com as respostas dos outros alunos.

Ao detalharem as justificativas apresentadas no pré-teste e pós-teste, esses alunos que participaram da entrevista, colaboram de forma significativa para que possamos compreender como ocorre a fragmentação proposta por Kelly (1963). Essas fragmentações foram observadas durante a análise, onde identificamos que alguns alunos apresentaram, até para a mesma questão situações em que num item tomavam um elemento e no item seguinte, considerado semelhante, considerava outro elemento.

3.3 Triangulação dos dados

A partir das análises realizadas para o pré-teste e o pós-teste, juntamente com as entrevistas realizadas com o recurso à técnica do CHD, elaboramos uma tabela resumo (tabela 13, p. 142) em que apresentamos uma visão panorâmica dos dados analisados anteriormente. Assim, passamos a discutir a evolução do desempenho dos alunos no tocante a dois aspectos: a fragmentação e o trabalho com gráficos cinemáticos contínuos e discretos (referentes aos conceitos que ele permite abordar), aluno a aluno.

Identificamos que os resultados daqueles alunos entrevistados (A4, A7 e A13 em negrito na tabela) foram bastante semelhantes aos encontrados para os demais alunos, quanto aos elementos considerados na análise do gráfico, como já descrevemos anteriormente. Ainda percebemos que dentre esses alunos, A7 e A13 apresentaram respostas durante a entrevista que evidenciaram terem feito uso da fragmentação.

Tabela 13
Tabela Resumo – Questões 1 a 7

Alunos	Questões	A3		A4		A7		A8		A9		A11		A13		A14		A15	
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós										
1	I	N	c	a	C	A	A	C	C	A/C	A/C	a/c	C	a	a	C	C	C	C
	II	c	c	A	c	A	N	c	c	a/c	a/c	a/c	a/c	a	a	c	a/c	c	c
2	I	a	a	b	b	b	N	c	F	c	F	a	F	a	N	a	F	b	a
	II	b	N	N	a	b	N	b	F	C	B	f	F	f	N	f	F	b	b
	III	N	N	N	f	B	N	F	F	b	b	f	F	N	N	N	N	b	N
	IV	N	F	N	f	B	N	F	F	a	b	f	f	N	N	N	N	b	N
3		N	C	N	N	c	c	C	C	N	N	N	C	c	a	N	N	N	N
4		c	c	N	N	A	c	c	c	c	F	F	F	c	c	c	F	c	c
5	I	N	d	d	E	N	N	N	E	E	E	E	E	N	N	N	e	N	N
	II	N	d	D	d	N	N	N	c	c	E	E	E	N	N	N	N	N	N
	III	F	a	N	F	N	N	N	F	N	a	F	F	N	N	N	F	N	N
	IV	N	N	N	g	N	N	N	g	N	N	F	F	N	N	N	a	N	N
	V	F	A	a	F	N	N	a	A	A	A	F	F	N	N	A	A	N	N
	VI	N	A	A	A	N	N	A	F	A	A	F	F	N	N	A	A	N	N
6	I	C	C	A	N	a	C	C	C	A	C	C	C	a	C	C	C	N	N
	II	c	C	C	C	N	C	C	C	C	C	C	C	a	C	C	C	N	N
	III	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	N	C	C	C	N	N
	IV	J	H	N	N	a	a	E	H	a	H	J	H	a	J	H	H	N	h
7	I	N	N	k	K	K	K	k	K	K	K	K	K	N	K	k	K	K	K
	II	N	j	j	j	N	N	j/a	j	N	j	j	L	j	j	j	j	N	N

Observou o desenho para justificar a resposta – acertou (A) - errou (a)

Observou o enunciado para justificar a resposta – acertou (B) - errou (b)

Observou valores dos eixos horizontal ou vertical – acertou (C) - errou (c)

Relacionou deslocamento à posição ocupada – acertou (D) - errou (d)

Relacionou deslocamento à variação de posição – acertou (E) - errou (e)

Observou a variação de posição em função do tempo – acertou (F) - errou (f)

Relacionou velocidade à posição ocupada – acertou (G) - errou (g)

Determinou a posição do móvel – acertou (H) - errou (h)

Relacionou a resposta à velocidade – acertou (J) - errou (j)

Representou os pontos no plano cartesiano – acertou (K) - errou (k)

Observou a velocidade e a posição ocupada pelo móvel – acerto (L) - errou (l)

N= Não respondeu, não justificou ou outros

Obs₁.: Os valores em negrito são aqueles que apresentaram respostas corretas, mas continham erros em suas justificativas.

Obs₂.: Na análise isolada de cada questão detalhamos cada uma das categorias encontradas.

Dentre os demais alunos que não participaram das entrevistas, percebemos que as dificuldades encontradas para os gráficos cinemáticos contínuos, estão relacionadas, principalmente, ao formato do desenho presente nestas questões, o que não foi identificado para os gráficos cinemáticos discretos. Monteiro e Ainley (2003) já haviam identificado que apenas reconhecer os elementos do gráfico não garante sua compreensão, mas verificamos que o desenho é um desses principais elementos. Destacamos ainda, que a fragmentação só foi identificada em respostas relacionadas aos gráficos cinemáticos contínuos, pois os alunos pareciam olhar, isoladamente, os eixos relativos a cada grandeza ou o desenho, o que não buscavam fazer nos gráficos cinemáticos discretos.

CONCLUSÕES

A partir das análises feitas para os dados dos alunos envolvidos na pesquisa, somos levados a considerar que, aparentemente, esta temática não tem sido explorada em sala de aula pelos professores de Matemática e Física. Os alunos investigados reforçaram esta idéia em suas falas, depondo que, quando seus professores fazem a referida exploração, apresentam apenas gráficos da posição vs. tempo e velocidade vs. tempo, sem um estudo mais aprofundado dos elementos que os constituem. Mais ainda, o fato de os resultados desta pesquisa nos apontarem que os alunos apresentaram dificuldades ao trabalhar com gráficos, sinalizam-nos uma ampliação para a idéia de que eles também possam apresentar as mesmas dificuldades em sala de aula.

Tudo isso nos aponta uma necessidade efetiva de um trabalho mais sistematizado e intensivo no sentido de ajudar o aluno a desenvolver mais eficientemente as competências propostas pelos PCNEM (BRASIL, 1998) e PCN+EM (BRASIL, 2002) para a temática em questão.

Consideramos que a Metodologia Interativa, desenvolvida por Oliveira (2005), inicialmente para a área de ciências sociais e adaptada aqui para a área de pesquisa em Ensino de Física, apresentou uma valiosa contribuição para a nossa análise, uma vez que as técnicas de coleta de dados propostas por essa metodologia (CHD) permitiram que pudéssemos atuar, de forma dinâmica, junto aos alunos, identificando de forma mais detalhada como foi a construção de suas respostas, possibilitando-lhes, também, uma reconstrução de suas idéias sobre cada questão discutida ao fim de cada consenso. Apesar de termos constatado que alguns alunos refizeram suas respostas após o consenso, o que sinaliza na direção da reconstrução de suas idéias, isso não nos dá elementos suficientes para inferir sobre a ocorrência ou não de aprendizagem a partir dessa técnica.

Em nossa análise, os dados apontaram que os alunos, ao trabalharem com gráficos cinemáticos contínuos e cinemáticos discretos, não conseguem fazer uma leitura completa desse gráfico, articulando todas as informações apresentadas. O que observamos é que, ora consideram apenas o desenho do gráfico, ora consideram os valores apresentados nos eixos de forma isolada. Constatamos que tal fato ocorre principalmente porque os alunos tendem a

isolar esses elementos e, na hora de responder ao problema, identificam um dos elementos que lhes parece mais óbvio para justificar a resposta dada ao problema.

Embora encontremos na literatura documentos como os PCN (BRASIL, 1997), PCNEM (BRASIL, 1998) e PCN+EM (2002), que orientam para o trabalho com gráficos, percebemos que estas orientações são seguidas pelos professores de maneira muito superficial, remetendo apenas a gráficos posição vs. tempo e velocidade vs. tempo. Essa constatação relaciona-se aos resultados obtidos nesta dissertação, quando observamos que os alunos pesquisados fizeram referência a nunca terem trabalhado com a maioria dos gráficos propostos em nosso instrumento de pesquisa, apesar de fazerem parte da matriz curricular desta série.

Os resultados apresentados apontam que o trabalho com gráficos cinemáticos discretos apresentam um potencial pedagógico maior em relação aos cinemáticos contínuos. Acreditamos que a vantagem está no aspecto do gráfico discreto, que por não apresentar um desenho, contribui para a compreensão do fenômeno estudado, uma vez que nessa forma de representação os alunos procuram analisar os dados apresentados nos eixos.

A partir de nossos dados, percebemos que as dificuldades encontradas para análise de gráficos cinemáticos contínuos, parecem estar relacionadas ao fato de os alunos considerarem apenas elementos isolados desse gráfico, como: o eixo horizontal, o eixo vertical e o desenho. Percebemos ainda que o desenho é o elemento que mais influencia na análise desse tipo de gráfico.

Considerando os resultados apresentados na questão 2, onde os alunos analisam diferentes gráficos referentes a um mesmo movimento, constatamos que as relações estabelecidas por eles entre os gráficos remetiam a aspectos isolados dos mesmos e não ao fenômeno em si.

Estas três últimas considerações elucidam os questionamentos que fizemos inicialmente e que nortearam toda a nossa pesquisa.

A dificuldade em trabalhar com gráficos, sejam contínuos ou discretos, parece não estar ligada apenas ao tipo de gráfico, mas às concepções que os alunos têm sobre o fenômeno estudado (evidenciado nas respostas à quinta e sétima questão envolvendo movimento

uniforme e uniformemente variado) e a dificuldade em operar com problemas matemáticos (conforme a análise das respostas à terceira e à quinta questão).

Acreditamos que esta pesquisa atingiu os objetivos propostos, uma vez que foi possível identificar quais elementos influenciam na análise dos gráficos, conforme apresentamos anteriormente, sejam cinemáticos contínuos ou discretos e como a escolha desses elementos pode influenciar em suas respostas.

Tendo optado pela Teoria dos Construtos Pessoais - TCP, como suporte teórico para fornecer sustentabilidade aos dados da pesquisa, percebemos indícios de que a fragmentação ocorreu em vários momentos, conforme descrito no item 3.3. Essa constatação parece-nos importante para o trabalho docente, pois permitirá explorar as possibilidades de construção de cada aluno.

Assim, este trabalho de pesquisa reforça a validação da hipótese proposta inicialmente, ressaltando algumas inquietações que surgiram durante o processo de análise dos resultados, que poderão ser investigadas futuramente. Entre elas, destacam-se:

- Investigar como o processo de fragmentação influencia na aprendizagem de conceitos.
- Investigar que estratégias os docentes estão utilizando para desenvolver competência de leitura, construção e interpretação de gráficos.
- Investigar o por que do desenho do gráfico parece ser o elemento mais importante na hora de fazer a leitura de um gráfico.

Compreender, que o conhecimento não é algo estático e que se renova à medida que o reconstruímos, nos conduz a uma busca contínua de possíveis soluções e novas perguntas.

REFERÊNCIAS

AGRELLO, D.A. e GARG, Reva. Compreensão de gráficos de cinemática em física introdutória. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol 21, n. 1, 1999.

AINLEY, J; NARDI, E.; PRATT, D. Graphing as a computer-mediated tool. In: *Proceedings of the 22nd Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (1), p. 243-258, South África, 1998.

AINLEY, J. Exploring the transparency of graphs and graphing. In: *Proceeding of the 24th Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, p. 2-9, 2-16. Hiroshima, Japão, 2000.

ARAÚJO. Ives S; VEIT, Eliane A; MOREIRA, Marco A. Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da cinemática. In: *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 265. n. 2, p.179-184, 2004.

ARISTÓTELES Physique. Trad. Henri Carteron. Paris: Societé d' Édition Les Belles Lettres, 1961.

BAPTISTA, J. P. e FERRACIOLI, Laércio. A evolução do Pensamento sobre o conceito de movimento. In: *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol.21, n. 1, março 1999.

BASTOS, Heloisa. F. B. N. *Changing teachers' practice: towards a constructivist methodology of physics teaching*. Tese de doutorado em Ensino de Física, University of Surrey, Inglaterra, 1992.

_____, *A teoria do construto pessoal*. Recife: UFRPE – Departamento de Educação, 1998a.

_____, *Gráficos discretos*. Recife: UFRPE – Departamento de Educação, 1998b.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. Trad. De Luis Antero Neto. Lisboa: Edições 70, 1977.

BEICHNER, R.. Impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills, In: *American Journal of Physics*, in press. 1996.

_____, Considering perception and cognition in the design of an instructional software package. In: *Multimedia Tools and Applications*, 1, 173-184, 1995.

_____, Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62, 750-762, 1994.

BRASIL, Secretaria de educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio*. Brasília: MEC/SEMTEC, 1998a.

BRASIL, Secretaria de educação Média e Tecnologia. *Parâmetro Curriculares nacionais para o ensino médio*. Brasília, MEC/SEMTEC, 1998b.

_____, Secretaria de educação Média e Tecnologia. *PCN + Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

_____, Secretária de educação básica. *Orientações curriculares do ensino médio*. Vol 2, SEB-MEC, Brasília, 2006.

CARRAHER. D, SCHLIEMANN, A. L. e NEMIROVSKY, R. Graphing form everyday experience. *In: Hands on!*, 1995.

CLAGETT, M. *The science of mechanics in the middle ages*. Madison; The university of Wisconsin Press, 1961.

CLEMENT, J. Misconceptions in graphing, *Proceeding of the 9nd Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (1), pp.369-75. 1985.

CLONINGER, Suzan C. *Teorias da personalidade*. Trad. Claudia Berliner – São Paulo: Martins Fontes, 2003.

CUNHA, A. L. e CALDAS, H. Modos de raciocínio baseados na teoria do impetus: um estudo com estudantes e professores do ensino fundamental e médio. *In: Revista Brasileira de Ensino de Física*. V. 23, n. 1, março, 2001.

