UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

ADRIANO RICARDO DA SILVA TRABACH

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM SALA DE AULA DE FÍSICA BASEADAS NA UTILIZAÇÃO DA VÍDEO-ANÁLISE E ESTRUTURADAS A PARTIR DO DIAGRAMA V

Vitória

2018

ADRIANO RICARDO DA SILVA TRABACH

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM SALA DE AULA DE FÍSICA BASEADAS NA UTILIZAÇÃO DA VÍDEO-ANÁLISE E ESTRUTURADAS A PARTIR DO DIAGRAMA V

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Laércio Evandro Ferracioli

Vitória – 2018

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

Trabach, Adriano Ricardo da Silva, 1986-
T758a Atividades experimentais em sala de aula de física baseadas na utilização da vídeo-análise e estruturadas a partir do diagrama V. / Adriano Ricardo da Silva Trabach. - 2018.
169 f. : il.

Orientador: Laércio Evandro Ferracioli.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

1. Diagrama V. 2. Vídeo-análise. 3. Atividade experimental. 4. Sala de aula. 5. Ensino de física. I. Ferracioli, Laércio Evandro. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. III. Título.

CDU: 53

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

"Atividades experimentais em sala de aula de física baseadas na utilização da vídeo-análise e estruturadas a partir do Diagrama V"

Adriano Ricardo da Silva Trabach

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 31 de agosto de 2018.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Laércio Evandro Ferracioli
(Orientador PPGEnFis/UFES)

Prof. Dr. Giovani Zanetti Neto
(Membro Externo IFES)

Prof. Dr. Gustavo Viali Loyola
(Membro Interno CEUNES/UFES)

Av. Fernando Ferrari , 514, Goiabeiras, Vitória – ES. Térreo do prédio do IC1, corredor interno.
Tel. (27) 4009-7951 e-mail: ppgenfis.ufes@gmail.com www.ensinodefisica.ufes.br

Ao amor de minha vida, minha esposa Lorrayne Ribeiro de Alencar Trabach, companheira sem igual cujo apoio e incentivo foram essenciais para a realização deste trabalho.

À meus pais, Alcina Carlinda da Silva Trabach e Aristides Bernardi Trabach, por todo amor, cuidado e carinho dedicados desde sempre em minha vida.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Agradeço por ter fé em Deus e em boas pessoas ao meu redor, que também tem fé em mim.

A meus pais, Alcina Carlinda da Silva Trabach e Aristides Bernardi Trabach, por todo carinho, cuidado e amor dedicados desde sempre em minha vida.

Ao amor da minha vida, minha esposa Lorrayne Ribeiro de Alencar Trabach, por ser uma companheira sem igual, uma incentivadora dedicada e uma parceira para tudo em minha vida. Você é essencial para mim.

Ao meu irmão Adeilson e toda minha família por todo incentivo e companheirismo.

Ao meu professor/orientador/amigo Laércio Evandro Ferracioli por toda paciência, dedicação, apoio, incentivo e amizade para a conclusão desse trabalho.

A todos os professores Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFES.

A todos os meus colegas da minha turma de Mestrado.

A todos os estudantes, professores e funcionários da Escola São João Batista por permitirem e participarem de forma efetiva desse trabalho.

Aos meus ex-Pibidianos que acompanharam a realização deste estudo, em especial Diego Pezzin, que inclusive participou diretamente de uma das gravações e teve sua imagem usada nesta dissertação.

RESUMO

O presente trabalho relata a utilização do Vê epistemológico de Gowin, denominado nesse trabalho de Diagrama V estruturando a aplicação da Vídeo-análise em atividades experimentais de Física em uma escola da rede pública estadual do Estado do Espírito Santo. A escola onde realizou-se o trabalho é a Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio São João Batista localizada no Município de Cariacica, região metropolitana da Grande Vitória. Foram trabalhadas quatro atividades experimentais de Física com uma turma do 1º ano do Ensino Médio, com estudantes de idade média, de 15 anos. Foram realizadas atividades sobre *Movimento retilíneo e Uniforme, Movimento retilíneo e Uniformemente Variado, Queda de corpos e Lançamento Oblíquo*, tendo o Diagrama V sido utilizado como instrumento de estruturação do processo de utilização da vídeo-análise, *orientação, coletas de dados* e *avaliação* em todo o processo. Os Diagramas V produzidos pelos estudantes foram analisados a partir dos critérios propostos por Gowin e Alvarez (2005) e Prado (2015). Os resultados revelaram que o Diagrama V mostrou-se uma ferramenta altamente eficaz para estruturar a aplicação da vídeo-análise para aquisição de dados, organização e análise de experimentos, permitindo que os estudantes possam expressar de forma concisa e organizada seu conhecimento ao mesmo tempo em que refletem acerca da construção do próprio conhecimento

Palavras-Chave: Diagrama V, Vídeo-análise, Atividade Experimental, Sala de Aula, Ensino de Física.

ABSTRACT

The present work reports the use of Gowin's epistemological V, denominated in this work of Diagram V structuring the application of the video-analysis in experimental activities of Physics in a public state school in Espírito Santo, ES. The school where the work was carried out is the State School of Fundamental and Secondary Education São João Batista located in the Municipality of Cariacica, in the metropolitan area of Greater Victoria. It was developed four experimental activities of Physics with a class of the 1st year of high school, with students with 15 years on average. Activities were performed on *Rectilinear and Uniform Motion*, *Rectilinear and Uniformly Varied Motion*, *Free Fall* and *Oblique Launching*, with Diagram V being used as a structuring tool for the process of using video analysis, orientation, data collection and evaluation throughout the process. Diagrams V produced by the students were analysed according to the criteria proposed by Gowin and Alvarez (2005) and Prado (2015). The results revealed that Diagram V has proved to be a highly effective tool for structuring the application of video analysis for data acquisition, organization and analysis of experiments, allowing students to concisely and organized express their knowledge at the same time which reflect on the construction of one's own knowledge

Keywords: V Diagram, Video-analysis, Experimental Activity, Classroom, Physics Teaching.

Lista de Figuras

Figura 01: O V Epistemológico de Gowin (Ferracioli, 2005) 9
Figura 2: Tela inicial do software Tracker ®..... 10
Figura 03: Diagrama V-*Conceitual* orientado aos conceitos da Física envolvidos no experimento 14
Figura 04: Diagrama V-*Experimental* orientado à utilização do software Tracker 15
Figura 05: Diagrama V utilizado na primeira atividade experimental – estudo do movimento retilíneo e uniforme 38
Figura 06: Tela típica do software *Tracker* – Análise do movimento de uma jovem caminhando dentro da sala de aula 42
Figura 07: V-*Conceitual* utilizado na segunda atividade experimental – estudo do movimento uniformemente variado 44
Figura 08: : V-*Experimental* utilizado na segunda atividade experimental – estudo do movimento uniformemente variado 45
Figura 09: Tela típica do *Tracker*® - Análise do movimento de um carrinho de madeira impulsionado por um elástico 48
Figura 010: V-*Conceitual* utilizado na terceira atividade – Estudo do movimento de queda de corpos 49
Figura 11: V-E*xperimental* utilizado na segunda atividade experimental – estudo do movimento de queda de corpos..... 50
Figura 12: Tela típica do *Tracker*® - Análise do movimento de queda de uma bola 51
Figura 13: V-*Conceitual* utilizado na quarta atividade experimental – estudo do movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete 54
Figura 14: V-E*xperimental* utilizado na quarta atividade experimental – estudo do movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete 53
Figura 15: Tela típica do *Tracker*® - Análise do movimento de uma bola de basquete arremessada obliquamente..... 57
Figura 16: Previsões e Discussões a partir do Diagrama V do Estudo do Movimento de uma pessoa caminhando..... 62
Figura 17: Conceitos-chave e Previsões a partir do Diagrama V-Conceitual do Estudo do Movimento de um carrinho impulsionado por um elástico..... 64
Figura 18: *Evento* a partir do Diagrama V-C*onceitual* do Estudo do movimento de um carrinho impulsionado por um elástico 66
Figura 19: *Conceitos-chave* e *Preparação* a partir do Diagrama V-*Experimental* do Estudo do movimento de um carrinho impulsionado por um elástico 67
Figura 20: *Evento* a partir do Diagrama V-Experimental do Estudo do movimento de um carrinho impulsionado por um elástico 67
Figura 21: *Discussão* a partir do Diagrama V-*Experimental* do Estudo do movimento de um carrinho impulsionado por um elástico 69
Figura 22: *Interpretação e Resultado* e *Discussão* a partir do Diagrama V-*Conceitual* do Estudo do movimento de um carrinho impulsionado por um elástico 70
Figura 23: *Conceitos-Chaves* e *Previsões* a partir do Diagrama V-*Conceitual* do Estudo do Movimento de Queda de Corpos..... 72
Figura 24: *Eventos* a partir do Diagrama V-*Conceitual* do Estudo do Movimento de Queda de Corpos 73
Figura 25: *Conceitos-Chaves* e *Preparação* a partir do Diagrama V-*Experimental* do Estudo do Movimento de Queda de Corpos..... 74

Figura 26: *Eventos* a partir do Diagrama V-*Experimental* do Estudo do Movimento de Queda de Corpos 75
Figura 27: *Discussão* a partir do Diagrama V-*Experimental* do Estudo do Movimento de Queda de Corpos 76
Figura 28: *Interpretação e Resultado* e *Discussão* a partir do Diagrama V-*Conceitual* do Estudo do Movimento de Queda de Corpos 78
Figura 29: *Conceitos-chave* e *Previsões* a partir do Diagrama V-*Conceitual* do Estudo do Movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete 80
Figura 30: *Evento* a partir do Diagrama V-*Conceitual* do Estudo do movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete 81
Figura 31: *Conceitos-chave* e *Preparação* a partir do Diagrama V-*Experimental* do Estudo do movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete 82
Figura 32: *Evento* a partir do Diagrama V-*Experimental* do Estudo do movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete 82
Figura 33: *Discussão* a partir do Diagrama V-*Experimetnal* do Estudo do movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete 84
Figura 34: *Interpretação e Resultado* e *Discussão* a partir do Diagrama V-*Conceitual* do Estudo do movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete 85
Figura A35: Tela inicial do *software Tracker* com os principais recursos em destaque 96
Figura A36: Janela de abertura de vídeo para análise 97
Figura A37: Janela de configuração da reprodução do vídeo durante a análise 98
Figura A38: Janela de seleção da ferramenta de calibração das medidas de espaço 98
Figura A39: Imagem do par de eixos cartesianos que são utilizados como referencial no *Tracker* 99
Figura A40: Janela de inserção do objeto para marcação das posições ocupadas 99
Figura A41: Janela de seleção da densidade de exibição das marcações feitas sobre a imagem do vídeo 100
Figura A42: Janela de seleção da forma como as marcações são exibidas sobre a imagem do vídeo 100
Figura A43: Locais de ajuste do tamanho do campo dos gráficos e de seleção do móvel sob análise 101
Figura A44: Local de identificação do número de gráficos que se deseja ver simultaneamente e Forma de alternar as grandezas exibidas nos eixos dos gráficos 102
Figura A45: Local para ajuste do fundo de escala dos valores exibidos nos eixos dos gráficos 102
Figura A46: Ajustes no tamanho do campo de exibição da tabela e nas grandezas cujos valores serão exibidos 103
Figura A47: Como copiar a imagem e os dados da tabela gerada pelo *Tracker* 104
Figura A48: Sando o trabalho realizado 104
Figura A49: Ajustes no andamento da reprodução do vídeo 107
Figura A50: Calibração das medidas de espaço 108
Figura A51: Inserção do ponto de marcação das posições 108
Figura A52: Alteração do tamanho do campo de visualização dos Gráficos 108
Figura A53: Alteração nas grandezas expressas no Gráfico 109
Figura A54: Ajustes no andamento da reprodução do vídeo 111
Figura A55: Calibração das medidas de espaço 112
Figura A56: Inserção do ponto de marcação das posições 112
Figura A57: Alteração do tamanho do campo de visualização dos Gráficos 112
Figura A58: Alteração nas grandezas expressas no Gráfico 113
Figura A59: Ajustes no andamento da reprodução do vídeo 115

Figura A60: Calibração das medidas de espaço..... 116
Figura A61: Inserção do ponto de marcação das posições 116
Figura A62: Alteração do tamanho do campo de visualização dos Gráficos..... 116
Figura A63: Alteração nas grandezas expressas no Gráfico 117
Figura A64: Ajustes no andamento da reprodução do vídeo 119
Figura A65: Calibração das medidas de espaço..... 120
Figura A66: Inserção do ponto de marcação das posições 120
Figura A67: Alteração do tamanho do campo de visualização dos Gráficos..... 120
Figura A68: Alteração nas grandezas expressas no Gráfico 121
Figura 069: O V Epistemológico de Gowin (Ferracioli, 2005)..... 129
Figura 070: Diagrama V-Conceitual..... 132
Figura 071: Diagrama V-Experimental..... 133
Figura 072: Tela inicial do *software Tracker* com os principais recursos em destaque 135
Figura 073: Janela de abertura de vídeo para análise 136
Figura 074: Janela de configuração da reprodução do vídeo durante a análise 137
Figura 075: Janela de seleção da ferramenta de calibração das medidas de espaço 137
Figura 076: Imagem do par de eixos cartesianos que são utilizados como referencial no *Tracker* .. 138
Figura 077: Janela de inserção do objeto para marcação das posições ocupadas..... 138
Figura 78: Janela de seleção da densidade de exibição das marcações feitas sobre a imagem do vídeo 139
Figura 79: Janela de seleção da forma como as marcações são exibidas sobre a imagem do vídeo 139
Figura 80: Locais de ajuste do tamanho do campo dos gráficos e de seleção do móvel sob análise 140
Figura 81: Local de identificação do número de gráficos que se deseja ver simultaneamente e Forma de alternar as grandezas exibidas nos eixos dos gráficos 141
Figura 82: Local para ajuste do fundo de escala dos valores exibidos nos eixos dos gráficos..... 141
Figura 83: Ajustes no tamanho do campo de exibição da tabela e nas grandezas cujos valores serão exibidos 142
Figura 84: Como copiar a imagem e os dados da tabela gerada pelo *Tracker* 143
Figura 85: Salvando o trabalho realizado 143
Figura 86: Ajustes no andamento da reprodução do vídeo..... 145
Figura 87: Calibração das medidas de espaço..... 145
Figura 88: Inserção do ponto de marcação das posições..... 146
Figura 89: Alteração do tamanho do campo de visualização dos Gráficos 146
Figura 90: Alteração nas grandezas expressas no Gráfico..... 146