DOUADY, R. *Jeux de cadres et dialetcti que outil-objet dans l'enseignant dès mathématique*. Tese de Doutorado, Universidade de paris VII, Paris, 1984.

FERRARO, N. G. e SOARES, P. T. *Aulas de física*. Vol 1, 8ª ed. Ed. Atual, São Paulo-SP, 2003.

FRIEL, S. N.; BRIGHT, G. W.; CURCIO, F. R. Understanding students understanding of graphs. *In: Mathematics Teaching in the Middle School*, nº 3, 224-227, 1997.

FRIEL, S. N., CURCIO, F. R.; BRIGHT, G. W. Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *In: Journal for Research in Mathematics Education*. 32 (2): 124-158, 2001.

GOMES FERREIRA, V.G. Conceito de Função Matemática Explorado de Forma Dinâmica. *In: Educação Matemática em Revista*, nº 6, ano 5, 1997.

GUBA, Egon S.; LINCOLN, Ivonna. *Fourth generation evaluation*. Newbury: Sage, 1989.

GUIMARÃES, G. Lisbôa. *Interpretando e construindo gráficos de barras*. Tese de Doutorado – Psicologia Cognitiva, UFPE, Recife, 2002.

GUIMARÃES, G.L.; FERREIRA, V. G. G.; ROAZZI, A.. *Interpretando e construindo gráficos*. In anais da 24ª Reunião ANPED – GT Educação Matemática. Caxambu-MG, 2001. disponível em: <http://www.anped.org.br/24/tp1.htm#gt19,2001> acesso em 15 de jan 2006.

HALL, Calvin S. et al *Teorias da personalidade* Trad. Maria Adriana Veríssimo Veronese, 4ª Ed – Porto Alegre, Artes Médicas Sul, 2000.

HARRES, J. B. S. La física de la fuerza impresa como referente para la evolución de las ideas de los alumnos. *In: Enseñanza de Las Ciências*, Número extra, VII Congresso, 2006.

_____, Desenvolvimento histórico da dinâmica: referente para a evolução das concepções dos estudantes sobre força e movimento. Burgos: *In: I Encontro Iberoamericano sobre Investigación em Educación em Ciências*, Burgos, 2002.

HALLOUN, Ibrahim A. e HESTENES, David. Common sense concepts about motion. *American Journal of Phisics*, nov. 1985.

KELLY, G.A.: *A theory of personality: the psychology of personal constructs*, New York, Norton, 1963.

KELLY, G.A.: *The language of hypothesis*. In: Maher (Ed.). *Clinical psychology and personality*. Wiley, 1969.

KELLY, G.A.: A brief introduction to personal construct theory. In Bannister, D. (ed) *Perpectives in personal construct theory*. London: Academic Press, 1970.

KOYRÉ, A. Études newtoniennes. *Gallimard*, Paris, 1968.

LIMA, Rosana C. R. de. Introduzindo o conceito de média aritmética na 4ª série do ensino fundamental usando o ambiente computacional. *Dissertação de Mestrado*, PUC- SP, 2005.

MACÊDO, Marcos Antonio Rodrigues. *A utilização da história da física nos livros didáticos do ensino médio como estratégia educacional no estudo do movimento retilíneo uniformemente variado*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, UFRPE, 2003.

McDERMOTT, L., ROSENQUIST, M., and VanZEE, E. Students difficulties in connecting graphs and physics: examples fro kinematics. *In: American Journal of Physics*, n. 55,503-513, 1987.

McDERMOTT, L.C. Research on conceptual understanding in mechanics. *In: Physics Today*, 37 (7), 24-32, 1984.

Mokros, J. R., e Tinker, R. F. The Impact of microcomputer-based labs on children's ability to interpret graphs. *In: Journal of Research in Science Teaching*, 24(4), 369-383. 1987.

MONTEIRO, C. E. F e AINLEY, J; Exploring critical sense in graphing. *In: Proceedings of the british society for research into leaning mathematics*, Vol. 22, nº3, p. 61- 66, 2002.

MONTEIRO C. e AINLEY, J. Developing critical sense in graphing. *In: European Researcher in Mathematics Education III*, Grupo Temático 5, 2003.

MORAES, A. M. e MORAES, I.M.: A avaliação conceitual de força e movimento. *In: Revista Brasileira de Ensino de Física*. Vol. 22, n. 2, p. 232-246, jun. 2000.

MORETTO, Vasco Pedro. *Prova – um momento privilegiado de estudo – não um acerto de contas*. 4ª ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2004.

MORIN, Edgar. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. Trad. Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. Ed. Cortez: São Paulo, 2000.

MINAYO. M. Cecília de Souza. *Pesquisa Social: teoria, método e criatividade*. 24ª Ed. Vozes: SP, 2004.

OLIVEIRA, Maria Marly de. *Como fazer pesquisa qualitativa*. Recife: Bagaço, 2005.

PELLOSO, M. G.: JÓFILI, Z. E BASTOS, H. F. B. N.: A utilização de gráficos cartesianos por alunos da 8ª série do ensino fundamental como ferramenta para a compreensão do conceito de movimento. CD-ROM, *In: I Jornada da Pós –Graduação em Ensino das Ciências*, UFRPE, 2005.

PELLOSO, M. G. e BASTOS, H. F. B. N.: A utilização de gráficos cinemáticos nos livros de física. CD-ROM, *In: V Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão*, UFRPE, dez. 2005.

PERRENOUD, Philippe: *Dez novas competências para ensinar*. Trad. Patrícia Chittoni Ramos, Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

POPE, M. *Constructivist goggles: implications for process in teaching and learning*. Paper apresentado na BERA Conference, Sheffield, UK, Agosto, 1985.

RICARDO, E. Carlos. *Física*. MEC – Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www2.ufpa.br/ensinofts/cts/08Fisica.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2006.

RICHARDSON, R. J.. *Pesquisa social* (2a ed.). São Paulo: Atlas. 1999.

ROCHA, Laurentino Gonçalves da. *A revisão construtiva na concepção de movimento retilíneo uniforme, da aristotélica para a, galilaica*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Recife, UFRPE, 2005.

SANTOS, S. e MAGINA, S. Quando os dados advindos da realidade cotidiana fazem sentido na interpretação de gráficos? *In: Revista Brasileira de Tecnologia Educacional*, RJ, Nº. 152/153, 2001.

SELVA, A. C. V, *Gráficos de barras e materiais manipulativos: analisando dificuldades e contribuições de diferentes representações no desenvolvimento da conceitualização matemática em crianças de seis a oito anos*. Tese de doutorado, Psicologia Cognitiva, UFPE, 2003.

TORRES, C. M. A., et al. *Física ciência e tecnologia* – São Paulo: Moderna, 2001.

Apêndice A - Artigo: A Metodologia Interativa Aplicada na Pesquisa em Ensino de Física

A Metodologia Interativa Aplicada na Pesquisa em Ensino de Física⁵

Mauricio Gualberto Peloso⁶ (mauricio.pelloso@gmail.com)

Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos⁷ (heloisaflorabastos@yahoo.com.br)

Maria Marly de Oliveira⁷ (mmarlyoliveira@uol.com.br)

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma metodologia de pesquisa qualitativa, a Metodologia Interativa, que foi originalmente utilizada na área de cooperativismo/associativismo e recentemente adaptada para a pesquisa em ensino de física. A característica fundamental dessa metodologia é a construção coletiva do conhecimento, como resultado de um processo interativo, no qual os participantes, além de exporem suas idéias a respeito do fenômeno estudado, têm acesso às idéias dos demais sujeitos da pesquisa e são solicitados a se posicionarem em relação às mesmas, estabelecendo sínteses face aos diversos posicionamentos durante a pesquisa. Tal característica é bastante produtiva no caso de pesquisas sobre aprendizagem de conceitos científicos com grupos de alunos, quando o objetivo é a construção de conhecimentos consensuais. Essa metodologia comporta dois procedimentos metodológicos: o primeiro fundamentado na técnica do Círculo Hermenêutico-Dialético e o segundo na Análise Interativa. Portanto, neste trabalho serão apresentados os fundamentos dessa metodologia e a maneira como foi utilizada com estudantes da 1ª série do Ensino Médio, sobre gráficos cinemáticos contínuos e discretos, no que se refere a aplicação da técnica do círculo hermenêutico-dialético durante o processo de coleta e pré-análise dos dados.

INTRODUÇÃO

Ao estudarmos a compreensão de um grupo de alunos sobre determinado conteúdo de Física, estamos preparados para encontrar diversas interpretações daquilo que foi colocado diante dos mesmos. Nesse sentido, teóricos como George Kelly (1963) desenvolveram explicações que relacionam a maneira de “ver” das pessoas com suas experiências anteriores. Entretanto, no caso da pesquisa em ensino de física, além das construções pessoais, é importante compreender as construções coletivas que podem ser feitas numa sala de aula, como resultado da interação entre as idéias dos participantes.

Desse modo, procuramos nos apoiar numa metodologia de pesquisa que permitisse acompanhar, ao mesmo tempo, esses dois processos de construção, pois Segundo Medeiros (2002) uma das maiores recusas a publicação de artigos, encontra-se centrados na metodologia utilizada na pesquisa que muitas vezes não consegue expressar de forma clara o campo investigado, bem como uma falta de clareza quanto às formas de coleta de dados.

A metodologia apresentada neste trabalho é centralizada nos aspectos qualitativos das situações estudadas e contempla os indivíduos e o grupo ao qual pertencem. Esse instrumento de pesquisa possibilita acompanhar o processo ensino-aprendizagem, que pode

⁵ Artigo enviado e apresentado no X EPEF de 15 a 19 de agosto de 2006, Londrina-PR.

⁶ Mestrando do PPGEC – UFRPE

⁷ Professoras do PPGEC – UFRPE

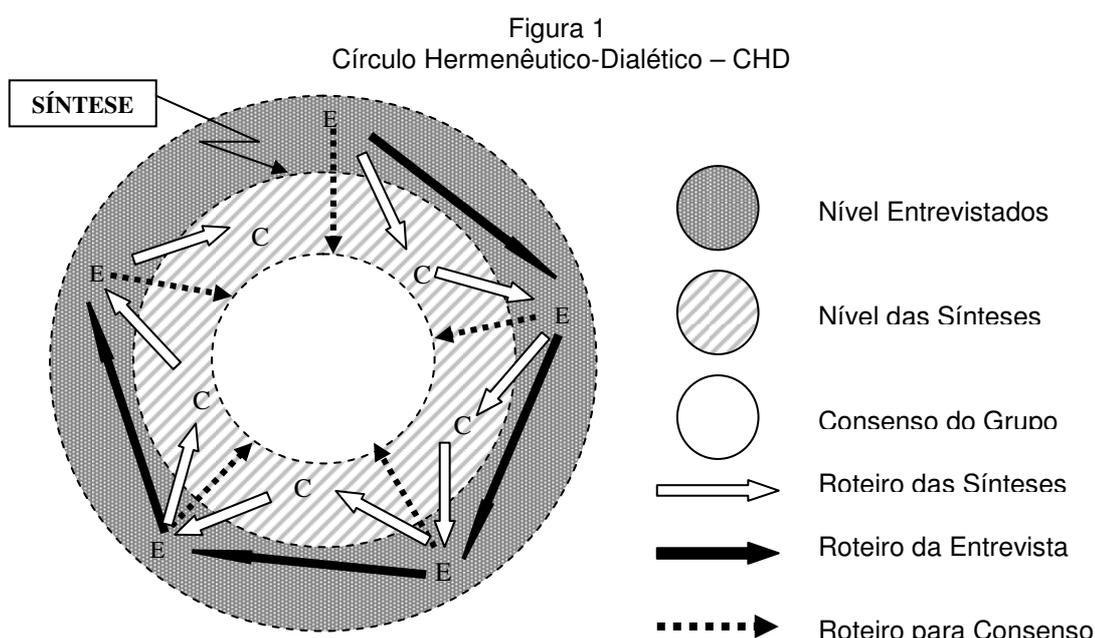
ser organizado de acordo com a fundamentação teórica do professor. Apresentaremos em seguida os fundamentos dessa metodologia e um exemplo de sua utilização no processo de coleta e pré-análise dos dados, através da aplicação da técnica do círculo hermenêutico-dialético. Não serão apresentados os resultados referentes ao processo correspondente à análise interativa, pois esta etapa está em processo de desenvolvimento e será apresentada num segundo momento.

METODOLOGIA INTERATIVA

Medeiros (2002) após refletir sobre a importância da metodologia na produção de trabalhos científicos, na área de educação em ciências, ressalta que uma Metodologia da Pesquisa deve se apresentar “em toda a sua complexidade e generalidade, ou seja, tentando expor as suas bases filosóficas e não apenas os conjuntos de procedimentos e técnicas que constituem a superfície visível das mesmas” (p. 68).

Nesse sentido, a Metodologia Interativa, apresentada nesse trabalho de pesquisa, desenvolvida por Oliveira (2005) durante sua tese de doutorado na área de cooperativismo e associativismo, parece-nos atender a complexidade e generalidade que se necessita para o desenvolvimento de um trabalho que pretende desenvolver um conhecimento científico. Essa autora define a metodologia como um “processo hermenêutico-dialético que facilita interpretar e entender o texto, a fala e depoimentos, como resultados de um processo histórico e sócio-cultural” (p. 150). A junção da hermenêutica, que corresponde à “arte da interpretação”, com a dialética, considerada como a “arte do diálogo”, deve-se ao movimento contínuo de idas e vindas que ocorre durante o processo de construção e reconstrução realizado durante as entrevistas com os participantes.

Na primeira fase dessa metodologia, que compõe o objetivo principal a que se destina esse trabalho, os sujeitos da pesquisa são entrevistados individualmente e de forma seqüencial. A partir do segundo sujeito a ser entrevistado, cada um, após responder às perguntas, recebe a síntese das idéias expressas por seus pares, que foram entrevistados anteriormente. Desse modo, após ter apresentado suas idéias, cada entrevistado pode rever seu posicionamento, em função da perspectiva dos que o antecederam, construindo posições de consenso. Esse conjunto de entrevistas e consensos forma o círculo hermenêutico-dialético proposto por Guba e Lincoln (1989) (ver figura 1).



Conforme apresentado na figura 1, o CHD é composto de três círculos concêntricos. No maior, estão representados os entrevistados E1, E2, E3, E4 e E5. O segundo círculo, mais interno, representa as sínteses fornecidas pelos entrevistados do círculo maior, ou seja: C1 seria a síntese construída por E1 após responder a entrevista; C2 seria a síntese construída por E2 após responder a entrevista e ter acesso à síntese C1; C3 seria a síntese construída por E3 após a realização de sua entrevista e ter acesso à síntese C2 e assim sucessivamente até o último entrevistado.

Após a realização de todas as entrevistas, ocorre um encontro, durante o qual as idéias são debatidas e se constrói um consenso, que corresponde à conclusão final construída pelo grupo. Desse modo, cada participante tem a oportunidade de passar por um processo de construção individual, de rever esse processo devido à influência das idéias dos demais e, finalmente, referendar esse processo durante a construção coletiva do consenso final.

Quadro 1
Círculo hermenêutico-dialético

Círculo Hermenêutico-dialético	FASES
	Coleta de dados e Análise simultânea
	Identificação dos aspectos essenciais junto a cada pessoa entrevistada e aos comentários
	Síntese das informações após cada entrevista e análise dos comentários e das sugestões
	Condensação e análise dos dados, ao final de cada grupo entrevistado.

No quadro 1 são apresentadas as fases e os níveis de interpretação dos dados coletados, na técnica do CHD, a partir do método hermenêutico-dialético. A complementaridade dessa técnica com a técnica da análise hermenêutica-dialética, que será abordada em outro momento, permite um processo dinâmico de pesquisa que facilita a construção de uma nova realidade, à medida que os entrevistados passam a ter a oportunidade, pelo dinamismo que essa técnica apresenta, de estar revendo seus argumentos, e construindo novos argumentos. Não é nossa intenção nesse trabalho abordarmos a questão da análise interativa, mas apenas como esta metodologia se aplica à coleta e pré-análise dos dados.

A PESQUISA

Essa metodologia foi utilizada durante a pesquisa realizada com quinze alunos da 1ª Série do Ensino Médio, do Colégio Estadual de Caruaru, na cidade de Caruaru, sobre interpretação de gráficos cinemáticos contínuos e discretos. Ela é parte integrante da dissertação de mestrado de um dos autores deste artigo, em andamento, e busca identificar as maneiras como esses alunos percebem um conjunto de gráficos utilizados durante o estudo do conceito de movimento.

É importante destacar que a pesquisa explora não apenas gráficos contínuos, que são os mais empregados no estudo do movimento, mas também gráficos discretos, que representam as relações entre variáveis como posição e velocidade, por exemplo, e que praticamente não são encontrados nos livros didáticos do ensino médio (PELLOSO e BASTOS, 2005).

Dentre esses quinze alunos, foram selecionados cinco para aplicação do CHD, de acordo com a lista de frequência, ou seja, escolhemos os alunos A1, A4, A7, A10, e A13.

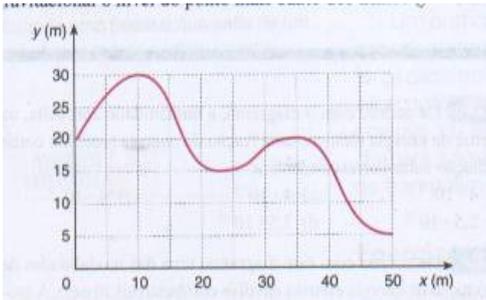
Elaboramos nossos instrumentos de pesquisa a partir da definição das categorias teóricas (referentes às leituras relacionadas com o tema central do estudo) e das categorias empíricas (categorias formuladas a partir da análise sucinta das respostas) (quadro 2).

Quadro 2
Categorias Teóricas e Empíricas

Categoria Teórica	Categorias Empíricas
Gráficos Cinemáticos contínuos e Discretos	Interpretação de Gráficos Cinemáticos Contínuo
	Construção de Gráficos Cinemáticos Contínuos
	Relacionar Gráficos Cinemáticos Contínuos
	Interpretação de Gráficos Cinemáticos Discretos
	Construção de Gráficos Cinemáticos Discretos
	Relacionar Gráficos Cinemáticos Contínuos

A seguir apresentamos o tratamento dado a uma das questões que fizeram parte dessa pesquisa, utilizada no pré-teste, como referencial explicativo quanto a utilização da Metodologia Interativa, no que se refere ao procedimento da coleta e pré-análise dos dados através da aplicação do CHD.

Quadro 3
Questão Pré – Teste

Problema	Questões
<p>O gráfico seguinte representa o perfil de um trecho de montanha-russa. Uma pessoa que tenha percorrido esse trecho da montanha-russa terá:</p>  <p>Fonte: TORRES et al, p. 138, 2001.</p>	<p>I - Um deslocamento na horizontal? (SIM ou NÃO) de quanto? Justifique.</p> <p>II - Um deslocamento na Vertical? (SIM ou NÃO) de quanto? Justifique</p>

RESULTADOS

Apresentaremos em seguida os resultados que foram obtidos através da aplicação da técnica do CHD, proposto pela Metodologia Interativa, à questão um explicitada anteriormente, referente aos alunos A1, A4, A7, A10, e A13, que, após terem respondido ao pré-teste, participaram da entrevista, em uma outra ordem, que será indicada abaixo.

Entrevistado E1 (aluno A4)

O comentário do primeiro entrevistado sobre a questão foi: *“como o móvel não anda no plano ele não possui movimento horizontal, apenas movimento vertical”*. Em relação ao que está apresentado nos dois eixos, o aluno considera que *“não é necessário identificar os eixos para responder às perguntas”*. No que se refere ao valor do deslocamento, ele não percebeu quanto seria.

Síntese E1

- I) Não, pois a figura não representa nenhuma característica de deslocamento horizontal.
- II) Sim, pois os traços revelam variação na linha vertical.

Entrevistado E2 (aluno A13)

Com relação à questão, o aluno *“achava que para responder a questão não era necessário olhar para os eixos do gráfico”*. Quanto ao movimento horizontal, ele considerou que eles *“seriam os pequenos intervalos paralelos ao eixo “x”*”. Ao dizer isso apontou para os pequenos intervalos próximos aos instantes 10s, após 20s e no instante 30s. No que se refere ao valor do deslocamento, ele não percebeu quanto seria.

Síntese E1 + E2

- I) * Não, pois a figura não representa nenhuma característica de deslocamento horizontal.
* Sim, algumas partes do gráfico mostram que existe um deslocamento na horizontal.
- II) Sim, pois os traços revelam variação na linha vertical.

Como na síntese não houve um consenso entre E1 e E2 em relação à primeira pergunta, são apresentadas as duas respostas.

Entrevistado E3 (aluno A1)

Em termos da questão como um todo, o aluno afirmou: *“não respondi porque não lembrava o que era deslocamento, mas acho que o vertical é representado por esse eixo (aponta para o eixo “x”) e esse outro (aponto para o eixo “y”) seria o horizontal”*.

Síntese E1 + E2 + E3

- I) * Não, pois a figura não representa nenhuma característica de deslocamento horizontal.
* Sim, em algumas partes do gráfico, as curvas no desenho mostram que existe um deslocamento na horizontal.
- II) Sim, pois os traços revelam variação na linha vertical.

Percebemos que para a construção dessa síntese, houve uma mudança na reconstrução proposta por E3, pois ao concordar com o “sim” da primeira pergunta, este acrescenta que *“as curvas no desenho é o que mostram o deslocamento horizontal”*. Essa mudança é característica da reconstrução feita pelo entrevistado. Observemos também, que a primeira resposta negativa para o item I é mantida como registro da posição de E1.

Entrevistado E4 (aluno A7)

A resposta dada à questão pelo aluno foi: “*Apenas num pequeno espaço entre o 45 e 50 (apontando para o eixo “x”) teve movimento horizontal*”. A trajetória do móvel seria “*o desenho do gráfico*”. No que se refere ao valor do deslocamento ele não percebeu quanto seria.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4

I) * Não, pois a figura não representa nenhuma característica de deslocamento horizontal.

* Sim, em algumas partes do gráfico, as curvas no desenho mostram que existe um deslocamento na horizontal.

II) Sim, pois os traços revelam variação na linha vertical.

Entrevistado E5 (aluno A10)

Com relação ao deslocamento o aluno afirmou: “*não prestei atenção de quanto. Hoje diria que é de 20m, mas acha confuso (para responder o 20m ele se referiu à posição em relação ao eixo vertical) não houve movimento vertical, pois as curvas maiores aparentam ser vertical por conta do tamanho desigual (aponta para o intervalo entre 20 e 30 do eixo “y”)*”.

Síntese E1 + E2 + E3 + E4 + E5

I) * Não, pois a figura não representa nenhuma característica de deslocamento horizontal.

* Sim, em algumas partes do gráfico, as curvas no desenho uma maior que outra, mostram que existe um deslocamento na horizontal.

II) Sim, pois os traços revelam variação na linha vertical.

Percebemos que ocorre uma interação entre esses entrevistados, mesmo que até esse momento não tenha havido nenhum encontro entre eles. Ao analisar as respostas dos que foram entrevistados anteriormente e rever a sua própria resposta, cada entrevistado refaz sua construção acerca do objeto de estudo da pesquisa, o que nos permite explorar, sem no entanto intervir nesse processo, suas concepções acerca do fenômeno em estudo.

Para completar essa primeira etapa proposta pela Metodologia Interativa, foi realizado um encontro no qual esses entrevistados puderam se relacionar e chegar a um consenso em relação à questão proposta. Os resultados obtidos foram os seguintes.

Consenso

I) Sim, por conta das partes do gráfico que tinham uma tendência horizontal.

II) Sim, pois os traços revelam deslocamento na linha vertical.

Nesse momento os entrevistados tiveram a oportunidade de discutir e reavaliar suas respostas e de certa maneira reconstruir conceitos, pois essa interação entre realidades diferentes e pontos de vistas diferentes demandou do sujeito re-interpretações de suas construções. No entanto, até esse momento não conseguiram chegar a conclusão de quanto seria o deslocamento horizontal e o vertical.

CONCLUSÕES

A Metodologia Interativa, apesar de não ter sido desenvolvida especificamente para as pesquisas em ensino de física, demonstrou ser adequada para explorar situações complexas como o processo de aprendizagem de conceitos. Sua estrutura, apoiada em entrevistas sequenciais, pode ser adaptada para diversas situações, envolvendo outros instrumentos, como testes, textos, questionários, etc., que possibilitam a exploração de aspectos qualitativos.

A aplicação da técnica do CHD, como procedimento para coleta dos dados, possibilitou a existência de uma interação, realizada nesse processo através da leitura e reflexão sobre as respostas dos outros entrevistados e o confronto entre essas idéias e as suas. Além disso, não apenas nos forneceu mais elementos para uma posterior análise, como propiciou para os entrevistados a oportunidade de rever suas construções de forma dinâmica.

Outro elemento positivo que foi percebido durante o processo de coleta de dados através da aplicação dessa técnica é que os entrevistados ficavam à vontade para expor suas concepções, sem aparentar nenhum constrangimento. Esse tipo de situação parece extremamente interessante para obter resultados mais fidedignos, que revelem o processo de construção das idéias dos participantes.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, Heloisa. F. B. N, **A teoria do construto pessoal**. Texto mimeografado. Departamento de Educação. Recife: UFRPE, 1998.
- GUBA, Egon S.; LINCOLN, Ivonna. **Fourth generation evaluation**. Newbury: Sage, 1989.
- KELLY, G. A. **A theory of personality: the psychology of personal constructs**. New York: Norton, 1963
- MEDEIROS, A. Metodologia da pesquisa em educação em ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(1)73-82, 2002.
- OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Recife: Bagaço, 2005.
- _____, **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses**. Recife: Edições Bagaço, 2003. 174p.
- _____, Metodologia interativa: um processo hermenêutico-dialético. *Interfaces Brasil/Canadá*, Porto Alegre, V.1, n. 1, 2001. 67 -79.
- PELLOSO, M. G. e BASTOS, H.F.B.N: A utilização de gráficos cinemáticos nos livros de física. **CD-ROM** da V Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, UFRPE, dez. 2005.
- PELLOSO, M. G **Investigando a utilização de gráficos cartesianos como ferramenta para compreensão do conceito de movimento na 1ª série do ensino médio** Dissertação de Mestrado, UFRPE, 2007.

Apêndice B - INVESTIGANDO AS DIFICULDADES ENCONTRADAS PELOS ALUNOS AO TRABALHAREM COM GRÁFICOS CINEMÁTICOS DISCRETOS E CONTÍNUOS⁸
 (Ascertains that difficulties encountered by the pupils to the we will be working along continuous and discreet cinematic graphics)

Mauricio Gualberto Peloso⁹ <mauricio.peloso@gmail.com>

Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos¹⁰ <heloisafiorabastos@yahoo.com.br>

Maria Marly de Oliveira⁹ <mmarlyoliveira@uol.com.br>

Universidade Federal Rural de Pernambuco
 Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências
 Departamento de Educação

Rua Dom Manoel de Medeiros s/n – Dois Irmãos – 52171-900 – Recife (PE)
 Fone: (81) 3302-1587; Fax: (81) 3268-3193; e-mail:pgensino@ufrpe.br

Resumo

Este artigo apresenta resultados de uma investigação acerca do uso de gráficos cinemáticos, *contínuos* e *discretos*, com alunos da 1ª série do Ensino Médio, de uma escola da rede pública estadual de caruaru, procurando identificar as dificuldades encontradas pelos alunos ao trabalharem com esses gráficos. Neste estudo, procura-se identificar alguns subsídios que os gráficos cinemáticos discretos apresentam para a compreensão do conceito de movimento em relação aos gráficos cinemáticos contínuos.