Lista de Quadros

Quadro 01: Artigos analisados sobre utilização da vídeo-análise em Sala da Aula.....18
Quadro 02: Artigos analisados sobre Proposta de utilização da vídeo-análise sem implementação em Sala de Aula.....19
Quadro 03: Artigos analisados sobre Proposta de utilização da vídeo-análise sem implementação em Sala de Aula.....20

Quadro 04: Dificuldades ao Relacionar Gráficos e Conceitos Físicos - Adaptado de McDermott, Rosenquist e van Zee (1987) 24
Quadro 05: Dificuldades ao Relacionar Gráficos Mundo Real - Adaptado de McDermott, Rosenquist e van Zee (1987) 25
Quadro 06: Trabalhos em que o Diagrama V foi utilizado como complemento ou substituição ao modelo usual de Relatório de Atividades 26
Quadro 07: Trabalhos em que o Diagrama V foi utilizado como complemento ou substituição ao modelo usual de Relatório de Atividades 27
Quadro 08: Trabalhos em que o Diagrama V foi empregado com finalidades diversas 28
Quadro 09: Trabalhos em que o Diagrama V foi empregado com finalidades diversas 29
Quadro 10: Atividades desenvolvidas durante o Estudo 36
Quadro 11: Planejamento das aulas para estudo do movimento retilíneo e uniforme utilizando a vídeo-análise 40
Quadro 12: Planejamento das aulas para estudo do movimento retilíneo e uniforme utilizando a vídeo-análise (continuação do *Quadro* 10) 41
Quadro 13: Planejamento das aulas para estudo do movimento retilíneo uniformemente variado utilizando a vídeo-análise 47
Quadro 14: Planejamento das aulas para estudo do movimento de queda dos corpos 52
Quadro 15: Planejamento das aulas para estudo do lançamento oblíquo 56
Quadro 16: Critério de avaliação para os *Conceitos-chave* 59
Quadro 17: Critério de avaliação para as *Previsões* do Diagrama V-*Conceitual* 59
Quadro 18: Critério de avaliação para o *Evento* 59
Quadro 19: Critério de avaliação para a *Interpretação e o Resultado* 60
Quadro 20: Critério de avaliação para a *Discussão* 60
Quadro 21: Critério de avaliação para os *Conceitos-chave* 60
Quadro 22: Critério de avaliação para *Preparação* do Diagrama V-*Experimental* 60
Quadro 23: Critério de avaliação para o *Evento* 61
Quadro 24: Critério de avaliação para a *Discussão* 61
Quadro 25: Roteiro da Análise de Dados 63

Lista de Tabelas

Tabela 01: Base de dados para Revisão de Literatura 17

SUMÁRIO

1. Introdução 1
1.1 Motivação 1
1.2 Apresentação 2
1.3 Objetivos da Investigação 4
1.4 Estrutura da Dissertação 5
2. Referencial Teórico 7
2.1 O V Epistemológico de Gowin 7
2.1.1 O Vê Epistemológico de Gowin ou Diagrama V 7
2.2 O Diagrama V na literatura 9
2.3 Tecnologia no Ensino de Física: a vídeo-análise e o *software Tracker* 10
2.4 O Diagrama V como Estruturador da Atividade Experimental com o software Tracker® 13
3. Revisão de Literatura 16
3.1 Perspectivas e empregos da Vídeo-análise 17
3.2 Cinemática com enfoque em gráficos 23
3.3 Trabalhos que empregaram o Diagrama V como elemento estruturador da realização de Atividades 25
4. Metodologia 34
4.1 Objetivos da realização do trabalho 34
4.1.1 Objetivo geral 34
4.1.2 Objetivos específicos 34
4.2 Caracterização da amostra e do contexto de realização do estudo 34
4.3 Instrumento de coleta de dados 35
4.4 Estrutura da investigação 36
4.5 1ª Atividade: Apresentação do software Tracker e do Diagrama V - análise do movimento uma aluna caminhando dentro da sala de aula 37
4.6 2ª Atividade: Estudo de movimentos com velocidade variável – análise do movimento de um carrinho impulsionado por um elástico, dentro da sala de aula 43

4.7. 3ª Atividade: Estudo do movimento de queda dos corpos – análise dos movimentos de queda de uma bola e de um boné dentro da sala de aula 48
4.8 4ª Atividade: Estudo do movimento de lançamento oblíquo - análise do movimento de uma bola de basquete lançada para a sesta na quadra poliesportiva da escola. 51
5. Análise dos Resultados 58
5.1 Critérios de Avaliação dos Diagramas V 59
5.1.1. Critérios de avaliação do Diagrama V-*Conceitual* 59
5.1.2. Critérios de avaliação do Diagrama V-*Experimental* 65
5.2 Resultados da análise da 1ª Atividade experimental: Introdução ao Tracker e ao Diagrama V e Estudo do Movimento Retilíneo e Uniforme (MRU) - Estudo do Movimento de uma Pessoa Caminhando 61
5.3 Análise dos dados das demais atividades experimentais 62
5.4 Resultados da análise da 2ª Atividade experimental: Estudo de Movimentos com Velocidade Variável - Estudo do Movimento de um Carrinho Impulsionado por um elástico tensionado 64
5.4.1 Passo 01: Domínio Conceitual – Pensar o Experimento – Diagrama V-Conceitual 64
5.4.2 Passo 02: Evento – Diagrama V-Conceitual 65
5.4.3 Passo 03: Domínio Conceitual – Pensar a Vídeo-análise – Diagrama V-Experimental 66
5.4.4 Passo 04: Evento – Diagrama V-Experimental 76
5.4.5 Passo 05: Domínio metodológico – Discussão da Vídeo-análise – Diagrama V-Experimental 68
5.4.6 Passo 06: Domínio Metodológico – Finalização do experimento – Diagrama V-Conceitual 70
5.5 Resultados da análise da 3ª Atividade experimental: Estudo do movimento retilíneo uniformemente variado e do movimento de queda livre - Estudo dos movimentos de queda de uma bola e de um boné; 71
5.5.1 Passo 01: Domínio Conceitual – Pensar o Experimento - Diagrama V-Conceitual 71
5.5.2 Passo 02: Evento - Diagrama V-Conceitual 73
5.5.3 Passo 03: Domínio Conceitual – Pensar a Vídeo-Análise - Diagrama V-Experimental 74

5.5.4 Passo 04: Evento - Diagrama V-Experimental 75
5.5.5 Passo 05: Domínio Metodológico – Discussão Vídeo-Análise - Diagrama V-Experimental 76
5.5.6 Passo 06: Domínio Metodológico – Finalização do Experimento - Diagrama V-Conceitual 77
5.6 Resultados da análise da 4ª Atividade experimental: Estudo da Composição de Movimentos - Estudo do Movimento de Lançamento Oblíquo de uma Bola de Basquete. 79
5.6.1 Passo 01: Domínio Conceitual – Pensar o Experimento - Diagrama V-Conceitual 80
5.6.2 Passo 02: Evento - Diagrama V-Conceitual 80
5.6.3 Passo 03: Domínio Conceitual – Pensar a Vídeo-Análise - Diagrama V-Experimental 81
5.6.4 Passo 04: Evento - Diagrama V-Experimental 82
5.6.5 Passo 05: Domínio Metodológico – Discussão Vídeo-Análise - Diagrama V-Experimental 84
5.6.6 Passo 06: Domínio Metodológico – Finalização do experimento – Diagrama V-Conceitual 85
6.Conclusões 88
6.1 Objetivos específicos 88
6.2 Conclusões acerca do emprego da Vídeo-Análise 89
6.3 Conclusões acerca do emprego do diagrama V 90
6.4 Minhas considerações pessoais 92
7. Referências 93
Anexos 96
Produto Educacional 122

Capítulo 1

Introdução

1.1 Motivação

Minha trajetória como professor iniciou-se em meados de agosto de 2005 na rede estadual de ensino do Espírito Santo. Desde então tenho atuado quase que exclusivamente com turmas de Ensino Médio. Apesar de uma passagem de cerca de 4 anos pela rede privada de ensino, nunca me afastei do ensino público estadual onde estou agora na condição de professor efetivo da rede.

Ao longo destes anos como professor vivenciei problemas comuns ao ensino em qualquer esfera, como desinteresse e falta de motivação dos estudantes, falta de recursos e estrutura adequada para aulas, alto índice de alunos com notas abaixo da média, entre outros. Em constantes tentativas de solucionar este problema, tentei inserir elementos que pudessem ser mais atrativos aos estudantes do que o método tradicionalmente empregado para o ensino utilizando “cuspe e giz”, como a realização de experimentos demonstrativos, a produção de vídeos explicativos acerca de atividades experimentais e de fenômenos do cotidiano e a análise de fotografias estroboscópicas.

Todas estas tentativas continham grande doze de boa vontade, mas careciam de método e planejamento adequados tanto em relação à execução quanto em relação à avaliação e orientação dos estudantes no processo de aprendizado utilizando destas atividades. Inicialmente, os experimentos eram apenas apresentados aos estudantes, sendo quase que exclusivamente manipulados por mim e utilizados para ilustrar e contextualizar um assunto e as produções das filmagens se restringiam à gravação e reprodução de apresentações orais dos estudantes acerca dos fenômenos estudados e de tópicos dos conteúdos do livro didático.

Aos poucos, sentindo que era necessário que os estudantes interagissem mais com os experimentos durante as aulas para que pudessem se interessar e efetivamente engajar no que era proposto, passei a orientar os estudantes na realização de atividades experimentais com material de baixo custo nas quais pudessem ser divididos em grupos, testar, aplicar e comprovar as leis e princípios que estavam sendo estudados. Os estudantes eram orientados por um roteiro de ações e deviam preencher uma folha de dados, apresentar o desenvolvimento de algumas contas e responder algumas questões. Ou seja, um típico relatório de Física Experimental, como os que são empregados tradicionalmente em algumas disciplinas da graduação. Esta forma de trabalho sempre trouxe a sensação de que os estudantes não deviam pensar muito durante a atividade e estavam fadados a encontrar resultados e respostas iguais, não sendo estimulados a criticar e a refletir sobre os fenômenos.

Devido à sempre trabalhar com uma grande quantidade de turmas de primeiro ano do Ensino Médio, sempre estive às voltas com o desafio do ensino Cinemática e Mecânica. Desafio por serem temas em que os alunos apresentam grande dificuldade pela quantidade e complexidade das equações e dos conceitos estudados e, também, desafio para tornar estes assuntos interessantes, o que é difícil mesmo com todas as contextualizações que possam ser apresentadas prévia ou concomitantemente. O melhor que eu havia encontrado em anos eram o emprego de experimentos com coleta e tratamento de dados e a análise qualitativa de fotos estroboscópicas, porém com a dificuldade de produzir estas últimas no cotidiano escolar para tornar algo mais próximo aos estudantes.

1.2 Apresentação

Ao ingressar no curso do Mestrado Profissional em Ensino de Física, em 2012, houve contato com algo que pareceu apresentar a resposta para o anseio supracitado: a vídeo-análise por meio do *software Tracker®*. Esta apresentou-se como a resposta para o problema por diversos aspectos como a possibilidade de se fazer uma análise satisfatória de um movimento complexo, como apontado em Figueira (2011), a versatilidade, baixo custo e interesse despertado pelo uso do *Tracker* como elemento para incrementar as aulas de física e como mostrado por Oliveira et al. (2011), a possibilidade de analisar vídeos de situações reais como ferramenta para potencializar o aprendizado acerca da leitura e interpretação de gráficos de grandezas cinemáticas. Bezerra Jr et al. (2012) ainda nos

informam que esta técnica pode favorecer a interatividade e o desenvolvimento de um caráter de pesquisa científica às aulas de física.

Todavia, nem tudo são flores. O emprego da tecnologia em si não torna o ensino eficaz e atrativo e, como apontado por Ferreira (2012), é necessário que o docente esteja qualificado para lidar com novas formas de ensinar, dentre as quais se destaca as contribuições do computador e seus recursos. O desenvolvimento da proposta não obteve o êxito almejado devido, apesar de introduzir a vídeo-análise, a forma como os dados obtidos eram analisados ainda caiam para relatórios enormes e altamente teóricos onde a ferramenta computacional praticamente desaparecia e ficava exposto algo muito próximo do ensino tradicional com alguns gráficos gerados empregando o *Tracker®.*

Na contínua busca de uma alternativa para a integração do *software Tracker®* em sala de aula, obteve-se o elemento que faltava, a pedra que faltava como alicerce e que faria com que os anseios de anos tivessem solução: o V de Gowin ou simplesmente Diagrama V que, apesar de já ser conhecido da literatura, nunca antes havia sido tomado como elemento estruturador do desenvolvimento e da análise acerca das atividades realizadas com a vídeo-análise.

O Diagrama V encaixou-se como uma luva na proposta de ensino utilizando a vídeo-análise devido a diversos fatores. Como apontado por Nascimento e Batista (2011), o Diagrama V é capaz de auxiliar o desenvolvimento de uma visão crítica da ciência, na medida em que proporciona ao aluno condições para que acompanhe seu próprio processo de construção dos conhecimentos; como apontado por Silva & Souza (2012), pode-se identificar o Diagrama V como facilitador da reflexão docente sobre a estrutura epistemológica do conhecimento estudado assim como seu entendimento; assim como vê-se em Leboeuf & Batista (2013), o Diagrama V pode contribuir para uma melhor mediação dos significados, tornando possível visualizar o nível de compreensão conceitual dos alunos, mesmo quando apresentados com certa pobreza de significados e a exigência de lidar com várias facetas da estrutura do conhecimento apresentadas nos diagramas pode tornar mais rica a interação entre alunos e professor, pois colabora para a amplificação da discussão do tema em questão, contribuindo para a mediação dos significados envolvidos.