Palavras-chave: ensino de ciências, gráficos cartesianos, movimento.

Abstract

This article presents effects from a ascertainment about use of cinematic graphics, *continuous* and *discreet*, with pupils from the 1st from the Secondary Education, searching detect that difficulties encountered by the pupils to the we will be working along those graphics and that contributions the discreet cinematic graphics they present for the comprehension from the movement concept in relation to the continuous cinematic graphics.

Key Words: teaching of sciences, cartesian graphs, motion.

INTRODUÇÃO

Este trabalho representa um recorte de um estudo mais amplo que teve por objetivo compreender as dificuldades apresentadas pelos alunos ao analisarem gráficos cinemáticos contínuos e discretos à luz da teoria psicológica de Kelly (1963) - *The Psychology of Personal Constructs*, onde procuramos, através do corolário da fragmentação, identificar porque para problemas considerados semelhantes os alunos apresentam respostas sem nenhuma relação lógica entre elas.

Considerando que os avanços propostos pela sociedade moderna e pelos meios de comunicação exigem uma linguagem que permita representar informações de maneira

⁸ Artigo enviado a RBPEC em 20 de fevereiro de 2007.

⁹ Mestrado PPGEC - UFRPE

¹⁰ Professoras do PPGEC - UFRPE

objetiva e prática, entendemos que os gráficos atendem a esses requisitos, uma vez que apresentam, numa linguagem figurativa, informações que usualmente são organizados em tabelas. Nas Ciências Naturais e especialmente na Física, os gráficos têm sido utilizados freqüentemente para abordar novos conceitos, como proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1997). No campo da educação, a utilização e a interpretação de gráficos são consideradas como competências que o indivíduo deve desenvolver para compreender o mundo que o cerca. Assim, os PCN+EM (BRASIL, 2002) orienta que a Física deve ser apresentada de maneira a possibilitar o conhecimento dos fenômenos naturais e tecnológicos e que o indivíduo deve apropriar-se de uma linguagem específica da Física, que use uma terminologia com conceitos bem definidos, como por exemplo, a gráfica.

Através de uma revisão bibliográfica identificamos que pesquisadores como Beichner (1994), Selva (2003) e Agrello & Garg (1999) mostram uma série de argumentos que justificam a utilização de gráficos como uma ferramenta que permite-nos reconhecer facilmente dados que seriam mais difíceis de visualizar numa tabela, além dos diversos conceitos matemáticos que estes permitem abordar, enquanto que outros estudos realizados por Araujo et al. (2004) e McDermott et al. (1987) identificaram uma série de dificuldades encontradas pelos alunos ao trabalharem com gráficos cinemáticos contínuos.

Assim, apresentamos nesse artigo uma parte dos resultados de uma investigação realizada com alunos da 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública, na qual abordamos gráficos cinemáticos contínuos e discretos, procurando identificar que elementos do gráfico eles tomam para sua análise, bem como verificar se há diferença em trabalhar com gráficos cinemáticos discretos em relação aos gráficos cinemáticos contínuos, uma vez que Pelloso e Bastos (2005) identificaram que os livros didáticos de Física só abordam gráficos cinemáticos contínuos.

O trabalho com gráficos cinemáticos

Através de uma revisão sobre as concepções de movimento, construídas ao longo dos tempos (ver quadro 1), identificamos que é na terceira fase, que Nicole d’Oresme (1320-1382) propôs a representação gráfica como uma nova técnica para o estudo do movimento (MACEDO, 2003).

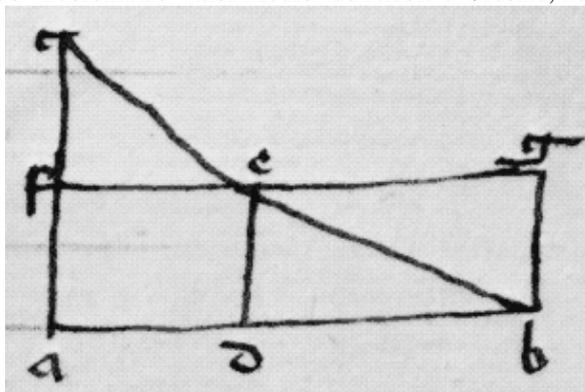
Quadro 1 - Concepções de Movimento

I Fase	O movimento enquanto atributo dos modelos cosmológicos	Essa concepção, que emergiu entre os séculos VII e IV a.C, apresenta a concepção filosófica da época em que foram propostas e procuram, através da razão, ou seja, na tentativa de superar a interferência do sobrenatural, explicar a realidade natural a partir dela mesmo.
II Fase	O movimento enquanto resultado de agente motor externo	Essa concepção tem como principal defensor Aristóteles (séc. III a.C) que propõe que todo movimento só poderá ocorrer se houver a ação de uma força motora externa ou ainda, que tudo que se move deve ser movido por alguma coisa.
III Fase	O movimento enquanto resultado do “impetus” impresso pelo projetor sobre o corpo	Essa concepção construída de forma lenta entre os séc. V e XIV quando os filósofos começaram a rejeitar a teoria aristotélica de movimento. Para esses filósofos o “impetus” é a força transmitida do agente externo “motor” passa o corpo. Logo, desapareceria a distinção entre movimentos “naturais” e “violentos” proposto por Aristóteles.
IV Fase	O movimento não como resultado de causas internas ou externas, mas o movimento pelo movimento.	Concepção defendida principalmente por Galileu (séc. XV) em que a preocupação em compreender o movimento não as forças que atuam sobre o corpo: sejam internas (impetus) sejam externas, mas compreender o movimento enquanto movimento.

Fonte: PELLOSO, 2007, p. 21-28.

Desse modo, ele empregou o que chamaríamos hoje de coordenadas retangulares: um comprimento proporcional à longitude seria a abscissa de um ponto dado e a perpendicular a esse ponto proporcional à latitude, seria a ordenada. Assim, d'Oresme antecipou-se à geometria analítica de Descartes, ao procurar demonstrar sua idéia de que a quantidade de movimento (deslocamento efetuado pelo móvel) é proporcional à área da figura representada.

Figura 1
Ilustração do “Teorema do Valor Médio” de Nicole d’Oresme, no “Tractatus”



Fonte: MACEDO, 2003, p. 29.

Essa nova forma de representação, feita por d'Oresme e o desenvolvimento de sua definição do Teorema do Valor Médio, contribuíram para que os pesquisadores do Merton College, instituição vinculada à Universidade de Oxford na Inglaterra, elaborassem um método de cálculo do espaço percorrido por um móvel com aceleração constante, o que permitiu um avanço considerado para o estudo dos movimentos.

Os avanços propostos pela geometria analítica de Descartes (1596-1650), permitiram que outras ciências pudessem avançar do desenvolvimento de seus conhecimentos, principalmente as ditas exatas. Assim, compreendemos que o uso de gráficos seja para comunicação de resultados (revistas, jornais, televisão, internet), ou para, desenvolvimento de novos conhecimentos (utilizados em sala de aula) têm aparecido com bastante frequência em nosso cotidiano. Acreditamos que isto esteja relacionado ao fato de que pesquisadores como Agrello e Garg (1999), Guimarães (2002) identificarem que os gráficos são capazes de apresentar de forma compacta uma grande quantidade de informações.

Embora seja um consenso que os dados apresentados em gráficos sejam de mais fácil compreensão, daqueles apresentados em tabelas pesquisadores como Lima (2005), Guimarães (2002), Beichner (1994, 1995, 1996), Monteiro e Ainley (2003), McDermott, Rosenquist e VanZee (1987) dentre outros, afirmam que tantos adultos como crianças apresentam dificuldades na construção, compreensão e análise de dados organizados em tabelas e gráficos.

Vários estudos, na área de pesquisa em Ensino de Física, têm se interessado em identificar quais as dificuldades apresentadas pelos alunos ao trabalharem com gráficos cinemáticos do tipo posição vs. tempo, velocidade vs. tempo e aceleração vs. tempo. Dentre essas pesquisas, poderíamos destacar o trabalho de McDermott et al (1987, apud ARAÚJO et al., 2004) que após analisarem as narrativas feitas pelos estudantes durante o processo de elaboração e análise de gráficos da cinemática, identificaram 10 das principais dificuldades apresentadas por esses alunos ao trabalharem com gráficos cinemáticos, das quais 5 (cinco) estão associadas a conectar os gráficos aos conceitos físicos e 5 (cinco) em conectar os gráficos ao mundo real, conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 2
Dificuldade em conectar gráficos

Conexão dos gráficos com os conceitos físicos.	a) Discriminar entre inclinação e altura
	b) Interpretar mudanças na altura e mudanças na inclinação
	c) Relacionar um tipo de gráfico a outro
	d) Relacionar a narração de movimento com um gráfico que o descreve
	e) Interpretar a área sob o gráfico
Conexão dos gráficos ao mundo real.	a) representar movimento contínuo por uma linha contínua
	b) separar a forma de um gráfico da trajetória de um movimento
	c) representar a velocidade negativa
	d) representar aceleração constante
	e) fazer distinção entre diferentes tipos gráficos do movimento.

Fonte: ARAUJO et al., 2004, p. 180.

Beichner (1994) assinala que a crença de que os gráficos são uma espécie de fotografia do movimento, parece ser, provavelmente, a principal confusão que os alunos fazem ao se depararem com gráficos da Cinemática. Essa observação passa a ser importante para esta pesquisa, uma vez que também percebemos, em nossas aulas, que o aluno ao observar um gráfico da posição *vs* tempo, comumente identifica a figura como sendo a trajetória realizada pelo corpo.

Nesse sentido, Peloso e Bastos (2005b) identificaram que os gráficos cinemáticos utilizados para abordagem do conceito de movimento, em livros didáticos de Física do Ensino Médio, são em sua grande maioria gráficos contínuos, que relacionam principalmente velocidade *versus* tempo e posição *versus* tempo.

A ausência de outros tipos de gráficos como, por exemplo, os cinemáticos discretos, nos livros didáticos, levou-nos a verificar se gráficos desse tipo possibilitariam uma melhor compreensão do movimento pelos alunos.

Diante desses pressupostos, verificamos que as dificuldades apresentadas pelos alunos ao trabalharem com gráficos cinemáticos poderiam estar relacionadas à maneira como aplicam seu sistema de construção para a interpretação do fenômeno, na forma como é apresentado. Essa falta de conexão lógica entre as explicações é explicada por Kelly (1963), através do corolário da fragmentação.

A teoria do construto pessoal e o corolário da fragmentação

Essa teoria faz parte de um conjunto de teorias psicológicas que apresentam uma posição filosófica cognitivista construtivista, ou seja, considera a forma de como o indivíduo constrói sua estrutura cognitiva. Esse processo é denominado de *alternativismo Construtivo* (BASTOS, 1992). Desse modo, para Pope (1985, *apud* BASTOS, 1998) o *alternativismo construtivo* está relacionado à maneira como “as pessoas compreendem a si mesmas, seus arredores e antecipam eventualidades futuras, construindo modelos tentativos e avaliando-os em relação a critérios pessoais, quanto à predição com o sucesso e controle de eventos baseados neste modelo” (p. 1). Essa maneira de lidar com a realidade que nos cerca, numa tentativa de prever o futuro (construir modelos antecipados dos fenômenos), é algo dinâmico que está sujeito a re-interpretações a cada momento e é algo particular do indivíduo, uma vez, que construído um modelo que não se aplica a um determinado evento, ele procura “construir” um novo modelo para substituí-lo e assim o faz tantas vezes quantas achar conveniente.

Kelly estruturou a TCP seguindo o modelo axiomático proposto por Euclides (330 a.C. a 270 a.C) na qual estabeleceu o postulado fundamental e seus corolários, talvez por sua experiência em navegação e seu interesse em geometria multi-dimensional. Assim, ele apresenta sua teoria como a *geometria do espaço psicológico* (KELLY, 1969). Dessa forma, ao assumir o postulado fundamental, a posição filosófica de Kelly, implica:

- ✓ Conceber que todas as nossas interpretações estão sujeitas à revisão e à substituição;
- ✓ Que ninguém precisa considerar-se vítima de sua biografia

Dentre esses corolários, Bastos (1998a, p. 4) identifica que, “a questão da fragmentação é essencialmente relevante para o processo de ensino-aprendizagem, pois nos permite compreender a falta de relações lógicas entre as explicações dadas pelos alunos a fenômenos que são considerados semelhantes pelos professores”. O processo de fragmentação traz grandes conseqüências para a aprendizagem, pois quando as pessoas testam novos construtos não implica que os antigos foram descartados. Eles podem compor de forma paralela o sistema de construção de uma pessoa, mantendo uma relação colateral entre o novo e o velho construto. Isso propõe que deveríamos estar empenhados em procurar o sistema de construto reinante para explicarmos suas construções no lugar de apenas explicarmos seu comportamento em função de suas atitudes imediatas.

Nesse sentido, o corolário da fragmentação proposto por Kelly vai subsidiar a compreensão das “respostas” apresentadas pelos alunos ao trabalharem com gráficos cinemáticos, contínuos ou discretos, uma vez que os alunos apresentam para situações representadas graficamente respostas sem uma relação lógica com o fenômeno apresentado ou como propõe estudos de McDermott et al (1987) e ARAÚJO et al. (2004) estes trabalham com um tipo de gráfico, porém com o pensamento em outro tipo de gráfico cinemático.