O Diagrama V, foi o elemento que faltava para tornar o desenvolvimento das atividades em geral durante as aulas e especialmente durante a realização do estudo do qual trata esta

dissertação, pois foi tomado como elemento estruturador da realização das atividades e também como instrumento de coleta de dados. Dessa forma, pode-se ter uma organização de procedimento e um encaminhamento de avaliação do processo desenvolvido muito mais eficiente e bem focado com um direcionamento claro e objetivo.

Não basta incorporar um elemento tecnológico e nem tão pouco bastará inserir o Diagrama V sem que trabalhe a base conceitual por trás do mesmo. Além disso, as dificuldades estruturais são reais e algumas delas são descritas ao longo da metodologia. Esta dissertação apresenta o fruto de anos de trabalho, pois ela é fruto da experiência de uma vida concentrada ao longo de um estudo feito em alguns meses.

Esta dissertação tem como foco explorar o emprego do Diagrama V como elemento estruturador de uma proposta de ensino utilizando a vídeo-análise e, no decorrer dos capítulos seguintes, o método empregado será descrito e serão explorados melhor as potencialidades e as especificidades da adoção destas duas ferramentas conjuntamente: vídeo-análise + Diagrama V.

1.3 Objetivos da Investigação

Esta investigação apresenta como Objetivo Geral investigar a aplicação da técnica da Vídeo-análise sob a estruturação - orientação, coleta de dados e avaliação - dada pela utilização do Diagrama V para estudar e descrever atividades experimentais. Isto deu-se em atividades de análise e descrição de movimentos gravados em diversos locais do ambiente escolar, tais como, sala de aula, quadra e pátio, na disciplina de Física para estudantes da 1ª série do Ensino Médio de uma escola estadual pública localizada na cidade de Cariacica, estado do Espírito Santo. A meta visou promover o entendimento acerca dos tipos de movimento e da forma de representação e interpretação gráfica das grandezas cinemáticas em movimentos tradicionalmente estudados de outras formas.

Para alcançar a referida meta, foram realizadas 4 atividades experimentais com os estudantes. Estas atividades abordaram o movimento retilíneo uniforme, o movimento retilíneo uniformemente variado, o lançamento oblíquo e a queda de corpos.

Objetivos específicos da investigação quanto ao emprego da vídeo-análise:

- Adaptar uma versão do roteiro de utilização do *software Tracker®,* voltado para a finalidade específica deste trabalho;
- Investigar o emprego da análise vídeo-análise como recurso facilitador do entendimento acerca dos tipos de movimento, explorando a representação e a Interpretação gráfica das grandezas cinemáticas;
- Promover o entendimento do processo de estudo de um fenômeno, como um movimento, por meio da articulação entre coleta e análise de dados, utilizando a técnica da vídeo-análise

Objetivos específicos da investigação quanto ao emprego do diagrama V:

- Construir uma versão do diagrama V que possa ser empregada em sala de aula, no Ensino Médio, para sistematizar a utilização da análise de vídeos no estudo de movimentos;
- Construir uma versão do diagrama V a fim de que possa ser empregada na estruturação de uma aula no laboratório de informática, na qual se dará o uso do computador na aplicação da técnica vídeo-análise, por meio do *software Tracker®;*
- Investigar a utilização do diagrama V como instrumento de estruturação da prática no laboratório de informática;
- Investigar a utilização do diagrama V como instrumento de coleta de dados e avaliação durante a aplicação da vídeo-análise.

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação é apresentada em 6 capítulos, anexos e um produto educacional como descritos a seguir.

Este Capítulo 1 de Introdução tem o objetivo de contextualizar o estudo realizado e presentar os tópicos que serão descritos mais profundamente ao longo da dissertação.

O Capítulo 2 apresenta o Referencial Teórico onde são discutidas as bases teóricas que sustentam conceitualmente o estudo realizado e dão sentido à metodologia empregada.

O Capítulo 3 apresenta a Revisão de Literatura realizada em anais de congresso, revistas de ensino de física e ciências e programas de mestrados profissionais acerca do emprego da vídeo-análise, da utilização do diagrama V e do ensino de gráficos dentro da cinemática.

O Capítulo 4 apresenta a Metodologia empregada durante o estudo, descrevendo os processos desenvolvidos e procurando atender os objetivos traçados.

O Capítulo 5 apresenta a Análise dos Resultados na qual foram usados critérios baseados nos de Gowin & Alvarez para a avaliação dos diagramas V e uma concisa análise conceitual de cada Diagrama V. Este capítulo utiliza a ferramenta para falar da ferramenta. Isto significa que, seguindo a estrutura do diagrama V, o capítulo é construído analisando os campos conceitual e metodológico e o evento do estudo.

O Capítulo 6 apresenta as Conclusões deste estudo, buscando responder aos objetivos deste trabalho apresentado na Metodologia.

O Capítulo 7 apresenta as Referências Bibliográficas utilizada para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao final é apresentado nos Apêndices os anexos da dissertação. São apresentados os roteiros utilizados nas atividades experimentais, bem como as versões do diagrama V empregadas.

O próximo capítulo trata do referencial teórico que subsidia conceitualmente o pensamento e as ações realizadas no planejamento e ao longo do estudo realizado.

Capítulo 2

Referencial Teórico

2.1 O V Epistemológico de Gowin

A seguir são apresentadas as ideais básicas do Diagrama V, alguns resultados de sua utilização no contexto do ensino de Física e a estruturação do Diagrama V utilizada nesse estudo.

2.1.1 O Vê Epistemológico de Gowin ou Diagrama V

O V Epistemológico de Gowin é um instrumento que foi proposto com o intuito de auxiliar na compreensão de como se dá a construção do conhecimento, bem como uma ferramenta de "desempacotamento" do conhecimento condensado em artigos, livros e outras formas de divulgação em diversas áreas (Ferracioli, 2005; 2018).

A procura por uma forma de expressar como é dada a construção do conhecimento que pudesse ser descrita, reproduzida e aplicada no estudo de fenômenos, iniciou-se pelo estabelecimento de cinco questões que, devidamente respondidas, refletem na compreensão de como se dá a contínua construção de novos conceitos e significados, numa perspectiva de aprendizagem significativa das novas informações apresentadas (Ferracioli, 2005). São estas as questões:

1. Quais a questão básica do estudo?
2. Quais os conceitos-chave envolvidos no estudo?
3. Quais os métodos empregados para resolver as questão básica do estudo?
4. Quais os resultados do estudo?
5. Qual o valor agregado ao estudo e seu resultado?

Ao procurarmos entender melhor a proposta que essas cinco questões transmitem, observamos que buscou-se enfatizar que a construção de novos conhecimentos se dá por uma contínua articulação entre o *Domínio Conceitual* e o *Domínio Metodológico* dos processos empregados. Mais que isso, verificamos que a essência da proposta passa principalmente pelo diálogo contínuo entre esses dois domínios.

As *questão básica* de um trabalho não delimita apenas seus objetivos, mas irá nortear o acionamento de áreas específicas dentro da Estrutura Conceitual e a delimitação do Procedimento Metodológico que será empregado na busca de sua resolução. Desta forma, é a atenção à questão básica que garantirá o diálogo contínuo entre o Domínio Conceitual – *Pensar* – e o Domínio Metodológico – *Fazer* - para sua resolução. Aspectos esses que serão explorados no estudo aqui relatado.

Ao estabelecermos os *conceitos-chaves* estamos explicitando os elementos da Estrutura Conceitual que serão mobilizados com a finalidade de dar sentido e significado à escolha, a aplicação e a análise do evento de construção do conhecimento a ser empregado no estudo. Esta Estrutura Conceitual reflete, numa visão ampla, desde o modo com que o pesquisador/estudante vê aquele assunto, até pontos muito específicos dentro de uma determinada área de conhecimento, explicitando teorias e princípios que serão empregados nas etapas da investigação.

Os métodos empregados são um conjunto de processos que serão realizados, desde o planejamento até a análise dos resultados. Estes processos abarcam a descrição dos eventos de construção do conhecimento, materiais e instrumentos de medida aplicados, registro dos dados obtidos, transformação destes dados a fim de se obter um resultado - *Asserção de Conhecimento* - e, a partir deste último, determinar a significância e impacto desse resultado - *Asserção de Valor*.

Todo esse processo foi condensado por Gowin (1981) em uma representação gráfica no formato de um V que acabou por dar o nome a esse ferramental, o Diagrama V que é apresentado na Figura 01.

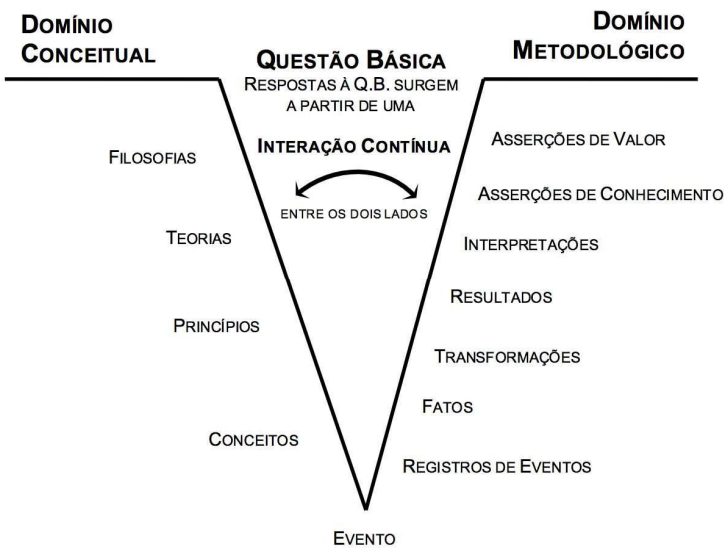


Figura 01: O V Epistemológico de Gowin (Ferracioli, 2005)

Faz-se necessário esclarecer que, segundo Gowin (1981), a construção do conhecimento pode se dar por diferentes caminhos dentro da lógica apresentada; isto é, o acionamento do Domínio Conceitual ou do Metodológico não obedecem a uma hierarquia rígida na qual um se sobrepõem ao outro. A contínua construção de conceitos se dá pela interação entre esses domínios, em que um serve de suporte ao outro, auxiliando em sua estruturação e desenvolvimento.

2.2 O Diagrama V na literatura

Como apontado por Nascimento e Batista (2011), o Diagrama V é capaz de auxiliar o desenvolvimento de uma visão crítica da ciência, na medida em que proporciona ao aluno condições para que acompanhe seu próprio processo de construção dos conhecimentos; Silva & Souza (2012) identificam o Diagrama V como facilitador da reflexão docente sobre a estrutura epistemológica do conhecimento estudado assim como seu entendimento; assim como vê-se em Leboeuf & Batista (2013) que o Diagrama V pode contribuir para uma melhor mediação dos significados, tornando possível visualizar o nível de compreensão conceitual dos alunos e pode tornar mais rica a interação entre alunos e professor, pois colabora para a amplificação da discussão do tema em questão.

Ao somarmos os resultados acima com o que nos traz Andrés Z. et al. (2007) sobre a coerência trazida ao trabalho como um todo pelo Diagrama V e a facilidade de síntese dos resultados que o mesmo proporciona notamos o quanto o Diagrama V tem potencial para a

estruturação de uma atividade experimental, em particular a aplicação da vídeo-análise no estudo de um movimento que é o foco desse estudo.

2.3 Tecnologia no Ensino de Física: a vídeo-análise e o *software Tracker*

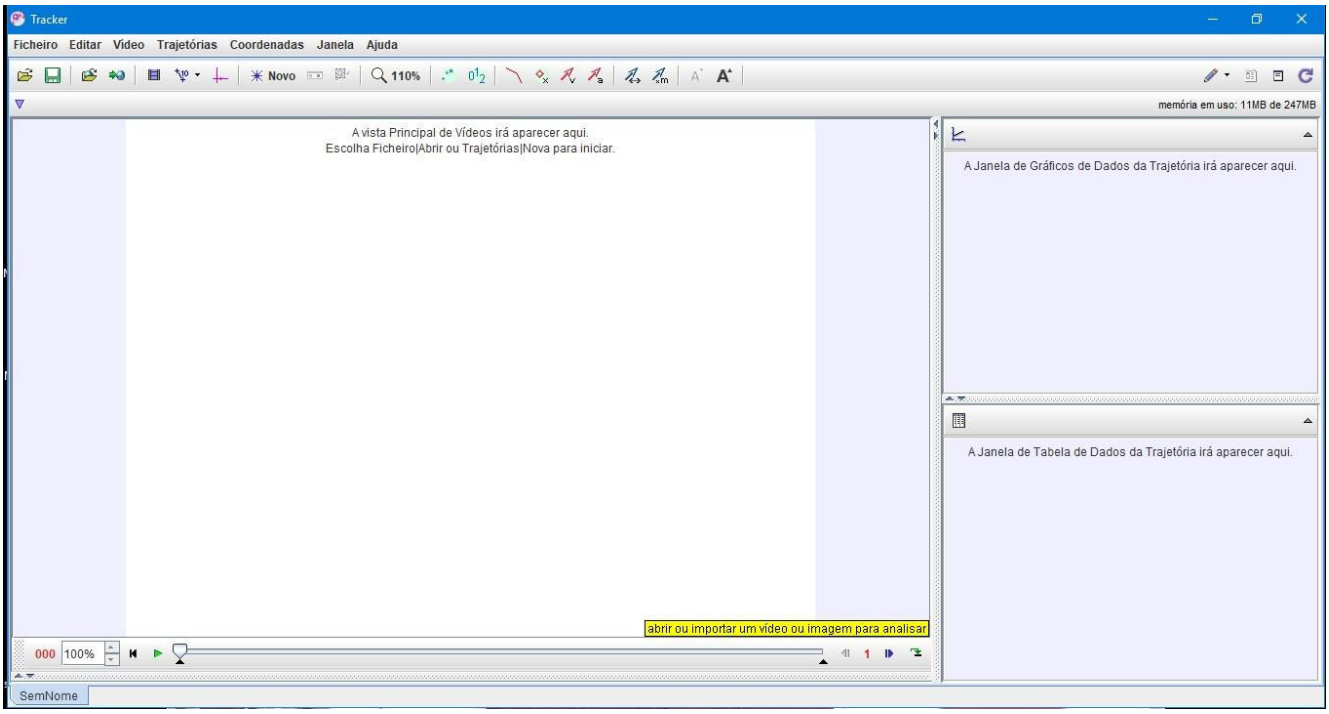


Figura 02: Tela inicial do software Tracker ®

Entre as diversas opções, gratuitas ou pagas, disponíveis, optou-se pelo software *Tracker*[1],que constitui um pacote gratuito para análise de vídeos e imagens, além de criação de modelos dinâmicos e cinemáticos, e desenvolvido para ser empregado em cursos introdutórios de Física pela *OPEN SOURCE PHYSICS* (OSP) Java framework deveu-se pela disponibilidade na plataforma Windows, por ser gratuito (ou seja, dentro do poder de aquisição do ensino público) e pela facilidade de manuseio e extração dos resultados das análises, não exigindo, para nossos objetivos, conhecimentos aprofundados de programação. Entre os gratuitos, tem-se ainda o *Data Point*[2] *e o Physics ToolKit*[3].

O Tracker é um software de código aberto de análise de imagens e vídeos projetado por Douglas Brown, professor do Cabrillo College, Califórnia, EUA. É um *software* livre ligado ao projeto *Open Source Physics*, uma comunidade colaborativa em âmbito mundial para

[1] *http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/*
[2] http://www.xannah.org/datapoint/
[3] http://www.physicstoolkit.com/

desenvolvimento de *softwares* livres destinados ao ensino de Física. Este software pode ser executado em qualquer sistema operacional, uma vez que depende apenas da máquina virtual Java instalada. Com o *Tracker* é possível realizar o estudo de movimento de objetos a partir de vídeos gravados com câmeras digitais de tablets ou celulares dos próprios estudantes, o que trás mais praticidade e acessibilidade à ferramenta. O *Tracker* pode ser baixado[4] sendo aberto à customizações que os usuários necessitem, sendo um software simples e de fácil manuseio.

Como mostrado na Figura 02, a tela inicial do Tracker® apresenta três janelas de trabalho, uma principal em que são apresentados os quadros do vídeo e sobre a qual serão feitas as marcações e medições de posição e distância para análise do vídeo. Há, também, duas janelas secundárias à direita da tela inicial nas quais irão ser projetados os gráficos e as tabelas que são construídos a partir das inserções de marcações que fazemos sobre os quadros dos vídeos. As ferramenta de análise e as funcionalidades de cada uma são descritas no produto educacional aplicado que se encontra em anexo.

Abordando a perspectiva atual onde a tecnologia perpassa pelo cotidiano de nossas vidas, Ferracioli et al (2012) aponta a necessidade de se integrar recursos tecnológicos no contexto de sala de aula sem torná-las um fim, mas sim um meio de se alcançar os objetivos educacionais.

Araújo, Veit e Moreira (2004) em um levantamento bibliográfico sobre o uso do computador no Ensino de Física encontram três diretrizes básicas para esse fim. Em primeiro lugar os estudos apontam para a necessidade do desenvolvimento e teste de estratégias instrucionais usando o computador e endereçadas às dificuldades específicas dos estudantes; em segundo lugar, exame preciso do que o estudante está aprendendo enquanto trabalha com o computador; e em terceiro lugar, propiciar a análise de situações em ambientes reais de aprendizagem, em vez de sequências esquemáticas.

Nesse contexto, um tópico de constante dificuldade entre os estudantes é a análise e interpretação de gráficos que na Física pode ser alocada no estudo da Cinemática. Em relação ao exame da aprendizagem foi escolhido o Diagrama V como ferramenta de acompanhamento dos estudantes durante o desenvolvimento da atividade experimental,

[4] https://trackerbrasil.ct.utfpr.edu.br/?page_id-24 – Página pertencente ao projeto vinculado à Universidade Federal do Paraná de tradução, desenvolvimento, divulgação e exploração do *software Tracker* como ferramenta para a geração e análise de dados de experimentos para o ensino de Física.

além de fornecer dados para análise do desenvolvimento conceitual e metodológico dos estudantes. Já para propiciar a análise de situações reais optou-se por utilizar o software gratuito Tracker® que parte da gravação de fenômenos do cotidiano e facilmente realizável no contexto escolar para posterior análise, ou *vídeo-análise*. Para Leitão, Teixeira e Rocha (2011) a vídeo-análise consiste em fazer uma tomada de vídeo de um fenômeno simples e, na sequencia, executa minuciosa observação do fenômeno gravado através de ferramenta de análise de grandezas observáveis e quantificáveis da Física desse fenômeno.

Encontramos em Leitão, Teixeira e Rocha (2011) uma breve descrição dessa técnica, bem como suas principais particularidades quanto a necessidade de recursos tecnológicos para sua implementação e as potencialidades ao Ensino de Física trazidas pelo seu uso. Seguindo os mesmos autores, temos por definição que:

> *A vídeo-análise para fins educacionais consiste em fazer uma tomada de vídeo de um fenômeno ou experimento e depois executar uma análise minuciosa sobre este vídeo através de ferramentas que relacionem o fenômeno que se quer estudar com grandezas (observáveis) da Física e suas quantificações.* (LEITÃO; TEIXEIRA; ROCHA, 2011, p.21)

Lançando mão da mesma fonte, temos mais um fator decisivo no sentido de ter a Vídeo-análise como ferramenta computacional mais adequada ao estudo que decidimos efetuar: a interação entre o aluno e o software na construção do conhecimento. Em suma, é possível evidenciar numa definição mais técnica:

> *O princípio fundamental para estudar, por exemplo, movimentos clássicos da cinemática através da vídeo-análise é utilizar a base de tempo do equipamento que vai filmar o evento (câmera de vídeo, celular, webcam) e durante a análise do vídeo informar ao programa qual é o fator de escala entre o espaço físico real e a relação de espaço do vídeo expressa em pixel (cada pixel é formado por um conjunto de 3 pontos coloridos que compõem a imagem) na imagem em si, em um quadro de referência escolhido entre a sucessão de quadros que compõem o vídeo. Isso pode ser feito facilmente se, ao filmarmos, tivermos o cuidado de medir previamente o tamanho real de algum objeto que fará parte do filme. Este objeto (que pode ser, por exemplo, uma régua) deve estar posicionado no plano do movimento a ser analisado.* (LEITÃO; TEIXEIRA; ROCHA, op. cit., 2011, p.21)

A próxima seção descreve a articulação do Diagrama V com a vídeo-análise para a realização do estudo que será relatado.

2.4 O Diagrama V como Estruturador da Atividade Experimental com o software Tracker®

O estudo foi estruturado de forma a permitir a orientação e acompanhamento tanto da dimensão conceitual quanto da dimensão metodológica da atividade experimental planejada. Para se atingir esse objetivo, foram construídas duas versões do Diagrama V.

Inicialmente, na busca de utilizar uma linguagem familiar aos estudantes do Ensino Médio, tomou-se como base o trabalho de Prado e Ferracioli (2014), onde os autores propõem uma adaptação do Diagrama V que traduza a estrutura ***Pensar-Fazer*** de Gowin (1981). Porém, dos elementos referentes ao *Domínio Conceitual* solicitados aos estudantes, mantivemos apenas o campo dos ***Conceitos***, por entender que no contexto das atividades experimentais propostas com a utilização do Tracker® este campo promoveria o grau de aprofundamento adequado. No entanto, assim como em Batistella (2007), foram introduzidos elementos estruturantes visando potencializar reflexões originadas pelas atividades. Dessa forma, ainda no *Domínio Conceitual* foram incluídos espaços para que houvesse os estudantes escrevessem suas ***Previsões*** sobre o fenômeno estudado e, no ao *Domínio Metodológico*, na conclusão da atividade, foi incluído espaço para que houvesse os estudantes fizessem a ***Discussão*** acerca dos *Resultados* encontrados após a realização dos experimentos levando, dessa forma, o estudante a fazer uma crítica de suas previsões e dos resultados encontrados.

Não se encontrando literatura sobre a aplicação específica do Diagrama V em atividades desenvolvidas com a técnica da vídeo-análise, procurou-se observar da metodologia **P**-**O**-**E** – **P**redizer-**O**bservar-**E**xplicar (TAO; GUNSTONE; 1999): a compreensão é de que essa abordagem alinha-se em harmonia com o processo contínuo de reflexão e interação entre o *Pensar-Fazer* proposto pelo Diagrama V.

A partir dessas considerações, duas versões Diagramas V foram produzidas para a realização da investigação, da qual o presente trabalho relata os resultados. A Figura 02 traz o primeiro **Diagrama V-*Conceitual*** que, com o foco na atividade experimental realizada pelos estudantes, buscava leva-los à reflexão do *fenômeno* estudado e dos *conceitos físicos* envolvidos. Já a Figura 03 apresenta o **Diagrama V-*Experimental*** que, com o foco na

utilização do software Tracker® pelos estudantes no computador, buscava levá-los ao engajamento de uma postura atenta e reflexiva quanto aos processos de geração e análise dos gráficos.

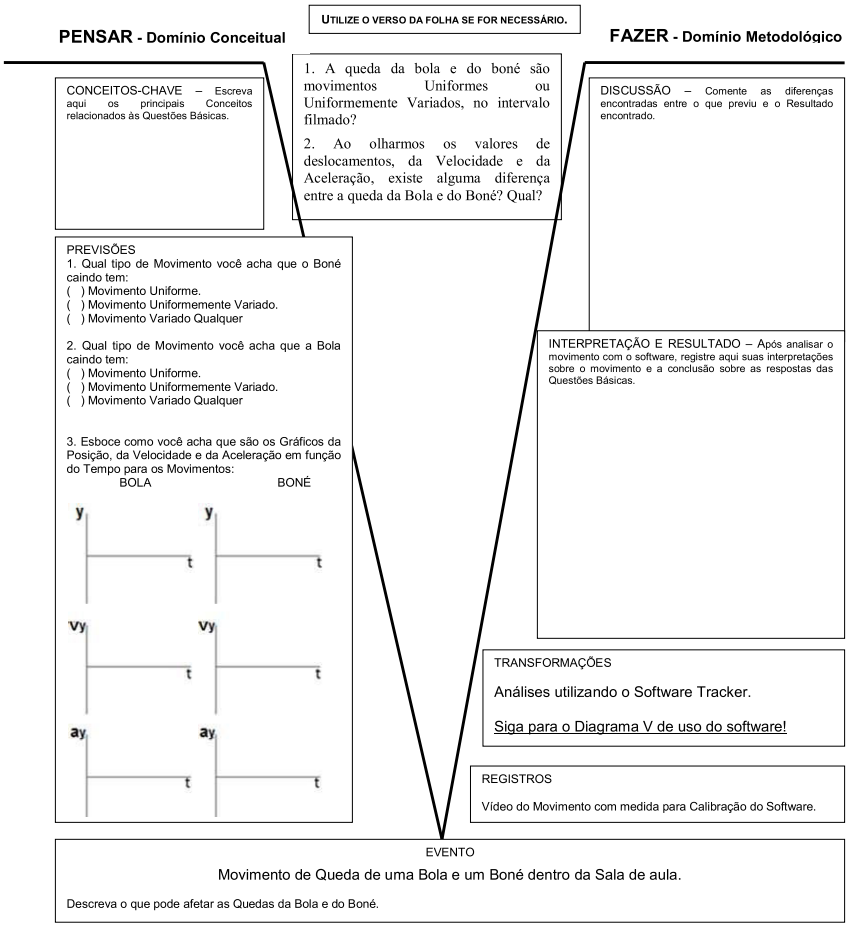


Figura 03: Diagrama V-*Conceitual* orientado aos conceitos da Física envolvidos no experimento

Dessa forma, a estratégia foi a de utilizar inicialmente o **Diagrama V-*Conceitual*** buscando levar os estudantes a fazer uma reflexão prévia sobre suas concepções acerca do fenômeno a ser estudado; na sequência leva-los a uma detalhada análise do tipo de movimento produzido no experimento a partir dos gráficos gerados pelo software Tracker® com a utilização do **Diagrama V-*Experimental*** e, finalmente, voltar a leva-los a refletir sobre as concepções por eles apresentadas a priori no **Diagrama V-*Conceitual***, revendo seus posicionamentos iniciais e concluindo sobre todo o processo.