Metodologia

O estudo foi desenvolvido inicialmente, com 15 alunos da 1ª série do Ensino Médio, turno manhã, de uma escola da rede pública estadual localizada em Caruaru-PE, entre novembro de 2005 e janeiro de 2006. A pesquisa contou com a aplicação de um instrumento de coleta de dados, pré-teste e pós-teste, sobre gráficos cinemáticos contínuos (cinco problemas) e discretos (dois problemas), e uma entrevista, semi-estruturada, com apenas alguns desses alunos escolhidos de acordo com a ordem de chamada e analisados a luz da Metodologia Interativa¹¹. Entre o pré-teste e o pós-teste realizamos quatro encontros de duas horas, em forma de oficinas, com a finalidade de revisar os conteúdos abordados, sem a preocupação de analisarmos o efeito desta intervenção. Assim, participaram do pré-teste os alunos A1, A2, A3,...,A14, A15 e da entrevista os alunos A1, A4, A7, A10, e A13. Na fase do pós-teste participaram os alunos A3, A4, A7, A8, A9, A11, A13, A14 e A15 e participaram da entrevista os alunos A4, A7 e A13.

A análise de dados foi tomada em três momentos distintos:

- i. Analisamos as atividades do pré-teste e do pós-teste apenas dos alunos A3, A4, A7, A8, A9, A11, A13, A14 e A15, que participaram de todas as atividades da pesquisa.
- ii. Analisamos a entrevista dos alunos A1, A4, A7, A10, e A13 que participaram do pré-teste; e

¹¹ A análise das entrevistas foram realizadas com base na Metodologia Interativa (OLIVEIRA, 2005) e apresentadas no X EPEF de 15 a 18 de agosto de 2006, Londrina, PR, onde apresentamos além dos resultados dessa entrevistas, apresentamos a aplicação da Metodologia Interativa às pesquisas em Ensino de Física.

iii. Analisamos a entrevista dos alunos A4, A7 e A13 que participaram do pós-teste;

Resultados e Discussão

Neste artigo, apresentamos os resultados obtidos da análise apenas do pré-teste e pós-teste, apenas de duas das questões, sendo uma de gráficos cinemáticos contínuos (primeira questão) e outra de gráfico cinemáticos discretos (sexta questão), procurando ressaltar não os erros e acertos cometidos, mas, os elementos que foram considerados como argumento principal para análise dos gráficos. Os resultados das demais questões apresentaremos em outros trabalhos.

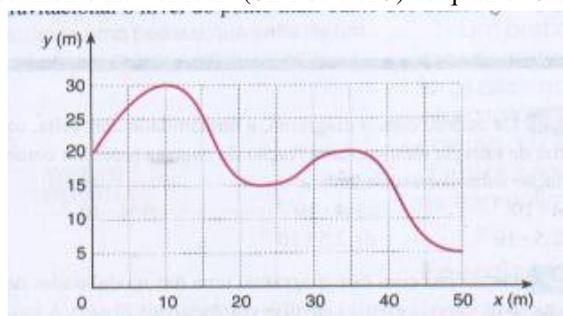
➤ Gráfico cinemático contínuo - primeira questão do pré-teste e do pós-teste

Nesta questão, utilizamos um gráfico da posição vs. posição, que apresenta a trajetória de um corpo, durante um movimento ocorrido em uma situação familiar. Optamos por esse tipo de gráfico por ser o que envolve menos abstração, em relação a outros, uma vez que o desenho apresentado corresponde ao caminho percorrido pelo corpo.

Entretanto, como as pesquisas e os livros didáticos não têm explorado esse tipo de gráfico. Nossa intenção, nesta questão (ver quadro 3), era procurar identificar quais aspectos do gráfico são considerados para retirar informações do mesmo. Nesse caso, estávamos interessados em determinar os deslocamentos horizontal e vertical, a partir dos valores apresentados nos eixos.

Quadro 3
Enunciado 1ª questão

- 1- O gráfico seguinte representa o perfil de um trecho de montanha-russa. Uma pessoa que tenha percorrido esse trecho da montanha-russa terá:
- III- Um deslocamento na horizontal!? (SIM ou NÃO) de quanto? Justifique.
- IV- Um deslocamento na Vertical!? (SIM ou NÃO) de quanto? Justifique.



Fonte: TORRES et al, p. 138, 2001.

Para o primeiro item desta questão esperávamos que os alunos tomassem como referência os valores apresentados no eixo das abscissas “x” (eixo horizontal), uma vez que o deslocamento horizontal estaria representado pelo respectivo eixo. Para o segundo item desta mesma questão, que se referiu ao movimento vertical, era esperado que eles tomassem os valores apresentados no eixo das ordenadas “y” (eixo vertical).

As respostas a esta questão foram categorizadas e são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1
Categorização dos resultados da 1ª Questão do Pré-teste e Pós-teste

Itens		Pré-teste				Pós-teste			
		C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
I	Sim	A8, A9, A11, A14, A15	A9	A7, A9, A11, A13	-	A3, A4, A8, A9, A11, A14, A15	A14	A7, A13	-
	Não	-	-	A4	A3	-	-	-	-
II	Sim	A11	A3, A8, A9, A14, A15	A4, A7, A11, A13	-	-	A3, A4, A8, A9, A11, A15	A13, A14	-
	Não	-	-	-	-	-	-	-	-
	Não respondeu	-				A7			

C1 = Considerou os valores no eixo das abscissas “x” C2 = Considerou os valores no eixo das ordenadas “y”
C3 = Considerou partes do desenho C4 = Não apresentou justificativa

Fonte: PELLOSO, 2007, p. 47.

Assim, no quadro 4, construímos para esta questão a categoria teórica, baseada no conteúdo de Física que está sendo explorado, a categoria empírica, relativa ao foco dado na questão (leitura e interpretação) e as unidades de análise que emergiram das respostas a esta questão.

Quadro 4
Matriz das Categorias – Questão 1

Categoria Teórica	Categoria Empírica	Unidades de Análise
Gráficos Cinemáticos contínuos	Leitura e Interpretação de Gráficos Cinemáticos Contínuos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Considerou os valores no eixo das abscissas “x” ▪ Considerou os valores no eixo das ordenadas “y” ▪ Considerou partes do desenho

A partir das justificativas dadas por esses alunos foi possível percebermos três grupos de respostas:

d) Considerou os valores no eixo das abscissas “x”

Como apresentamos na tabela 1, para o primeiro item desta questão, os alunos A8, A9, A11, A14 e A15 tomaram, no pré-teste, como referência os valores apresentados no eixo “x”. Após a aplicação de nossa intervenção verificamos que esse quadro apresentou uma variação, uma vez que agora, no pós-teste, encontramos nessa categoria de respostas os alunos A3, A4, A8, A9, A11, A14 e A15. Apresentamos alguns de seus argumentos.

Sim, de 50m mostra o quanto aquele trecho tem e quanto vamos sair do lugar no sentido horizontal (A8 – pré-teste)

sim e também na vertical pois ela começou com 20m de altura foi a 30 e assim continuou oscilando enquanto também se deslocava na horizontal. Seu deslocamento na horizontal de 50m. (A9 – pré-teste)

e) Considerou os valores no eixo das ordenadas “y”

Para o segundo item, como propomos acima, esperávamos que os alunos considerassem os valores apresentados no eixo da ordenada (eixo vertical), já que o problema pedia que verificasse o deslocamento vertical. Na tabela 1, percebemos que os alunos A3, A8, A9, e A15 consideraram os respectivos valores nas duas etapas. Percebemos, ainda, de acordo com a tabela, que além do aluno A14 (que considerou esse eixo no pré-teste para justificar sua resposta) ter mudado sua opção no pós-teste, agora observando o desenho (veremos mais

adiante) outros alunos (A4 e A11), que no pré-teste consideraram o desenho para justificar suas respostas, agora tomaram os valores do eixo para suas justificativas. Alguns de seus argumentos foram:

Sim. 10m. O seu ponto inicial é o de 20 e (atingi) percorreu até o ponto 30m (A3 – pós-teste)

Sim, de 10m, pois ele estava no referencial 20m e se deslocou até o ponto 30 metros (A8 – pós-teste)

Sim de 15m, pois a altura inicial era de 20m e no final estava com apenas 5m (A9 – pós-teste)

f) Considerou partes do desenho

Um outro elemento, que foi observado pelos alunos para identificarem tanto o deslocamento horizontal quanto o vertical, foi o desenho apresentado. Os alunos A7 e A13 tomaram o desenho, ou partes dele, para justificar as respostas do primeiro item, tanto no pré-teste quanto no pós-teste. No segundo item, apenas A13 considerou o desenho nas duas etapas. Identificamos essa relação, a partir das justificativas:

Sim, por que tem momentos que a montanha-russa vai na horizontal (A7 – pré-teste)

Sim, em algumas partes do gráfico mostra que existe um deslocamento na horizontal (A13 – pós-teste)

Concluindo

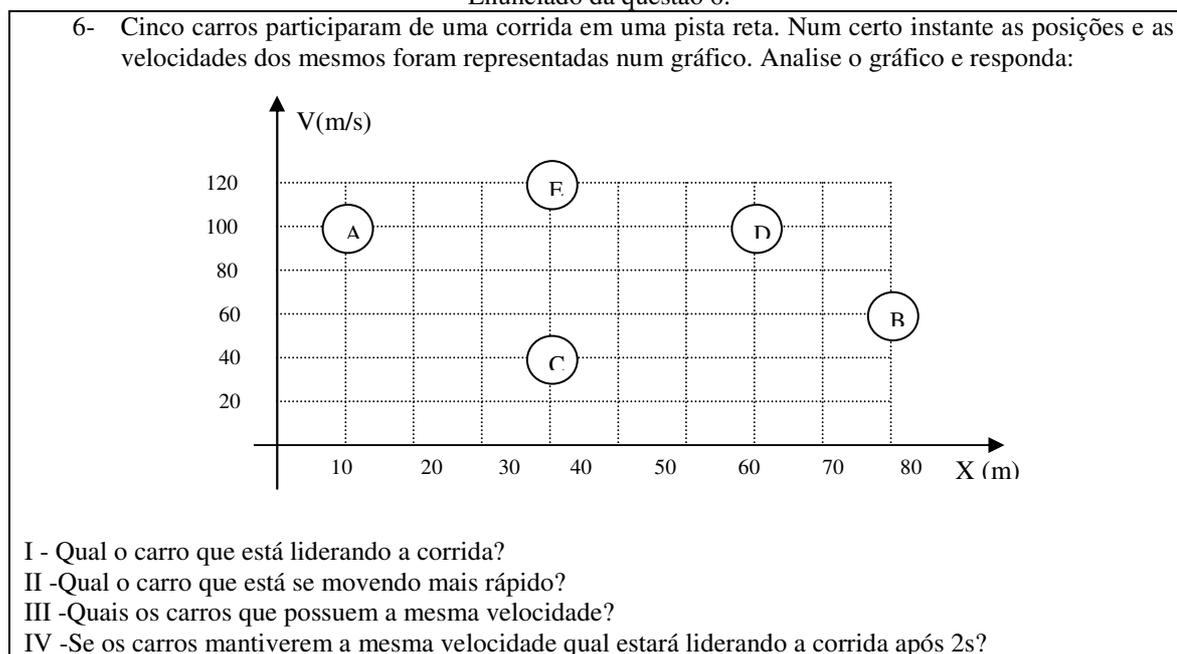
Nesta questão, foi possível estabelecermos que apenas o aluno A9 conseguiu fazer uma leitura completa do gráfico, observando os valores apresentados nos dois eixos (horizontal e vertical) e o desenho do gráfico. Um ponto que identificamos, para essa questão, é o fato de percebermos que os alunos tendem a observar um dos três elementos apresentados. Acreditamos que isso seja uma das dificuldades encontradas para análise de gráficos cinemáticos contínuos, uma vez que eles não atentam para a leitura e articulação das informações apresentada nos dois eixos e pelo desenho.

Das respostas obtidas para essa questão, identificamos que A14 parece ter modificado seu argumento, não por conta da intervenção que realizamos, mas por conta da fragmentação proposta por Kelly (1963), pois na mesma atividade (pós-teste) para analisar o movimento horizontal (item I) do móvel ele observou as informações apresentadas nos dois eixos, como fizera também para o pré-teste. No entanto, para analisar o movimento vertical (item II) do pós-teste, mesmo tendo feito a leitura dos valores ele simplesmente agora desconsiderou a leitura realizada e tomou o desenho do gráfico como argumento de sua escolha.

➤ Gráfico cinemático discreto - sexta questão do pré-teste e do pós-teste

Nesta questão proposta (ver quadro 17), propomos que eles respondessem de acordo com o gráfico a quatro itens e justificassem suas respostas. Para nossa análise consideramos que os três itens iniciais (I, II e III) exigiam apenas a leitura do gráfico e o último item (IV), além da leitura era necessário que eles fizessem à interpretação do problema. Nossa preocupação na análise foram as justificativas apresentadas para as respostas, uma vez que nosso interesse foi o de identificar que aspectos do gráfico eles consideraram, uma vez que agora propomos gráficos cinemáticos discretos.

Quadro 5
Enunciado da questão 6.



Fonte: PELLOSO, 2007, p. 97.

Fizemos a análise dessa questão em dois blocos, considerando os objetivos propostos para esta questão.

❖ Análise do item I, II e III da sexta questão

Nesses três primeiros itens, nossa intenção foi de verificarmos que aspectos do gráfico eram considerados pelos alunos para fazerem a leitura dos dados apresentados nesse tipo de gráfico. Os dados categorizados foram apresentados na tabela 2.

Tabela 2
Categorização dos resultados dos itens I, II e III da 6ª questão do Pré-teste e Pós-teste.

Categorias	Pré-teste			Pós-teste		
	Item I	Item II	Item III	Item I	Item II	Item III
Relacionou sua resposta ao eixo da posição	A3, A8 A11, A14	-	-	A7, A8, A9 A11, A13, A14	-	-
Relacionou sua resposta ao eixo da velocidade	-	A4, A8, A9 A11, A14	A3, A4, A7, A8 A9, A11, A14		A4, A7, A8, A9 A11 A13, A14	A4, A7, A8 A9, A11, A13, A14
Relacionou posição e velocidade ao mesmo tempo	-	A3	-	-	-	-
Relacionou sua resposta ao desenho	A4, A7 A9, A13	A13	-	-	-	
Não justificou	A15	A15 A7	A13 A15	A3 A4 A15	A3 A15	A3 A15

Fonte: PELLOSO, 2007, p. 98.