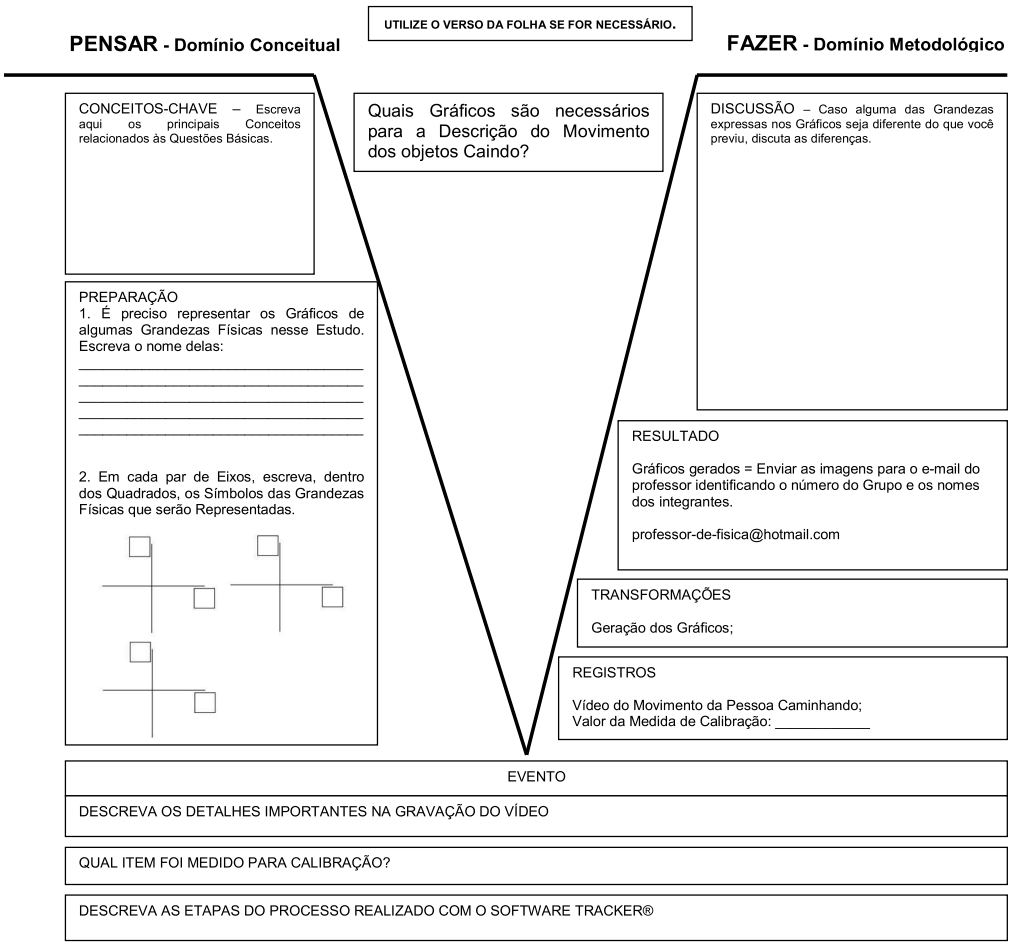


Figura 04: Diagrama V-*Experimental* orientado à utilização do software Tracker

É importante ressaltar que os campos ***Transformações*** e ***Resultado*** no o Diagrama V-*Experimental* aparecem preenchidos, pois consistem em processos que se repetem ao utilizar o software com o computador seguida pela geração dos gráficos obtidos. Como salientado por Novak e Gowin (1984), o Diagrama V não deve ser encarado como um conjunto de itens a serem preenchidos mecanicamente. Posto isso, os itens em que sempre houvesse a repetição, sem proporcionar reflexão ou evolução conceitual, foram fornecidos aos discentes após discussão prévia realizada sobre esta abordagem.

Dentre as várias possibilidades de uso do computador, o campo da Modelagem computacional, em particular a Modelagem da realidade segundo a análise de vídeos gravados a partir de experimentos realizados dentro e fora da sala de aula, pareceu um caminho promissor: Indo ao encontro da técnica da Vídeo-análise.

Capítulo 3

Revisão de Literatura

A revisão de literatura foi realizada a partir de buscas nos principais periódicos nacionais, nas publicações do congresso de maior relevância dentro da área de ensino de física com foco na sala de aula, nos Portais de divulgação das produções dos Mestrados Profissionais em Ensino de Física, no período entre os anos 2000 a 2017. A Tabela 01 resume os periódicos, congressos e portais de mestrados profissionais que serviram de base para a pesquisa de revisão de literatura realizada.

As palavras-chave utilizadas na busca foram:

- V Epistemológico de Gowin
- Vídeo;
- Vídeo-análise;
- *Video Analisys;*
- *Tracker;*
- Gráficos;
- Ensino de Gráficos.

Após a seleção das publicações, estas foram agrupadas em três seções, de acordo com o tema: A primeira tem como tema o uso da **Vídeo-análise**, descrevendo os trabalhos encontrados em que essa técnica foi empregada alinhada a uma perspectiva de aprendizado acerca da Mecânica. Na segunda seção, de maneira sucinta, são descritos alguns trabalhos que mereceram destaque pela relevância como referência na descrição e interpretação do Movimento a partir da **Representação Gráfica**. Por fim, são apresentados alguns

desdobramentos importantes que apresentaram ressonância nesta investigação quanto ao emprego do **V epistemológico de Gowin**.

Tabela 01: Base de dados para Revisão de Literatura

Base de Dados para a Revisão de Literatura	
Periódicos	Revista Brasileira em Ensino de Física Caderno Brasileiro de Ensino de Física Física na Escola Revista do Professor de Física - UnB
Congresso	Simpósio Nacional de Ensino de Física
Mestrados Profissionais	Mestrado Profissional em Ensino de Física – UFRGS; Mestrado Profissional em Ensino de Física – UFRJ; Mestrado Profissional em Ensino de Física – UFES

.

3.1 Perspectivas e empregos da Vídeo-análise

A vídeo-análise, como se pode perceber pelos *Quadros* 01, 02 e 03, possui um imenso potencial de uso em diversos campos da física. Contudo, nota-se também que apenas uma pequena parcela destes trabalhos relacionada na *Quadro* 01 faz a aplicação da técnica de análise digital de vídeos com estudantes no contexto da sala de aula para coleta e análise dos dados.

Fica evidente a partir da análise dos *Quadros* 02 e 03 que existem diversas possibilidades de aplicação da vídeo-análise e que esta ainda necessita ser muito explorada em aplicações no ensino de física.

Nota-se pela literatura que essa forte vertente em adotar a vídeo-análise como instrumento de aquisição de dados a partir de experimentos é justificada pelo custo relativamente baixo e pela eficácia satisfatória frente a outros meios mais sofisticados, e por isso com um custo mais elevado, como o uso de sensores acoplados aos aparatos experimentais. Ademais, é muito mais acessível às escolas com menor estrutura e recursos, podendo ser empregada utilizando o próprio espaço da sala de aula no processo.

Quadro 01: Artigos analisados sobre utilização da vídeo-análise em Sala da Aula

Amostragem	Área da Física	Autores	Conclusões do Estudo
Estudantes da 8ª Série Ensino Fundamental	Cinemática	Calloni (2010)	• O uso de um recurso diferenciado que consistiu no emprego da vídeo-análise permitiu que os estudantes se apresentassem mais motivados e mais interessados com as atividades da aula; • A vídeo-análise permitiu introduzir e discutir conteúdos de Física na 8ª série do Ensino Fundamental com caráter mais lúdico;
Estudantes do Ensino Médio	Cinemática e Dinâmica	Magalhães et al. (2012)	• O aluno fica motivado, procurando interpretar o mundo real uma vez que os movimentos analisados fazem parte do seu cotidiano, facilitando a aprendizagem das concepções científicas, indicando que o software pode ser, para o aluno, uma ferramenta de aquisição do conhecimento.
Estudantes de Engenharia e Licenciatura em Física Laboratório de Física II Educação Superior	Cinemática e Dinâmica	Leitão, Teixeira e Rocha (2011)	• Verificou-se que a vídeo-análise foi recebida com interesse e motivação pelos alunos e contribuiu para um bom entendimento sobre as bases físicas contidas no estudo do movimento oscilatório executado por um pêndulo físico; • É possível utilizar a vídeo-análise como ferramenta facilitadora no ensino da física experimental, porém necessita-se de mais pesquisas que firmem uma direção a ser seguida para consolidar esta alternativa didática.
Estudantes de Mestrado em Ensino de Física Educação Superior	Cinemática e Dinâmica	Heidemann, Araújo e Veit (2012)	• Mesmo já sendo docentes, os estudantes que participaram da disciplina encontraram dificuldade em lidar com a autonomia de determinar os problemas que seriam investigados; • O uso dos recursos tecnológicos propiciou maior discussão entre modelos teóricos e resultados experimentais; • A forte ênfase em resolução de problemas e os momentos de discussão num grande grupo mostraram-se técnicas eficientes e no processo de ensino-aprendizagem.
Estudantes da 2ª série do Ensino Médio integrado ao curso técnico de agropecuária	Cinemática	Silva et al. (2017)	• Houve uma melhora significativa nas respostas apresentadas aos problemas propostos após as discussões das análises em sala de aula; • A interação entre si do grupo na busca por de soluções para os problemas proporcionou um aumento no número de acertos dos grupos no teste; • É possível utilizar a videoanálise em contextos colaborativos como instrumento mediados da relação ensino-aprendizagem, para discussão de tópicos cinemáticos.
Estudantes da 1ª e 2ª série do Ensino Médio	Cinemática	Santos, Balthazar e Huguenin (2017)	• O envolvimento dos estudantes com a aula foi muito maior do que é observado em uma aula tradicional; • Houve um alto índice de aproveitamento dos estudantes;

Quadro 02: Artigos analisados sobre Proposta de utilização da vídeo-análise sem implementação em Sala de Aula

Área da Física	Autores	Conclusões sobre a Proposta
Dinâmica	Aguiar e Rubini (2004)	• Com o recurso da video-análise pode-se discutir quantitativamente o Efeito Magnus, determinante em esportes com bola.
Dinâmica Artes Marciais	Neto, Magini e Saba (2006)	• Existem muitos erros que podem ocorrer ao se trabalhar com valores médios de velocidade e aceleração, daí a importância de se utilizar valores instantâneos; • A força muscular é constante durante um golpe de Kung-Fu; • Formas diferentes de análise dos mesmos dados podem fornecer resultados diferentes.
Cinemática	Corveloni et al. (2009)	• O uso de Máquina fotográfica digital permite analisar e descrever a cinemática dos Movimentos.
Cinemática	Catelli, Martins e Silva (2010)	• A análise com base nas imagens geradas pela câmera digital alcança resultados satisfatórios em termos de precisão nos valores.
Movimento Browniano	Figueira (2011)	• É possível fazer uma análise satisfatória de um movimento complexo utilizando a análise digital de vídeo.
Cinemática e Dinâmica	Oliveira et al. (2011)	• O uso do Tracker para o ensino de Física é promissor por conta de seu baixo custo, de sua versatilidade e do interesse que desperta nos estudantes, tendo em vista a dinâmica de aulas que permite; • O uso desta tecnologia surge como uma importante alternativa a ser usada nos diversos níveis de ensino e como forma de incrementar as aulas de Física nos cursos de engenharia das universidades brasileiras
Cinemática	Oliveira et al. (2012)	• A facilidade de apropriação da tecnologia permite um desenvolvimento maior dos estudantes no aprendizado dos conceitos físicos; • O uso desta tecnologia surge como uma importante alternativa a ser usada nos diversos níveis de ensino e como forma de incrementar as aulas de Física nas escolas e universidades brasileiras.
Cinemática	Barbeta e Yamamoto (2012)	• A análise digital de vídeos é uma ferramenta poderosa de auxílio na interpretação de gráficos cinemáticos; • A possibilidade de analisar vídeos de situações reais pode tornar o entendimento acerca dos gráficos mais significativo.
Cinemática e Dinâmica	Ferreira (2012)	• É necessário que o docente esteja qualificado para lidar com novas formas de ensinar, dentre as quais se destaca as contribuições do emprego do computador e seus recursos.
Cinemática e Dinâmica	Bezerra Jr. et al. (2012)	• O emprego do software Tracker adiciona qualidade e praticidade às aulas, encaixando-se aos tempos escolares e possibilitando expandir as análises acercas dos movimentos tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior.
Cinemática	Martins et al. (2013)	• Não só é fácil utilizar software Tracker para a análise de vídeos e imagens como os resultados produzidos ajudam em muito na compreensão de conteúdos didáticos de ciências; • A utilização dessa técnica em sala de aula favorece a interatividade e a o desenvolvimento de um caráter de pesquisa científica às aulas de ciências.

Quadro 03: Artigos analisados sobre Proposta de utilização da vídeo-análise sem implementação em Sala de Aula

Área da Física	Autores	Conclusões sobre a Proposta
Cinemática	Sirisathitkul et al. (2013)	• Os resultados da análise digital de vídeos são satisfatórios quando comparados com as previsões teóricas; • Elementos como contraste e distância de gravação podem prejudicar a análise e a qualidade dos resultados.
Ondulatória	Cavalcante, Peçanha e Teixeira (2013)	• A técnica empregada, apesar de barata e utilizando recursos simples e acessíveis, foi eficaz na aquisição de dados para análise.
Dinâmica	Wrasse et al. (2014)	• Os resultados indicam a importância de motoristas utilizarem equipamentos de segurança adequados e as consequências de não fazê-lo.
Dinâmica e Movimento Oscilatório	Lucatto et al. (2014)	• O estudo e a análise de sistemas de massa variável são de suma importância para diversas áreas, como engenharia, física e biologia.
Cinemática	Lenz, Saavedra Filho e Bezerra Jr. (2014)	• O emprego do software Tracker adiciona qualidade e praticidade às aulas, encaixando-se aos tempos escolares; • O estudo de experimentos utilizando análise digital de vídeos permite maior praticidade na aquisição de dados experimentais; • A facilidade de apropriação da tecnologia permite um desenvolvimento maior dos estudantes no aprendizado dos conceitos físicos.
Dinâmica	Jesus e Sasaki (2014)	• O software Tracker mostrou-se uma ferramenta eficiente na aquisição e análise de dados.
Movimento Oscilatório	Bonvent Jr. e Aranha (2015)	• O software Tracker mostrou-se uma ferramenta eficiente na aquisição e análise de dados; • A gratuidade e facilidade de acesso ao software aliada à disseminação de aparelhos portáteis com recurso de filmagem digital propicia maior aprendizado dos estudantes acerca dos princípios físicos.
Cinemática	Bezerra Jr. et al. (2015)	• O software Tracker possibilita o fácil manuseio e a praticidade em empregá-lo; • O uso do Tracker no Ensino de Física é promissor por conta de seu baixo custo, de sua versatilidade e do interesse que desperta nos estudantes, tendo em vista a dinâmica de aulas que permite; • O uso desta tecnologia surge como uma importante alternativa a ser usada tanto na formação inicial quanto na formação continuada de professores de Física, bem como nos diversos níveis de ensino, como forma de incrementar as aulas de Física nas escolas e universidades brasileiras.
Cinemática	Araújo et al. (2017)	• O uso de aplicativos pode contribuir para uma maior compreensão das representações gráficas e tabulares; • Devido a familiaridade dos estudantes em lidar com o tipo de tecnologia empregada, isto se torna um elemento facilitador; • Ao se trabalhar com tecnologias acessíveis aos estudantes em sala de aula, isto potencializa a criatividade dos mesmos e permite que realizem experiências em casa utilizando seus próprios dispositivos; • Aumenta-se a possibilidade de aprendizagem científica em escolas que não possuem um laboratório equipado.