A partir dos dados coletados e apresentados na tabela 2, construímos no quadro 6 as categorias, teórica e empírica, criadas para estes itens (I, II e III) e as unidades de análise que emergiram dessas respostas.

Quadro 6
Matriz das Categorias – Itens I, II e III da questão 6.

Categoria Teórica	Categoria Empírica	Unidades de Análise
Gráficos Cinemáticos discretos	Leitura de gráficos cinemáticos discretos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relacionou sua resposta ao eixo da posição. ▪ Relacionou sua resposta ao eixo da velocidade. ▪ Relacionou posição e velocidade ao mesmo tempo. ▪ Relacionou sua resposta ao desenho.

Dentre as respostas categorizadas na tabela 9, apenas o aluno A7, apresentou uma resposta incorreta para o item I e os alunos A3 e A13 para o item II, como veremos adiante. No entanto percebemos que mesmo tendo considerados aspectos diferentes do gráfico houve um avanço, pois não identificamos nenhuma resposta errada no pós-teste para esses três itens, mesmo que alguns (A3, A4 e A15) não tenham apresentado justificativas. Assim, fizemos a análise de cada uma das unidades que emergiram dessa categorização.

e) Relacionou sua resposta ao eixo da posição

Para o primeiro item dessa questão, esperávamos que os alunos tomassem o eixo horizontal (representa a posição ocupada pelo móvel), para justificarem suas respostas. Assim, identificamos que no pré-teste os alunos A3, A8, A11 e A14 o fizeram e apresentaram argumentos bem semelhantes.

B, pois ele está à 90m de distância (A3 – item I do pré-teste)
B, porque já percorreu 90m (A11 – item I do pré-teste)

No pós-teste percebemos que a quantidade de alunos que tomaram o eixo para sua justificativa aumentou, pois agora foram os alunos A7, A8, A9, A11, A13 e A14. Acreditamos, ainda, que essas mudanças estejam relacionadas a nossa intervenção, pois os alunos que participaram dessa pesquisa relataram que nunca haviam trabalhado com esse tipo de gráfico. Outro aspecto considerado, é que as justificativas também não foram diferentes daquela apresentada no pré-teste, apesar de não terem mencionado os valores.

“B”, porque ele está no ponto maior (A7 – item I do pós-teste)
“B”, porque olhando o ponto referencial (x) ele está na frente (A9 – item I do pós-teste)
B, pois nesse instante ele percorreu o maior espaço (A14 – item I do pós-teste)

Pelas respostas apresentadas para os demais itens II e III, como veremos adiante, acreditamos que o alunos A4, não apresentou justificativa para o item I no pós-teste, talvez por considerar que não precisava. Pois, como vimos no pré-teste ele não teve dificuldades em justificar a resposta.

f) Relacionou sua resposta ao eixo da velocidade

Para os itens II e III dessa questão era necessário que eles tomassem o eixo vertical (eixo que representava a velocidade do móvel num determinado momento) para justificarem suas repostas. Assim, percebemos que os alunos não apresentaram dificuldades para esses dois itens (II e III) uma vez que pelos dados apresentados na tabela 9, um número considerado dos pesquisados observaram a velocidade no eixo esperado, conforme apresentamos em suas justificativas.

“E” de acordo com o gráfico ele está a 120 m/s o máximo da velocidade apresentada no gráfico (A4 – item II do pré-teste)
A e D os dois estão a 100 m/s (A9 – item III do pós-teste)
O carro 120 m/s porque a velocidade é maior (A7 – item II pós-teste)

“A” e “D” estão na mesma linha com a mesma velocidade, só que o “D” está muito à frente de “A”. (A14 – item III do pré-teste)

As repostas dos demais alunos, não se distanciaram dessas apresentadas. Por isso, optamos por apresentar apenas alguns exemplos. Ainda percebemos que alguns alunos, como o caso de A14, que no pré-teste, além de verificar quais dos móveis possuíam a mesma velocidade fez uma relação com a posição ocupada pelo móvel.

g) Relacionou posição e velocidade ao mesmo tempo

Dos alunos pesquisados, que responderam ao pré-teste, apenas A3 parece ter procurado uma relação com os dados apresentados no gráfico, por isso tenha sido um dos que responderam ao item II de forma incorreta, pois apresentou uma justificativa de que o móvel que está se movendo mais rápido seria o ‘D, pois ele está a 70m com velocidade de 100 m/s, quando chegar a 90 m estará mais rápido devido a variação de sua velocidade’. Esse argumento mostrou que o problema não foi a leitura desse gráfico, mais as considerações feita por esse aluno de que a velocidade do móvel poderia aumentar e isso não estava expresso no problema.

h) Relacionou sua resposta ao desenho

Das respostas obtidas, após nossa categorização, identificamos que os alunos A4, A7, A9 e A13, tomaram para o item I do pré-teste, o desenho de modo que apenas A7 apresentou uma resposta errada. Para o item II, o aluno A13 foi o único a considerar o gráfico e por isso tenha apresentado uma resposta errada. As justificativas apresentadas por esses alunos foram:

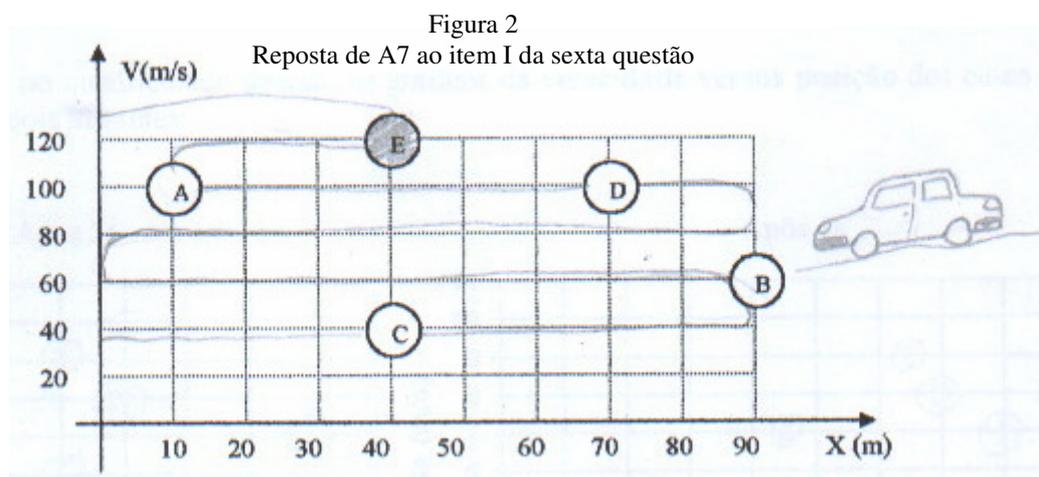
“B”, pois de acordo com o gráfico ele percorreu todo o trajeto na horizontal (A4 – item I do pré-teste)

“B” ele está na frente de todos (A9 – item II do pré-teste)

Na horizontal o carro “B” está liderando e na vertical quem lidera é o carro “E” pois ambos estão à frente dos outros carros. (A13 – item I pré-teste)

Talvez seja o “C” porque é o que está mais atrás (A13 – item II do pré-teste)

Acreditamos, que principalmente o aluno A4 e o A13, tenham sido influenciados pelos problemas anteriores, onde propomos que observassem tanto o movimento da componente horizontal quanto do vertical. Ainda, nos chamou a atenção à resposta apresentada por A7 que justificou que o móvel que estava liderando a corrida era ‘o carro “E” por que ele está mais perto da velocidade final’ ele considerou como vemos na figura 8, grade do gráfico como sendo o percurso (trajetória) feito pelo móvel.



Concluindo

Os resultados encontrados, para esses três itens não diferem daqueles encontrados em nosso projeto piloto (ver anexo 1) realizado em outra instituição pública de ensino com alunos de 8ª série do ensino fundamental (hoje denominado 9 ano do ensino fundamental) que também não haviam trabalhado com gráficos cinemáticos discretos (PELLOSO, JÓFILI e BASTOS, 2005).

Perece que a articulação com os dados apresentados nos gráficos cinemáticos discretos parecem ter sido mais fácil, do que nos contínuos, uma vez que os resultados apontaram que a maioria dos alunos não apresentaram dificuldades e aqueles que apresentaram dificuldades no pré-teste apresentaram bem mais dificuldades nos gráficos cinemáticos contínuos até mesmo no pós-teste, como foi o caso de alunos como A4, A7 e A13.

❖ Análise do item IV da sexta questão

Como propomos para os três itens iniciais (I, II e III) questões que exigiam principalmente a leitura do gráfico, nossa intenção nesse quarto item era verificar como eles relacionam essas informações no gráfico cinemático discreto. Assim, na tabela 10, apresentamos a categorização dos dados de acordo com as justificativas apresentadas pelos alunos, para o item IV.

Tabela 3
Categorização dos resultados do item IV da 6ª questão do Pré-teste e Pós-teste

Categorias	Pré-teste	Pós-teste
	Item IV	Item IV
Determinou a posição do móvel após 2s	A14	A3, A8, A9, A11, A14, A15
Relacionou a resposta à velocidade	A3, A8, A11	A13
Considerou o desenho	A7, A9, A13	A7
Outros ou não justificou	A4, A15	A4

Fonte: PELLOSO, 2007, p.102.

A partir dos dados coletados e apresentados na tabela 3, construímos no quadro 6 as categorias, teórica e empírica, criadas para este item (IV) e as unidades de análise que emergiram dessas respostas.

Quadro 7
Matriz das Categorias – Item IV da questão 6.

Categoria Teórica	Categoria Empírica	Unidades de Análise
Gráficos Cinemáticos discretos	Interpretação de gráficos cinemáticos discretos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinou a posição do móvel após 2s. ▪ Relacionou a resposta à velocidade. ▪ Considerou o desenho.

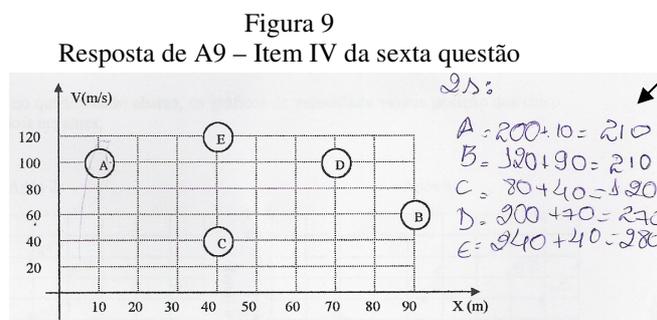
Assim, considerando as unidades de análise que emergiram dessa questão, analisamos cada uma delas.

d) Determinou a posição do móvel após 2s.

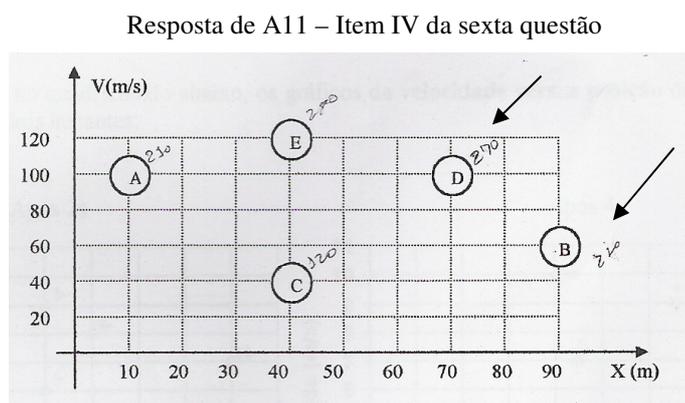
Os dados apresentados na tabela 10 mostraram que os alunos tiveram dificuldades em determinar a posição do móvel após o intervalo de 2s, uma vez que no pré-teste apenas o aluno A14 o fez, justificando que a resposta correta seria o móvel ‘*E*’, pois após 2s ele teria percorrido 280m’, ou seja, ele determinou que a velocidade do móvel era de 120 m/s e após

2s ele teria percorrido o equivalente a 240m e como já estava na posição 40m, o móvel iria para a posição 280m. No pós-teste, ele apresentou a mesma resposta, mas não apresentou nenhum cálculo escrito.

No pós-teste outros alunos também utilizaram a mesma idéia, sendo que apresentaram os cálculos realizados como foi o caso de A9 (ver figura 9) e o aluno A11 (ver figura 10).



Fonte: PELLOSO, 2007, p. 103.



Fonte: PELLOSO, 2007, p. 103.

Outros alunos, mesmo tendo feito o cálculo do espaço percorrido, parecem ter tido dificuldades em relacionar com a posição que o móvel já se encontrava, como ocorreu com os alunos A3, A8 e A15.

O carro de letra “E” pois se a cada 1s ele corre 120m/s então com 2s ele ira alcançar 240m/s (A3 – item IV do pós-teste da sexta questão)

“E”, pois se ele mantiver a velocidade após dois segundos ele estará no ponto 360m. (A8 – item IV do pós-teste da sexta questão)

Haveria um empate entre os carros B e D, pois A=120, B=240, C=120, D=240 e D=200 (A15 – item IV do pós-teste da sexta questão)

Acreditamos, considerando os argumentos apresentados anteriormente, que A3 mesmo determinado o espaço percorrido pelo móvel ele esqueceu de somar com a posição inicial. Para o aluno A8, acreditamos que ele tenha se equivocado nos cálculos, uma vez que ele identificou de forma correta a posição e a velocidade (itens I e II) e de forma semelhante aconteceu com A15 que ao invés de multiplicar a velocidade por 2, ele multiplicou a posição por 2, por isso tenha apresentado que haveria empate entre os carros B e D.

e) Relacionou a resposta à velocidade.