Descreve-se a seguir as principais referências que este estudo utiliza sobre o emprego da vídeo-análise com aplicação e coleta de dados no contexto educacional da sala de aula.

Em Magalhães et al. (2002), estudantes de quatro turmas do Ensino Médio realizaram a gravação em vídeo, no formato AVI, de movimentos do cotidiano e, também, de movimentos produzidos em laboratório como, por exemplo, movimento de bolas em jogos de futebol, vôlei, tênis, pingue-pongue, movimento de uma bola em queda livre, movimento de lançamento de um projétil, movimento de um pêndulo, entre outros. De posse dos arquivos gerados pela gravação, os estudantes utilizaram um *software* de análise digital de vídeos e imagens chamado SAM para análise dos movimentos. As análises consistiam em efetuar a marcação das posições dos móveis durante seus movimentos e realizar a medição de suas posições e deslocamentos ao longo tempo, levando em conta que a imagem é fracionada em quadros, com intervalos entre um quadro e outro iguais a 1/30 s, com as ferramentas de "marcação" e "régua virtual" oferecidas pelo *software*. Enquanto realizavam as análises, os estudantes eram orientados pelo professor a descrever o tipo de movimento e a trajetória descrita pelos móveis. Por fim, os estudantes efetuaram um estudo quantitativo com os cálculos dos valores de Deslocamento, Velocidade e Aceleração, enviando esses resultados por meio de uma tabela online para o professor e, por meio eletrônico para averiguação dos valores obtidos. A Avaliação do *software* e de seu emprego foi feita qualitativamente por três tipos de personagens envolvidos: os alunos do curso, indicando conceitos desde muito fraco até muito bom, os professores envolvidos no curso e os professores da Rede Pública Paulista de Ensino que tiveram acesso ao software, avaliando "Layout", Conteúdo e Facilidade de manuseio. As conclusões indicaram que, apesar dos estudantes necessitarem de um reforço quanto ao domínio dos requisitos matemáticos necessários, o software teve aceitação suficientemente positiva para ser considerado uma ferramenta que pode potencializar o Ensino de Física.

Em Leitão, Teixeira e Rocha (2011), os autores investigaram a aplicação da técnica no contexto da disciplina de Laboratório de Física II, oferecida a cinco turmas, totalizando cerca de 78 alunos, com idades entre 17 e 41 anos, pertencentes aos cursos de graduação em Engenharias e em Licenciatura em Física da UNIPAMPA, campus de Bagé-RS. Em laboratório, a Vídeo-análise foi empregada por meio da utilização do *software* de análise digital de imagens *Logger Pro*, em paralelo ao uso de sensores *Photogate* para coleta de dados acerca da prática experimental sobre Pêndulos Físicos com o intuito de determinar

seus períodos e relacionar estes com os diferentes comprimentos dos cilindros que os compunham. A análise dos dados colhidos se deu no próprio ambiente do laboratório, utilizando os computadores ali. Além das questões apresentadas no próprio guia de laboratório, que visavam verificar o conhecimento físico apresentado pelos estudantes após a realização da prática experimental e de sua análise, foi utilizado como instrumento de avaliação um questionário com o intuito de identificar se a vídeo-análise se apresentou como um instrumento que potencializou o processo de aprendizado e se a metodologia adotada para o emprego da técnica foi eficiente. Apesar dos resultados indicarem que alguns estudantes ainda precisavam melhorar a interpretação de certos gráficos gerados, o aparente ganho de conhecimento acerca do fenômeno estudado e os processos de interação que ocorreram entre os membros dos grupos e entre os grupos e o professor foram um forte indício de que houve êxito na evolução conceitual através da prática promovida. Corroborando esse indicativo, os estudantes apontaram a técnica da Vídeo-análise como um excelente recurso para ser empregado, em paralelo ou mesmo substituindo o método tradicional de coleta de dados no laboratório, ressaltando, ainda, elementos que a técnica apresenta, como a possibilidade de rever a experiência diversas vezes, melhorando a análise e facilitando a geração dos gráficos a serem interpretados. Afinal, verificou-se uma discrepância inferior a 5% entre os valores observados utilizando a Vídeo-análise e entre o método tradicional, o que foi interpretado como uma diferença relativamente pequena e que não implicaria em perdas conceituais ou em potencial de exploração dos eventos analisados.

Em Calloni (2010), a investigação é realizada numa escola particular de Caxias do Sul, RS, dotada com laboratórios de informática bem estruturados em quantidade e qualidade. O estudo realizado no referido trabalho desenvolveu-se com aproximadamente 135 alunos, distribuídos em cinco turmas de oitavas séries (atual nono ano do Ensino Fundamental), em um tempo total igual a 10 horas-aula por turma. É importante salientar que a professora responsável pelas turmas continuou trabalhando o conteúdo curricular normal da escola de forma tradicional, em sala de aula, e as atividades desenvolvidas no laboratório de informática procuraram complementar de forma lúdica e diferenciada o trabalho dela. Num momento inicial, no auditório da escola, houve a apresentação da proposta, seus objetivos e as ferramentas que seriam utilizadas. Após esse momento, coube à professora regente, juntamente com os alunos, definirem quais seriam os movimentos filmados e analisados na sequência. Esses movimentos foram pensados por serem familiares aos estudantes e

poderem ser realizados e filmados dentro dos espaços do ambiente escolar. Num segundo encontro com os estudantes, já no laboratório de informática, o pesquisador discutiu detalhes técnicos sobre a utilização do *software*. Nas cinco aulas seguintes, os alunos tiveram que analisar os movimentos por eles gravados. Um fato relevante é que, logo nos primeiros momentos de análise, a professora percebeu que os jovens perdiam facilmente o foco e, baseando-se nisso, deu uma contribuição determinante para o trabalho: sugeriu uma série de questões a serem respondidas enquanto as análises eram feitas no laboratório de informática, de maneira a manter a concentração e a constante reflexão acerca das atividades desenvolvidas. Finalizadas as análises, o pesquisador utilizou três aulas para discutir elementos importantes acerca das mesmas, para ilustrar a possibilidade de realizar a construção de modelos cinemáticos e dinâmicos a partir do *software* e, também, de aprofundar a análise dos dados com ajustes gráficos e explorações mais sofisticadas do *Tracker*. Os resultados do questionário de opinião mostraram um fator positivo quanto a fomentar o interesse por tal disciplina. O *software Tracker* foi avaliado como de fácil utilização e a proposta como potencialmente facilitadora do aprendizado.

3.2 Cinemática com enfoque em gráficos

Dois elementos-chave dentro da construção da proposta de Ensino aplicada na investigação da qual esta dissertação é fruto são: a representação e a interpretação de Gráficos, realizadas dentro do estudo dos movimentos segundo a variação temporal das Grandezas Cinemáticas. O objetivo desta seção é descrever os resultados e reflexões que servirão de base na construção e implementação da referida proposta.

Em Araujo, Veit e Moreira (2004) são investigadas as principais dificuldades dos estudantes na interpretação dos chamados Gráficos da Cinemática. Uma das constatações iniciais do estudo é que:

> *Uma das habilidades requeridas para a compreensão de conteúdos de Física é a construção e interpretação de gráficos. Em um gráfico uma grande quantidade de informação pode ser resumida. Ser capaz de extrair informações de um gráfico é uma habilidade de cientistas e professores, porém muitas vezes pouco compreendida pelos estudantes*. (ARAÚJO; VEIT; MOREIRA, 2004, p. 179)

Utilizando como instrumento para sua investigação uma intervenção baseada na utilização *software Modellus* para a construção de modelos computacionais e, um teste (adaptado e validado durante a implementação de sua proposta) que avalia a interpretação dos estudantes acerca dos Gráficos, os autores aplicaram seu estudo para 78 calouros do curso

de Física, durante 4 encontros de 2h e 15 minutos cada. Os alunos deveriam, segundo orientações dadas pelo professor por meio de um roteiro, construir e explorar graficamente modelos representativos de movimentos retilíneos, lançamentos oblíquos, entre outros. Os resultados da análise dos dados sinalizam que a implementação de uma proposta de Ensino na qual os estudantes possam interagir ativamente durante o processo de análise e estudo de um fenômeno, como ao utilizar a Modelagem computacional, auxilia na melhoria da interpretação gráfica e na descrição dos fenômenos analisados. Outro resultado relevante é a conclusão de que existe a necessidade de estudos que aliem as novas propostas de ensino da construção e da interpretação gráfica a uma fundamentação mais substancial em Teorias da Aprendizagem.

Em McDermott, Rosenquist e van Zee (1987) são analisados os principais erros cometidos pelos estudantes ao realizar a análise e a interpretação de Gráficos, sobretudo os ligados à representação das Grandezas Cinemáticas. A verificação realizada pelos autores quanto aos erros cometidos os levaram a constatar que estes se davam em classes e tipos bem determinados, mostrando que tais erros não consistiam em equívocos pontuais de um estudante ou um determinado grupo, mas sim que consistiam em erros recorrentes de alunos de diversas origens. Uma interpretação desses resultados leva a perceber o quão importante essa informação é no planejamento de ações futuras com vistas ao Ensino de Física baseado na construção e interpretação Gráfica, em diversos contextos e, em especial, na Cinemática.

Os *Quadros* 4 e 5 condensam as informações trazidas pelos autores quanto às classes e aos tipos de erros recorrentes na interpretação gráfica.

Quadro 04: Dificuldades ao Relacionar Gráficos e Conceitos Físicos - Adaptado de McDermott, Rosenquist e van Zee (1987)

Principais Dificuldades ao Relacionar Gráficos e Conceitos Físicos
Diferenciar entre Inclinação e Altura da curva do gráfico em relação ao eixo
Interpretar mudanças na Inclinação e mudanças na Altura da curva do gráfico em relação ao eixo
Relacionar um Tipo de Gráfico e outro
Relacionar a narrativa da descrição de um movimento com o Gráfico que o descrever
Interpretar o significado físico da Área sob a curva de um Gráfico

Quadro 05: Dificuldades ao Relacionar Gráficos Mundo Real - Adaptado de McDermott, Rosenquist e van Zee (1987)

Principais Dificuldades em Relacionar Gráficos ao Mundo Real
Representação de um Movimento contínuo por uma linha contínua
Separar a forma do Gráfico da Trajetória do Movimento
Representar Velocidade negativa no Gráfico
Representar Aceleração Constante
Diferenciar os tipos de Gráficos de Movimento

3.3 Trabalhos que empregaram o Diagrama V como elemento estruturador da realização de Atividades

Procurou-se elucidar os principais campos e formas de aplicação da ferramenta. Dessa forma, o espectro de varredura concentrou-se em “como”, “com qual finalidade” e “em que área” o Diagrama V foi utilizado.

Abaixo estão concentradas as descrições dos principais trabalhos desenvolvidos empregando o Diagrama V. Primeiramente, nas *Quadros* 06 e 07, estão descritos os trabalhos em que o Diagrama foi empregado como substituto ao relatório tradicional de atividades experimentais. Este destaque deve-se ao fato de ser uma finalidade semelhante à que foi pensada para este trabalho. Em seguida, nas *Quadros* 08 e 09, apresenta-se demais trabalhos com diversas aplicações, onde evidencia-se o quão amplo e diverso é o campo de utilização do “Vê”.

Quadro 06: Trabalhos em que o Diagrama V foi utilizado como complemento ou substituição ao modelo usual de Relatório de Atividades

Amostra	Autores	Resultado/Conclusões do estudo
Estudantes do curso de Física na disciplina de laboratório experimental	Andres et al. (2007)	• Permite dar coerência ao trabalho como um todo; • Ajuda a organizar e dirigir os seus trabalhos, incluindo na elaboração do relatório; • Facilita na síntese dos resultados; • Contribui com a dinâmica do trabalho de laboratório e na tomada de decisões no seu desenvolvimento; • Favorece a reflexão metacognitiva; • Promove a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Por fim, o uso do Diagrama V em atividades de laboratório contribui para uma aprendizagem de ciências, em particular, em aspectos de ordem epistemológica.
Estudantes da 3ª série do Ensino Médio na disciplina "Física"	Batistella (2007)	• O professor deve trabalhar como orientador, para tanto, deve ter domínio do conteúdo, das ferramentas de trabalho e desenvoltura na realização de experimentos no laboratório tradicional; • O conceito de disciplina deve ser entendido não como mais se definia, ou seja, carteiras enfileiradas, alunos em total silêncio apenas ouvindo o professor e sim como uma contínua interação entre professor-aluno, aluno-aluno interagindo entre si.
Estudantes da 1ª série do Ensino Médio em aulas no laboratório de Física.	Wesoly & Costa (2008)	• É necessário utilizar o Diagrama V dando tempo para que o estudante se adapte à utilização do Diagrama V, fazendo assim com ele relacione o *saber* com o *fazer*, entendendo a produção do conhecimento como produção humana.
Estudantes de Engenharia nas disciplinas "Física I" e "Física Geral I"	Capelletto (2009)	• O Diagrama V fazia com que os estudantes pensassem mais que os relatórios usuais e que aprendessem mais que no semestre anterior, segundo os estudantes; • O constante emprego do Diagrama V trouxe familiaridade à ferramenta propiciando maior destreza e desenvoltura dos estudantes em preencher o Diagrama.
Estudantes de nível pós-médio em aulas no laboratório didático	Pacheco & Damasio (2009)	• Os Diagramas V levaram a uma reflexão sobre a prática de laboratório, relacionando os objetivos, o referencial teórico e as possíveis conclusões da prática realizada; • A utilização do Diagrama V possibilitou uma aprendizagem significativa nas aulas de laboratório, potencializando-as e fazendo repensar no planejamento das atividades experimentais.