Outra unidade que emergiu das respostas apresentadas pelos alunos, nos indicou que eles não determinaram o espaço percorrido pelo móvel. Apenas, tomaram a velocidade para justificar suas respostas. Desse modo, no pré-teste, apresentaram ter tomado a velocidade como elemento para justificar suas respostas, os alunos A3, A8 e A11 e no pós-teste apenas o aluno A13. Acreditamos que as mudanças apresentadas tenham sido reflexo da intervenção e consideramos ainda que as dificuldades apresentadas por esses alunos estejam relacionadas ao fato de não terem trabalhado esse tipo de gráfico em momentos anteriores.

“E” pois está com a sua velocidade mais rápida de 120 m/s (A3 – item IV do pré-teste da sexta questão)

“E”. ele está com mais velocidade que o carro “B” (A8 – item IV do pré-teste da sexta questão)

Esses argumentos apontam que eles apesar de terem feito a leitura do gráfico não conseguiram articular as informações apresentadas para responder o problema. O único aluno que se enquadrou nessa unidade de análise no pós-teste foi A13 – o móvel “E” pois é o que tem velocidade maior. Tal fato, acreditamos não ser problema de leitura do gráfico, mais a articulação das informações apresentadas no gráfico para responder ao problema.

f) Considerou o desenho

Uma das unidades de análise que não esperávamos para esse item da questão, por apresentarem apenas pontos isolados (cuja abscissa representa a posição ocupada em determinado momento e a ordenada a velocidade nesse mesmo instante), refere-se ao fato de alguns alunos (A7, A9 e A13 no pré-teste e A7 no pós-teste) terem considerado o desenho para justificar suas respostas. Percebemos que esses alunos, em suas respostas, não parecem ter feito nenhuma relação com os dados do gráfico, mesmo A9, que desses, foi o único a apresentar no pré-teste a leitura do gráfico de acordo com os dados apresentados, como apresentamos a seguir.

O carro “A” ou “D”, por que são os que estão mais perto do carro “E” (A7 – item IV do pré-teste da sexta questão)

“B”, pois não é tempo suficiente para a ultrapassagem com a distância que está entre o 1º e o 2º colocado (A9 – item IV do pré-teste da sexta questão)

O carro “E” ou “B”, cada um em sua posição (A13 – item IV da sexta questão)

A resposta de A7 no pós-teste não foi diferente daquela apresentada no pré-teste. O aluno A9, no pós-teste fez a relação que esperávamos (determinou a posição do móvel após os 2s) e A13 associou nessa nova fase a posição ocupada pelo móvel à velocidade do móvel como analisamos anteriormente.

Concluindo

Os resultados encontrados para esse quarto item, no pré-teste, acreditamos que estejam relacionados ao fato de que nunca haviam trabalhado com esse tipo de representação, conforme depoimentos desses alunos. Pois, após a realização de nossa intervenção, onde

trabalhamos apenas dois exemplos que exploravam esse tipo de representação (gráfico cinemáticos discretos) dos 9 (nove) alunos pesquisados 6 (seis) apresentaram, no pós-teste, a resposta que esperávamos, ou seja, que determinassem o espaço percorrido pelo móvel e acrescentassem a posição que o este se encontrava para determinar a posição final.

Conclusões

A temática proposta para este trabalho foi de identificar se há diferenças em trabalhar com gráficos cinemáticos discretos e contínuos. Apresentamos aqui, apenas a análise de duas das sete questões, que investigamos sobre esses tipos de gráficos.

Para alcançar nossos objetivos, em relação a verificar a partir de que elementos os alunos tomaram como referência para justificar suas respostas, foi necessário a realização da intervenção, em forma de oficina, pois identificamos no pré-teste que, mesmo apresentando pouca dificuldades para responder as perguntas do gráfico discretos, os alunos confirmaram nunca terem trabalhado com esse tipo de gráfico.

Verificamos que, para os gráficos contínuos, a exemplo da questão apresentada neste artigo, os alunos não apresentaram mudanças significativas nas duas fases da pesquisa, ou seja, continuaram a analisar o gráfico a partir de seus elementos considerados de forma isolada e dentre esses elementos pudemos perceber que o desenho do gráfico parece ser o que mais se destaca.

Outra consideração, deve-se ao fato de que mesmo os alunos não tendo trabalhado com gráficos cinemáticos discretos antes do contato com essa pesquisa, eles apresentaram não ter tantas dificuldades em analisá-los e após a nossa intervenção esses resultados melhoram significativamente. O que nos sugere que esses gráficos discretos são compreendidos com mais facilidade que os contínuos.

Acreditamos que um dos fatores que influencia a leitura do gráfico seja o formato do desenho e como os gráficos discretos apresentam apenas pontos, os alunos se preocuparam mais com os dados apresentados nos dois eixos. Essa observação parece relevante para nossa pesquisa à medida que possamos elaborar atividades iniciais com esses gráficos para estimular os alunos à leitura dos dados, antes de iniciar atividades com gráficos contínuos.

REFERÊNCIAS

AGRELLO, D.A., GARG, Reva. Compreensão de gráficos de cinemática em física introdutória. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol 21, n. 1, 1999.

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*, v. 265, n. 2, p.179-184, 2004.

BASTOS, H. F. B. N. *Changing teachers' practice: towards a constructivist methodology of physics teaching*. Tese de Doutorado. University of Surrey, Inglaterra, 1992.

_____. *A teoria do construto pessoal*. Recife: UFRPE – Departamento de Educação, 1998.

BEICHNER, R.. Impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills, *American Journal of Physics*, in press. 1996.

_____. Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62, 750-762, 1994.

_____, Considering perception and cognition in the design of an instructional software package. *Multimedia Tools and Applications*, 1, 173-184, 1995.

BRASIL. Secretaria de educação Fundamental *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF. 1997

GUIMARÃES, G. L. *Interpretando e construindo gráficos de barras*. Tese de Doutorado – Psicologia Cognitiva, UFPE, Recife, 2002.

KELLY, G.A.: *A theory of personality: the psychology of personal constructs*, New York, Norton, 1963

MACÊDO, Marcos Antonio Rodrigues. *A utilização da história da física nos livros didáticos do ensino médio como estratégia educacional no estudo do movimento retilíneo uniformemente variado*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, UFRPE, 2003.

McDERMOTT, L., ROSENQUIST, M., and vanZEE, E.. Students difficulties in connecting graphs and physics: examples fro kinematics. *American Journal of Physics*, n. 55,503-513,1987.

MEIRA, L.. Making sense of instructional devices: the emergence of transparence in mathematical activity, *Journal for Research in Mathematics Education*, 29, 2, 1998, p. 121-142.

MONTEIRO C. e AINLEY, J. Developing critical sense in graphing. *European Reseacher in Mathematics Education III*, Grupo Tematico 5, 2003.

MOREIRA, Marcos Antonio. *Teorias da aprendizagem / Marcos Antonio Moreira*.- São Paulo: EPU, 1999.

PCN+Ensino Médio. *Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais*. Brasília: Ministério da Educação, 2002

PELLOSO, M. G. e BASTOS, H. F. B. N.: A utilização de gráficos cinemáticos nos livros de física. *In: CD-ROM de V Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão*. Recife, UFRPE, de 05 a 07 de dez. 2005.

PELLOSO, Mauricio G.. *Investigando a utilização de gráficos cartesianos como ferramenta para compreensão do conceito de movimento na 1ª série do ensino médio*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Educação, UFRPE, 2007.

POPE, M.. *Constructivist goggles*: implications for process in teaching and learning. Paper apresentado na BERA Conference, Sheffield, UK, Agosto, 1985.

SELVA, A. C. V.. *Gráficos de barras e materiais manipulativos*: analisando dificuldades e contribuições de diferentes representações no desenvolvimento da conceitualização matemática em crianças de seis a oito anos. Tese de doutorado, Psicologia Cognitiva, UFPE, 2003.

TORRES, C. M. A., et al. *Física ciência e tecnologia* – São Paulo: Moderna, 2001.

Apêndice C - Atividade Proposta para um estudo piloto

1- O GRÁFICO ABAIXO REPRESENTA A POSIÇÃO (ESPAÇOS OCUPADOS) EM FUNÇÃO DO TEMPO DE UM VEÍCULO QUE PERCORRE UMA ESTRADA EM LINHA RETA. OBSERVE O GRÁFICO E RESPONDA:

I. No intervalo de 0 à 2s a velocidade do móvel:

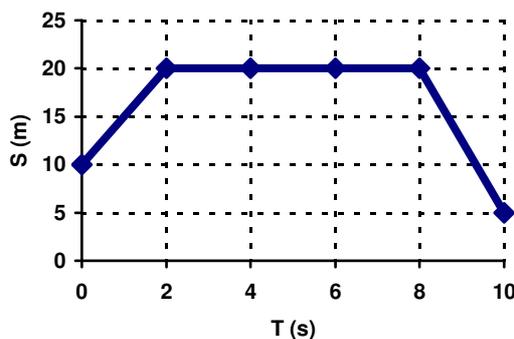
- a) AUMENTOU ()
- b) DIMINUIU ()
- c) PERMANECEU CONSTANTE ()
- d) É NULA ()

II. No intervalo de 2s à 8s a velocidade do móvel:

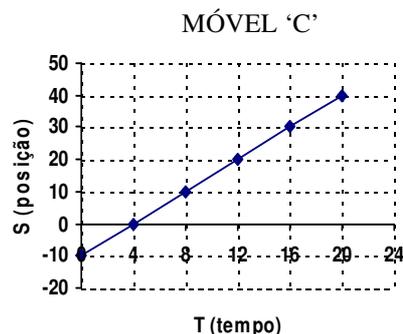
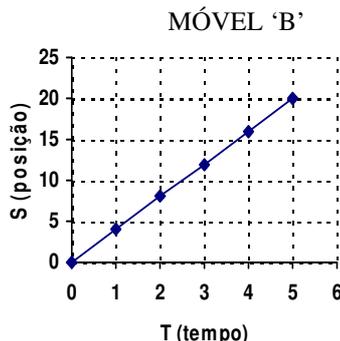
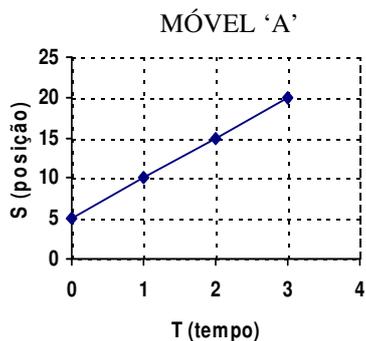
- a) AUMENTOU ()
- b) DIMINUIU ()
- c) PERMANECEU CONSTANTE ()
- d) É NULA ()

III. No intervalo de 8s à 10s a velocidade do móvel:

- a) AUMENTOU ()
- b) DIMINUIU ()
- c) PERMANECEU CONSTANTE ()
- d) É NULA ()



2- GRÁFICOS ABAIXO SÃO DE TRÊS MÓVEIS: A, B e C.



ANALISE OS GRÁFICOS E RESPONDA:

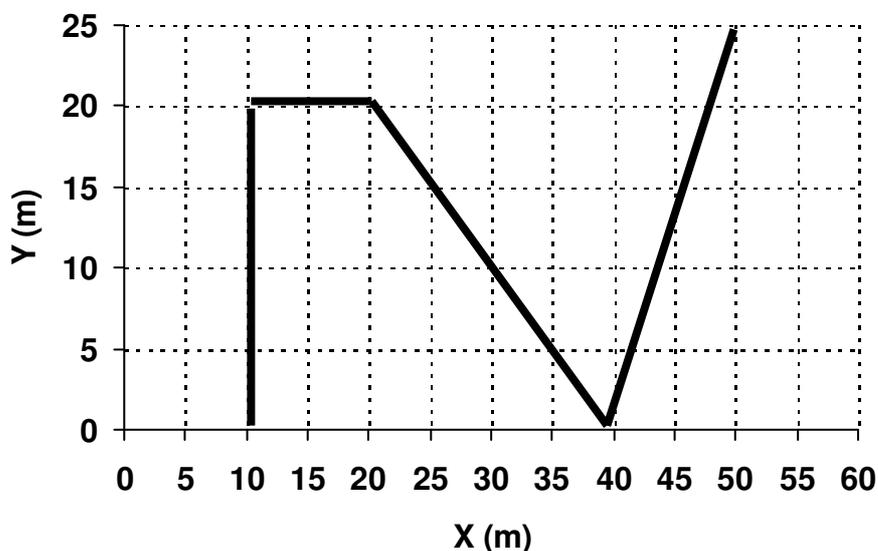
a) Qual dos gráficos apresenta maior velocidade?

MÓVEL "A" () MÓVEL "B" () MÓVEL "C" ()
 Justificativa:

b) Qual dos gráficos apresenta menor velocidade?

MÓVEL "A" () MÓVEL "B" () MÓVEL "C" ()
 Justificativa:

- 3- O GRÁFICO ABAIXO REPRESENTA A TRAJETÓRIA DE UM MÓVEL, EM UMA REGIÃO PLANA. O TEMPO GASTO EM CADA PERCURSO FOI CONSTANTE E IGUAL A 5s.