Quadro 07: Trabalhos em que o Diagrama V foi utilizado como complemento ou substituição ao modelo usual de Relatório de Atividades

Amostra	Autores	Resultado/Conclusões do estudo
Estudantes dos cursos de Física e Engenharia na disciplina "Física Experimental I"	Júnior (2010)	• O Diagrama V proporcionou maior engajamento dos estudantes nas discussões; • O Diagrama V mostrou-se um método adequado para organizar as atividades realizadas, bem como para articular os aspectos conceituais e metodológicos da mesma.
Estudantes do curso de Pedagogia na disciplina "Astronomia"	Nascimento & Batista (2011)	• O Diagrama V é capaz de auxiliar o desenvolvimento de uma visão crítica da ciência, na medida em que proporciona ao aluno condições para que acompanhe seu próprio processo de construção dos conhecimentos.
Estudantes do curso de Física na disciplina "Física Geral e Experimental"	Oliveira (2011)	• Trabalho mostrou-se muito consistente no que diz respeito a observar o comportamento do aluno no laboratório de Física, frente a um estudo epistemológico; • É sugerido que fosse acrescentado um tópico no Diagrama V que auxiliasse o aluno a pensar sobre o erro experimental.
Estudantes do curso de Química acerca de atividades experimentais em Química	Mendonça et al. (2014)	• O Diagrama V contribuiu para que os estudantes pudessem identificar quais *teorias, princípios e leis* se relacionavam com o *evento;* • Para o sucesso da ferramenta (Diagrama V) é necessário que os estudantes compreendam cada item do Diagrama V e que seja usado de forma recorrente para que os benefícios do Diagrama V sejam evidenciados.
Estudantes de curso superior na disciplina "Química geral"	Pereira & Ferracioli (2014)	• O maior desafio foi desenvolver o *Domínio Conceitual*; • Após um estranhamento inicial, os estudantes conseguiram desenvolver bem a utilização do Diagrama V.
Estudantes da 3ª série do Ensino Médio na disciplina "Física"	Prado & Ferracioli (2017)	• A utilização do Diagrama V possibilitou mapear erros conceituais cometidos pelos estudantes, muitas vezes não encontrados quando o instrumento de avaliação é o relatório tradicional; • O Diagrama V foi útil para orientar os estudantes na realização da atividade experimental.

Quadro 08: Trabalhos em que o Diagrama V foi empregado com finalidades diversas

Emprego do Diagrama V	Amostra	Autores	Resultado/Conclusões do estudo
Estruturação de estudo (execução, registro e análise)	Estudantes de Pedagogia na disciplina "Conteúdo e Metodologia de Ciências"	Nascimento (2008)	• O Diagrama V, além de ser um instrumento que auxilia na compreensão de conceitos cientificamente aceitos, ele mostrou ser capaz de auxiliar na compreensão da natureza e dinâmica do conhecimento científico.
Indicador de aprendizagem significativa	Estudantes do curso de licenciatura em Ciências Naturais e Educação Ambiental acerca da Mecânica Newtoniana	Rios, Veit & Araújo (2011)	• O material mostrou-se potencialmente significativo possibilitando que um grupo de estudantes fizesse uma análise mais crítica, reflexiva e contextualizada de conceitos Físicos como Velocidade, Aceleração e Força; • A implementação de uma nova metodologia de estudo, o uso de atividades computacionais, a interatividade proporcionada pelo uso de modelagem computacional, entre outras que possibilitaram um maior interesse dos estudantes para aprendizagem de conceitos físicos.
Leitura de artigos científicos	Estudantes do curso de Física na disciplina "Ciência e Tecnologia"	Silva (2011)	• A utilização do Diagrama V permitiu que os estudantesidentificassem as contribuições deste instrumento nos âmbitos teóricos e metodológicos da educação científica.
Planejamento de Curso de Extensão	Estudantes do primeiro período do curso superior tecnológico em sistemas elétricos	Oliveira & Araújo (2011)	• O Diagrama V permitiu uma nova visão junto aos estudantes dos conceitos de Eletricidade e Magnetismo e possibilitou planejamento do curso de extensão de Física Médica colaborando para que os estudantes compreendessem a hierarquia dos conceitos e os aspectos relacionados ao processo de produção do conhecimento
Construção de Sequências didáticas	Estudantes do curso de Licenciatura em Física na disciplina "Instrumentação para o ensino de física"	Silva & Souza (2012)	• Pode-se identificar o Diagrama V como facilitador da reflexão docente sobre a estrutura epistemológica do conhecimento estudado assim como o seu entendimento.
Ensinar a construção do Diagrama V	Estudantes dos cursos Educação Física e Fisioterapia na disciplina "Biomecânica"	Toigo & Moreira (2012)	• Estatísticamente, os Diagramas V construídos de forma individual, com a ajuda de um artigo sobre como fazê-lo, apresenta diferenças em relação ao Diagrama V construído coletivamente, este último mais abrangente.

Quadro 09: Trabalhos em que o Diagrama V foi empregado com finalidades diversas

Emprego do Diagrama V	Amostra	Autores	Resultado/Conclusões do estudo
Planejamento de Aulas com atividades experimentais	Estudantes do curso de Pedagogia na disciplina "Ensino de ciências"	Leboeuf & Batista (2013)	• O Diagrama V pode contribuir para uma melhor mediação dos significados, tornando possível visualizar o nível de compreensão conceitual dos alunos, mesmo quando apresentados com certa pobreza de significados; • A exigência de lidar com várias facetas da estrutura do conhecimento apresentadas nos diagramas pode tornar mais rica a interação entre alunos e professor, pois colabora para a ampliação da discussão do tema em questão, contribuindo para a mediação dos significados envolvidos; • A concepção da aprendizagem subjacente ao uso do instrumento deve ser considerada, para que não seja utilizada de forma mecânica, como um roteiro, e sim de forma investigativa e construtiva
Estudo de uma dissertação	Não houve amostra, apenas explorou-se uma possibilidade de aplicação do Diagrama V	Silva et al. (2013)	• A utilização do Diagrama V caracteriza-se pelo compartilhamento de significados que, se não forem alcançados, devem ser reapresentados de modo que o aprendiz possa construir seu caminho de aprendizagem.
Resolução de Problemas	Estudantes dos cursos de Física e Química na disciplina "Física I"	Gil & Colaboradores (2013)	• Verificou-se estatisticamente uma melhor compreensão dos aspectos teóricos no grupo que usou a planilha baseada no Diagrama V em relação ao grupo controle, que usou o método tradicional.

Sob a luz desse panorama geral, destacamos alguns estudos em que o emprego do Diagrama V se deu de maneira semelhante à que foi planejada para o estudo do qual esta dissertação é fruto e também estudos que serviram para a elaboração do planejamento das atividades desenvolvidas durante a realização deste trabalho, incluindo o único trabalho encontrado alinhando um recurso computacional com o Diagrama V. As descrições das revisões de alguns trabalhos foram suprimidas aqui devido às grandes semelhanças com estudos aqui descritos. Primou-se por ganhar em diversidade nesta seção.

Em Rios, Araújo e Veit. (2011) é utilizado o Diagrama V adaptado para investigar atividades de modelagem computacional, denominado, então, Diagrama AVM, a fim de investigar a aprendizagem de conceitos ligados à mecânica newtoniana baseando-se em três investigações consecutivas desenvolvidas com estudantes de licenciatura em ciências naturais e educação ambiental, e estudantes do curso de física, na universidade de antioquia, colômbia. primeiramente, houve a aplicação de dois testes e a realização de uma

entrevista semi-estruturada realizada com os discentes. O desenvolvimento da investigação se deu em 27 encontros de 2 horas cada, nos quais procurou-se construir uma linha crescente de aprofundamento sobre a modelagem computacional e sobre o uso da mesma. As atividades utilizando o *software Modellus* começaram de forma mais dirigida ("fechada") indo até a forma mais "aberta", passando a discutir a validade, correção e as etapas de construção dos modelos. O uso do Diagrama AVM foi introduzido como instrumento de orientação nas atividades, desde as mais "fechadas", em que as questões foco são fornecidas, até as mais "abertas", em que os estudantes são responsáveis pelo total preenchimento dos itens do referido Diagrama. Foram tópicos de discussão temas como: as potencialidades e os aspectos característicos da aplicação da teoria de aprendizagem significativa crítica no contexto da modelagem computacional, estruturada com o uso de Diagramas AVM. Ao cabo, houve uma nova aplicação dos testes feitos inicialmente, com vistas a contrapor o "ANTES" e o "DEPOIS" das concepções do alunado acerca dos temas envolvidos nas discussões, e realizou-se nova entrevista semi-estruturada, com vistas a um maior aprofundamento acerca de alguma modificação que tenha ocorrido na maneira de pensar do mesmo. Constatou-se, com os estudos realizados, que as atividades de modelagem computacional com o Diagrama AVM, constituindo material potencialmente significativo, favoreceu uma maior apropriação e poder de inter-relação de conceitos da mecânica newtoniana pelos discentes. Principalmente no que tange os seguintes conceitos físicos: Referencial, movimento, velocidade, posição, aceleração, força e massa, além de propiciar uma maior predisposição nos estudantes em aprender esses novos conceitos. Verificaram-se, também, indícios de um aumento na capacidade de formular perguntas cada vez mais relevantes em relação aos conceitos cientificamente aceitos dentro da Física. Em suma, é importante destacar que as discussões mostraram ampla reflexão acerca do Ensino de Física.

Oliveira (2011) descreve a utilização do Diagrama V em atividades nas disciplina Física Geral e Experimental III, com estudantes do curso Física, onde foram desenvolvidas atividades experimentais durante dois semestres. O Diagrama V foi introduzido aos poucos como apontado por Cappelletto (2009) e semelhante ao trabalho desenvolvido por Junior (2010), principalmente na construção do Diagrama V e sua introdução gradual a fim de minimizar as dificuldades em lidar com o mesmo, destacando a interação entre a teoria e experimentação. Foi apresentado um material instrucional para que os estudantes aprendam a trabalhar com o Diagrama V. À medida que se fazia o uso contínuo do "Vê", os alunos

adquiriam maior habilidade em construir e interpretar o mesmo mostrando que, apesar da dificuldade inicial, a constante utilização do recurso fez com que os alunos melhorassem seu desempenho na construção dos Diagramas Vs. O trabalho apresenta uma alternativa para o uso dos relatórios tradicionais revelando-se, pelo acompanhamento realizado, uma eficiente forma de proporcionar constante reflexão por parte do estudante na construção do conhecimento durante as atividades experimentais.

O estudo de Cappelletto (2009) desenvolve-se com estudantes dos cursos de engenharia da UFRGS nas disciplinas Física I e Física Geral I. O trabalho evoluiu do modelo tradicional de relatório até o emprego sistemático do Diagrama V. Esta evolução partiu da introdução gradual do Diagrama tanto nos campo de estudo teórico das disciplinas como na área experimental. Isto quer dizer que não houve apenas uma pura substituição do relatório tradicional pelo “Vê”, mas sim a adoção do mesmo como elemento estruturador da construção do conhecimento. Utilizando duas turmas experimentais empregando o Diagrama V e uma turma controle na forma tradicional foi possível estabelecer uma comparação entre os desenvolvimentos e do aprendizado dos estudantes. Foram sendo somadas novas estratégias, como o emprego do Diagrama V no estudo do livro-texto e a utilização de Mapas conceituais durante o estudo. Como os estudantes apresentavam dificuldade em lidar com o V epistemológico, trabalhou-se as cinco questões propostas por Gowin como forma de facilitar o entendimento. Gradualmente os passaram a ter maior responsabilidade na elaboração dos Diagramas, partindo de “Vês” com os elementos e a questão básica já estruturados até chegar no final onde o que recebiam apenas uma folha em branco para construírem todo o Diagrama. A constante utilização, apesar das dificuldades iniciais, principalmente na elaboração das questões básicas, traz uma familiarização dos estudantes com a ferramenta facilitando o manuseio e proporcionando um melhor desenvolvimento durante as atividades.

Batistella (2007), o Diagrama V foi utilizado como instrumento de coleta de dados e avaliação das atividades experimentais e de modelagem computacional realizadas no estudo de óptica geométrica por estudantes da 3ª série do Ensino Médio. A principal contribuição deste trabalho foram as adaptações realizadas e os itens inseridos para tornar o Diagrama V mais acessível a estudantes do Ensino Médio e para que se tenha maior reflexão prévia às atividades realizadas. O estudantes tiveram que manifestar uma previsão de resposta à questão básica antes da realização do evento, o que possibilitou um outro

item que pedia a reflexão acerca da comparação entre as previsões realizadas e o resultado obtido. A nomenclatura dos itens do Diagrama também sofreram adaptações. Para as atividades de simulação computacional foram utilizados o software *Modellus* e o *Applet* criado por W. Fendt (1997) para atividades virtuais. Durante o desenvolvimento das atividades, os alunos reconstruíram seus diagramas diversas vezes recursivamente segundo as orientações da professora num processo de construção e reconstrução do conhecimento acerca das atividades realizadas.

Em Nascimento & Batista (2011), o Diagrama V foi empregado para o estudo de Astronomia numa turma do curso de Pedagogia do Centro Universitário de Londrina – PR. Foram desenvolvidas atividades experimentais registradas com o Diagrama V. Após a escolha de um assunto dentro do tema, os estudantes elaboravam suas questões básicas acerca dos elementos que seriam estudados. Foram realizadas diversas atividades experimentais na sala de aula sobre o sistema solar e a movimentação da Terra. Concluiu-se que o Diagrama V é capaz de auxiliar o desenvolvimento de uma reflexão crítica da ciência, permitindo ao aluno comandar e acompanhar sua própria construção do conhecimento.