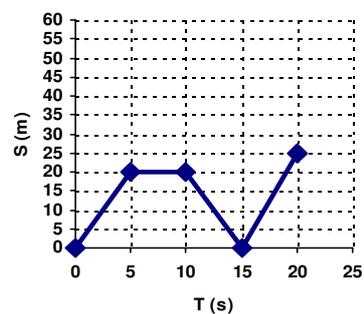
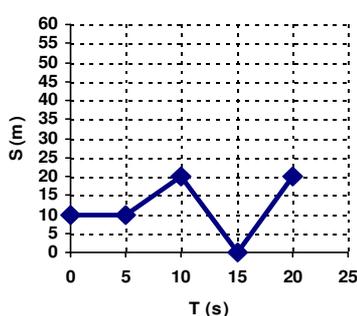
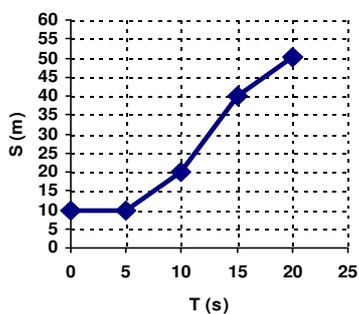


- I- Qual dos gráficos abaixo representa, considerando a velocidade média em cada percurso como próxima à velocidade constante, a posição em função do tempo em relação ao MOVIMENTO HORIZONTAL (EIXO "X").

a) ()

b) ()

c) ()

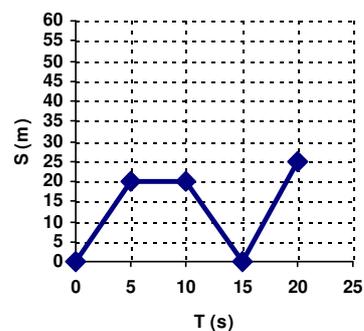
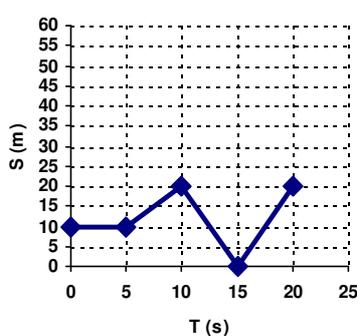
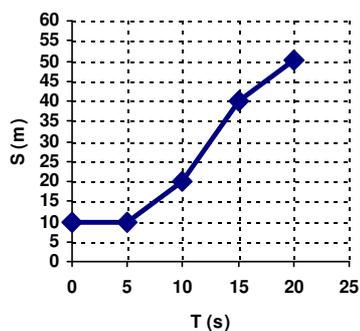


- II- Qual dos gráficos abaixo representa, considerando a velocidade média em cada percurso como próxima à velocidade constante, a posição em função do tempo em relação ao MOVIMENTO VERTICAL. (EIXO "Y")

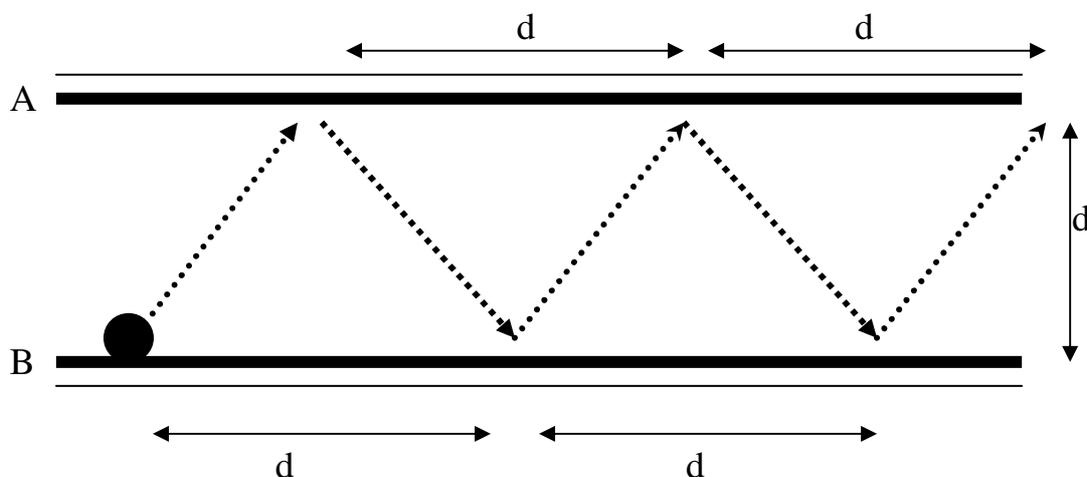
a) ()

b) ()

c) ()



- 4- UMA ESFERA É LANÇADA E MOVE-SE COM VELOCIDADE, DE MÓDULO CONSTANTE, EM MEIO A DUAS BARRAS PARALELAS A e B, COLOCADAS SOBRE UMA REGIÃO PLANA, E SUA TRAJETÓRIA É MOSTRADA NA FIGURA SEGUINTE.



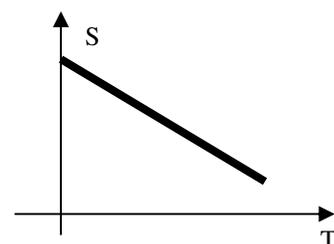
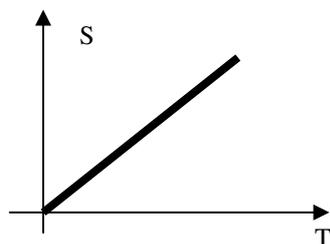
DE ACORDO COM A FIGURA, RESPONDA:

- a) O GRÁFICO QUE MELHOR REPRESENTA A POSIÇÃO EM FUNÇÃO DO TEMPO EM RELAÇÃO AO MOVIMENTO HORIZONTAL É:

“A” ()

“B” ()

“C” ()

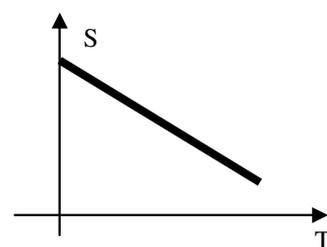
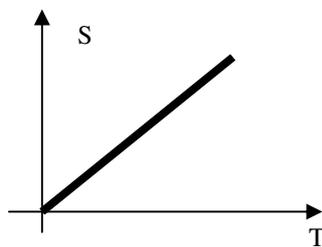
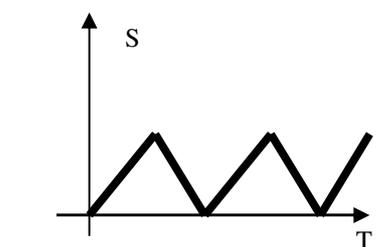


- b) O GRÁFICO QUE MELHOR REPRESENTA A POSIÇÃO EM FUNÇÃO DO TEMPO EM RELAÇÃO AO MOVIMENTO VERTICAL É

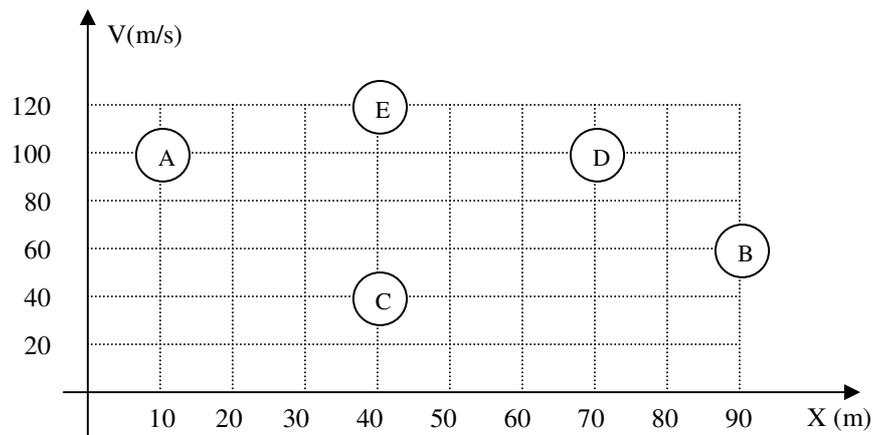
A ()

B ()

C ()



- 5- CINCO CARROS PARTICIPARAM DE UMA CORRIDA EM UMA PISTA RETA. NUM CERTO INSTANTE AS POSIÇÕES E AS VELOCIDADES DOS MESMOS FORAM REPRESENTADAS NUM GRÁFICO. ANALISE O GRÁFICO E RESPONDA:



- V- QUAL O CARRO QUE ESTÁ LIDERANDO A CORRIDA? JUSTIFIQUE SUA RESPOSTA.

- VI- QUAL O CARRO QUE ESTÁ SE MOVENDO MAIS RÁPIDO? JUSTIFIQUE SUA RESPOSTA.

- VII- QUAIS OS CARROS QUE POSSUEM A MESMA VELOCIDADE? JUSTIFIQUE SUA RESPOSTA

Obrigado pela participação!!

APÊNDICE D – Relatório da Intervenção

Data	Atividades	Objetivos
03/01/2006	A atividade foi iniciada às 8h, na quadra da escola, com a presença dos quinze alunos. Inicialmente marcamos um ponto da quadra (ponto central) e dividimos o espaço em quatro quadrantes, chamando a linha do chão que ligava uma barra à outra de “reta horizontal” e a linha perpendicular a essa de “reta vertical”. Em seguida, solicitamos que um dos alunos colocasse uma bola de futebol de salão em diversos pontos da quadra. A cada ponto, pedíamos para que os alunos identificassem se a bola havia realizado movimento em relação às direções horizontal e vertical, bem como localizassem a posição da bola em relação ao ponto inicial. No momento seguinte dividimos a turma em quatro grupos e colocamos os alunos em quatro pontos da quadra, sobre os eixos. Começamos a jogar a bola de um ponto para outro na quadra, e pedimos que descrevessem como foi o movimento em relação a cada grupo. A atividade durou até às 10h e cada aluno pôde justificar suas respostas para o grupo e discutir aquelas que os outros não concordavam.	<ul style="list-style-type: none"> • Localizar um ponto no plano. • Distinguir as componentes horizontal e vertical de um movimento realizado num plano. • Determinar a importância do sistema de referência.
04/01/2006	A atividade foi realizada de 8h às 10h, numa sala de aula. Propusemos que os alunos tentassem construir, numa folha de papel, os gráficos da <i>posição vs. tempo</i> e <i>velocidade vs. tempo</i> para as componentes vertical e horizontal dessas grandezas, de um objeto (uma bolinha de vidro) lançado horizontalmente na superfície do birô, a partir do momento em que ele não tem mais contato com o birô. Eles contaram com o suporte de régua, mas não cobramos que apresentassem valores, apenas que esboçassem o gráfico solicitado. Após um tempo pedimos que apresentassem seus desenhos à turma e fizessem os comentários de como o contruíram. Aproveitamos para explorar o tipo de movimento e as condições em que eles eram realizados. Sistematizamos a atividade ressaltando a decomposição do movimento e fazendo uma ponte com a atividade do dia anterior.	<ul style="list-style-type: none"> • Distinguir as componentes horizontal e vertical, a partir da trajetória descrita pela bolinha. • Descrever movimento uniforme e variado.
05/01/2006	A atividade foi realizada de 8h às 10h, numa sala de aula. Foram dadas funções da <i>posição vs. tempo</i> , referentes ao movimento uniforme (duas funções) e movimento uniformemente variado (duas funções), para que os alunos construíssem os gráficos e depois descrevessem os movimentos realizados, analisando as velocidades e as trajetórias.	<ul style="list-style-type: none"> • Construir tabelas com os dados fornecidos pela equação e a partir destes montar o gráfico. • Descrever o movimento representado em cada gráfico. • Fazer inferência sobre a trajetória
06/01/2006	A atividade foi realizada de 8h às 10h, numa sala de aula. Inicialmente propusemos um gráfico cinemático discreto que apresentava no eixo da ordenada a velocidade do móvel e no eixo da abscissa a posição ocupada. Os alunos deveriam responder perguntas do tipo: qual o móvel que estava liderando a prova? Qual o que tinha maior velocidade? Quais estavam na mesma posição? etc. Num segundo momento, pedimos que eles construíssem outro gráfico, a partir do inicial, mantida a mesma velocidade mas num outro instante determinado. Realizada a atividade deveriam apresentar para os demais alunos como cada um relacionou as informações do gráfico para construção do novo gráfico.	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer a leitura dos dados apresentados num gráfico discreto. • Determinar a posição do móvel após um determinado intervalo de tempo, mantida a velocidade. • Fazer inferências sobre o movimento de cada móvel.

X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - EPEF 20 Anos

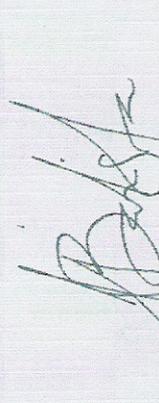
15 a 18 de Agosto de 2006 - Londrina, PR

CERTIFICADO

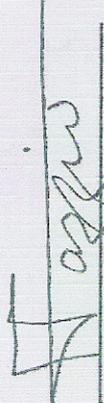
Certificamos que o trabalho A Metodologia Interativa Aplicada na Pesquisa em Ensino de Física de autoria de Maurício Gualberto Peloso, Heloisa F. B. N. Bastos, Maria Marly de Oliveira foi apresentado na sessão E - Pôster - Resultados Parciais, no X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, realizado em Londrina, no período de 15 a 18 de agosto de 2006, e promovido pela Sociedade Brasileira de Física.

Londrina, 18 de agosto de 2006

id.158-1


Irineia de Lourdes Batista
Coordenadora Geral




Adalberto Fazzio
Presidente da SBF

ANEXO B – Norma Submissão à Revista RBPEC**RBPEC - Instruções aos autores**

Serão considerados para publicação trabalhos inéditos e concluídos, contemplando revisão da literatura pertinente, fundamentação teórica e metodológica, apresentação e discussão do conhecimento produzido. Serão também considerados trabalhos de fundamentação teórica ou metodológica para a pesquisa em educação em ciências.

Originais deverão ser submetidos por via eletrônica para moreira@if.ufrgs.br de acordo com o seguinte formato: extensão, preferencialmente, até 12 páginas, incluindo breve resumo em português e inglês, figuras, tabelas, referências e anexos, texto em Word 2000 para Windows, papel A4, fonte times New Roman 12 pt., espaço simples, justificado, todas as margens com 2 cm de borda, título em maiúsculas e negrito, subtítulos (seções) sem numeração em minúsculas e negrito, figuras e gráficos compatíveis com o conversor Word 2000 (.gif, .jpg, .bmp), nome e endereço (postal e eletrônico) dos autores.

<<http://www4.fc.unesp.br/abrapec/word/Normas%20para%20publica%E7%E3o%20-%20RBPEC.doc>>

Enviado em 20 de fevereiro de 2007.