Prado &Ferracioli (2017), em um artigo publicado na Revista do professor de Física - UnB, trazem um relato da utilização do Diagrama V como instrumento de coleta de dados e de avaliação em uma turma da 3ª série do Ensino Médio durante a realização de experimentos de eletricidade e magnetismo. Durante o desenvolvimento do estudo, apoiando-se em Batistella (2007), foi feita uma adaptação do Diagrama V tanto nos termos utilizados para cada item para que estivessem adaptados ao nível de ensino no qual estavam sendo aplicado quanto na inserção de elementos que pudessem potencializar as reflexões dos estudantes durante a realização das atividades. Os estudantes tiveram ampla liberdade na elaboração de todos os itens, inclusive nas questões básicas, o que permitiu maior autonomia durante o processo de construção do próprio conhecimento mas também trouxe o problema de questões mal elaboradas, simplórias ou sem alinhamento com o evento realizado. A análise dos Diagramas Vs produzidos apesar de qualitativa em sua grande parte, utilizou-se dos critérios de Alvarez e Gowin (2005), que trouxeram elementos objetivos para a análise. Além disso, utilizou-se um questionário de opinião acerca do uso do Diagrama V, que mostrou uma boa aceitação por parte dos estudantes. O Diagrama V foi útil na orientação dos estudantes durante a realização das atividades experimentais e

possibilitou mapear erros conceituais cometidos pelos estudantes, muitas vezes não encontrados quando o instrumento de avaliação é o relatório usualmente empregado.

Este capítulo apresentou a revisão de literatura que embasa e da sustentação ao estudo realizado. As potencialidades e as formas de empregar o Diagrama V observadas nestes trabalhos permitiram planejar uma metodologia de emprego desta ferramenta de forma a propiciar um melhor desenvolvimento dos estudantes nas atividades desenvolvidas.

O capítulo seguinte irá trazer a metodologia de trabalho empregada durante o estudo, descrevendo os objetivos, a amostra e as etapas do processo de realização do mesmo.

Capítulo 4

Metodologia

O objetivo deste capítulo é apresentar a estrutura do estudo desenvolvido. Serão apresentados os objetivos geral e específicos, a caracterização dos sujeitos da amostra e de seu contexto escolar bem como uma descrição geral do estudo em questão. Além disso, serão apresentados os instrumentos de coleta de dados, juntamente com a descrição das situações em que foram empregados.

4.1 Objetivos da realização do trabalho

4.1.1 Objetivo geral

- Investigar a estruturação fornecida pelo diagrama V para a aplicação da técnica da vídeo-análise como forma de descrever movimentos e analisá-los graficamente.

4.1.2 Objetivos específicos

- Investigar o emprego da análise vídeo-análise como recurso facilitador do entendimento acerca dos tipos de movimento.
- Investigar a utilização do diagrama V como instrumento de estruturação do processo de ensino-aprendizagem;

4.2 Caracterização da amostra e do contexto de realização do estudo

O estudo desenvolveu-se na escola da rede pública estadual de educação EEEFM São João Batista, localizada no município de Cariacica, pertencente à região metropolitana do Espírito Santo. A localização da escola permite que muitos alunos oriundos de regiões rurais a

frequentem, tornando o público diferenciado, em certa medida, do que tradicionalmente é encontrado em escolas da região metropolitana.

A escola possui cerca de 1400 alunos, divididos em dois turnos, distribuídos entre o ensino fundamental, do 6º ao 9º ano, e o Ensino Médio. A amostra consistiu de duas turmas de alunos da 1ª série do Ensino Médio. Estes se mostraram carentes de atividades que envolvessem a análise experimental e o uso de ambientes fora da sala de aula para a aprendizagem, como os laboratórios de ciências, de informática, bem como o pátio e a quadra poliesportiva. O estudo realizado desenvolveu-se, também, preocupado em proporcionar experiências de aprendizagem diferentes das que são ministradas no chamado Método Tradicional, geralmente restrito à sala de aula. Foi o primeiro contato deles com o diagrama V, o que os proporcionou mais uma sensação de inovação no processo de aprendizagem. O laboratório de informática da escola possui cerca de vinte computadores, dos quais doze funcionam e dentre estes somente oito podem ser utilizados, haja vista que são os únicos que apresentavam o *software* necessário ao estudo instalado. Dessa forma, as atividades envolvendo o uso do *Tracker*® foram desenvolvidas com os estudantes divididos em oito grupos.

A amostra consistiu de duas turmas de alunos da 1ª série do Ensino Médio, do turno matutino, nas quais as atividades propostas por este estudo foram desenvolvidas de forma independente de uma para outra. A escolha das turmas que compõem a amostra baseou-se em três critérios: coerência entre os conteúdos desenvolvidos na investigação e a determinação do currículo para cada série; o contexto do mestrado profissional em que o professor traz um problema/demanda de seu dia-a-dia para ser investigado; e o professor/pesquisador é o regente das turmas, facilitando o acesso aos alunos e a gerência das atividades realizadas com os mesmos.

4.3 Instrumento de coleta de dados

O instrumento de coleta de dados foi o Diagrama V aplicado em versões adaptadas ao emprego da vídeo-análise no laboratório de informática para estudo de movimentos. Estas versões do “Vê” serão apresentadas na descrição de cada atividade desenvolvida. As competências na utilização do *software* e na aplicação da técnica de vídeo-análise também foram observadas nos diagramas empregados.

4.4 Estrutura da investigação

Esta investigação traz o emprego do Diagrama V nos âmbitos de orientação, coleta de dados e avaliação do processo de aplicação da técnica da vídeo-análise como elemento fomentador da interação do estudante no estudo dos movimentos, numa forma de propiciar maior compreensão acerca das relações expressas por meio dos gráficos que descrevem o comportamento das grandezas cinemáticas no decorrer do tempo.

Este estudo constitui-se de quatro atividades. Em cada atividade desenvolvida, o diagrama V guia os estudantes nas várias etapas de estudo.

Ao realizar os procedimentos de análise no laboratório de informática, foi criada uma pasta com os nomes das turmas em cada computador, contendo os roteiros de utilização do software e os vídeos gravados de cada movimento a ser analisado. Tais pastas foram gradativamente alimentadas na medida em que se desenvolviam as atividades e novos vídeos eram gerados;

Os episódios do estudo foram sintetizados no *Quadro* 10 para proporcionar uma ampla visualização de como as atividades foram desenvolvidas.

Quadro 10: Atividades desenvolvidas durante o Estudo

1ª Atividade Experimental	**Apresentação do *software Tracker* e do Diagrama V** - análise do movimento uma aluna caminhando dentro da sala de aula	Aula 01	Aula expositiva – Apresentação da Versão completa do Diagrama V
		Aula 02	Aula expositiva – Explicação e preenchimento conjunto do V-*Conceitual*
		Aula 03	Aula prática – Análise do movimento no laboratório de informática
		Aula 04	Aula prática – Preenchimento do V-*Experimental*
		Aula 05	Aula Expositiva – Conclusão e Discussões
2ª Atividade Experimental	**Estudo de movimentos com velocidade variável –** análise do movimento de um carrinho impulsionado por um elástico dentro da sala de aula	Aula 01	Aula prática– Preenchimento inicial dos V-*Conceitual* e V-*Experimental*
		Aula 02	Aula prática – Análise do movimento no laboratório de informática
		Aula 03	Aula Expositiva – Conclusão e Discussões
3ª Atividade Experimental	**Estudo do movimento de queda dos corpos -** análise dos movimentos de queda de uma bola e de um boné dentro da sala de aula	Aula 01	Aula prática– Preenchimento inicial dos V-*Conceitual* e V-*Experimental*
		Aula 02	Aula prática – Análise do movimento no laboratório de informática
		Aula 03	Aula Expositiva – Conclusão e Discussões
4ª Atividade Experimental	**Estudo do movimento de lançamento oblíquo -** análise do movimento de uma bola de basquete lançada para a sesta na quadra poliesportiva da escola	Aula 01	Aula prática– Preenchimento inicial dos V-*Conceitual* e V-*Experimental*
		Aula 02	Aula prática – Análise do movimento no laboratório de informática
		Aula 03	Aula Expositiva – Conclusão e Discussões

4.5 1ª Atividade: Apresentação do *software Tracker* e do Diagrama V - análise do movimento uma aluna caminhando dentro da sala de aula

O assunto que embasou esta primeira atividade foi movimento retilíneo e uniforme (MRU). Nesse momento, o objetivo foi apresentar e tornar familiar aos estudantes as ferramentas empregadas em cada etapa do processo de análise.

A Figura 04 mostra a versão do Diagrama V aplicada nesta primeira atividade. As *Questões-Básicas* e todas as outras questões para o levantamento de previsões e para a descrição do evento foram fornecidas para nortear as análises de modo que todos os estudantes estivessem guiados com o mesmo foco de reflexão acerca dos movimentos. Podemos ver neste diagrama que as abordagens conceitual e experimental foram feitas de maneira conjunta. Nas demais atividades aborda-se separadamente os aspectos conceitual e metodológico.

O desenvolvimento nesta primeira atividade foi composto por um total de nove aulas. Destas, as quatro iniciais destinaram-se a um estudo de maneira tradicional acerca do movimento uniforme, suas definições, apresentação das equações e dos gráficos, bem como realização de exercícios. Complementando, nas demais aulas houve a aplicação do estudo por meio da vídeo-análise e utilização do Diagrama V. Foi investido um tempo maior durante esta primeira atividade para apresentar e ensinar a utilizar as ferramentas – diagrama V e *software Tracker*® - empregadas.

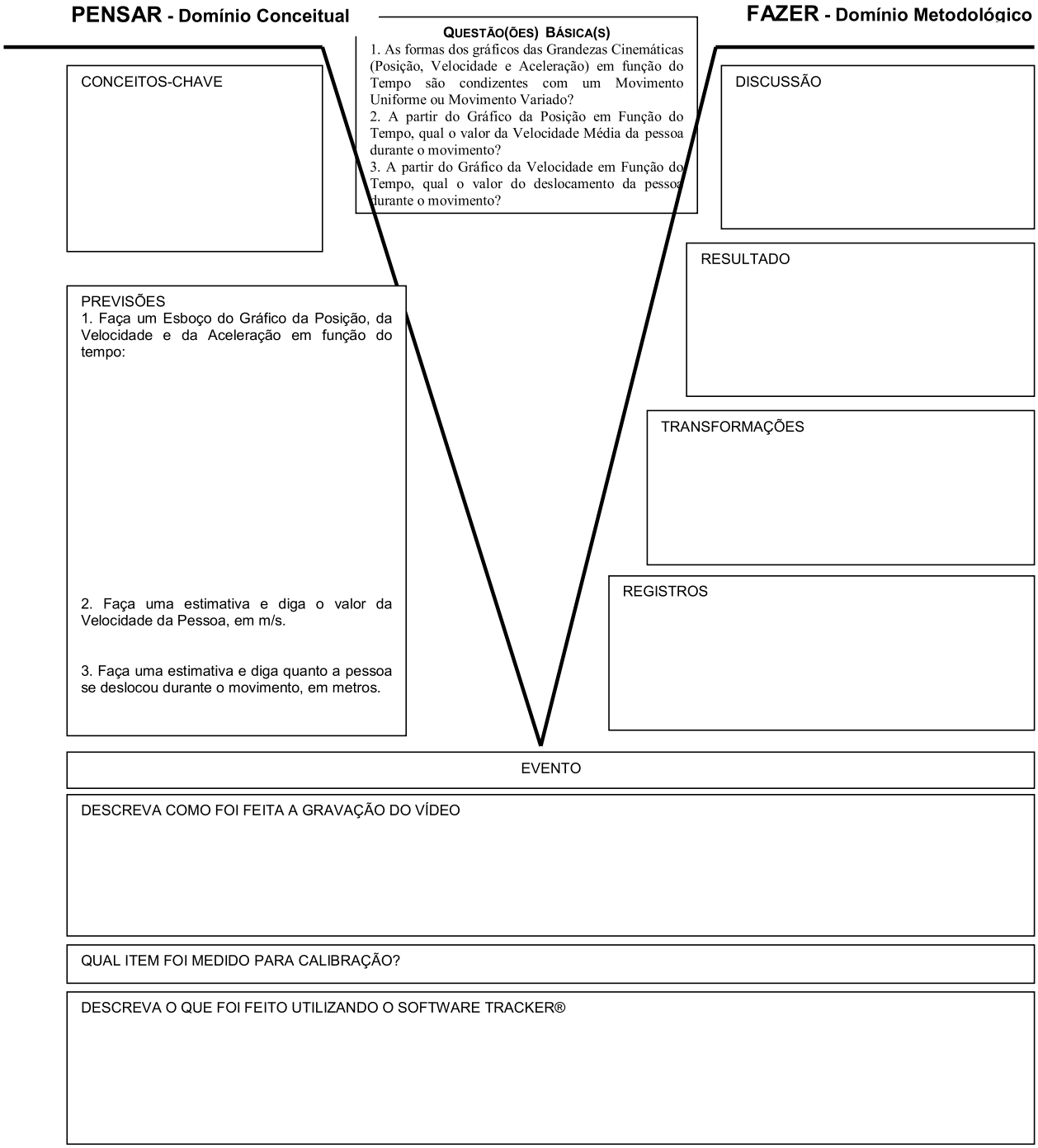


Figura 05: Diagrama V utilizado na primeira atividade experimental – estudo do movimento retilíneo e uniforme

O modelo tradicional de aula ao qual se fez referência foi desenvolvido com a apresentação das definições conceituais, enunciados e equações que descrevem o movimento, apresentação das representações gráficas esperadas para as condições ideais do modelo de movimento uniforme esperado teoricamente, além da resolução de exercícios exemplares. Estes exercícios foram de aplicação das equações em problemas e sobre os gráficos, meramente pedindo a leitura das grandezas representadas e a manipulação dos

valores empregando as equações. O último ato das aulas teóricas foi a gravação de um vídeo do movimento. O movimento gravado foi o de uma estudante caminhando dentro da sala de aula de uma parede à outra, paralelamente ao quadro e esta representado na Figura 05, numa imagem da típica tela de trabalho do *Tracker®*.

No momento da gravação deste vídeo são discutidos os principais cuidados e os detalhes de suma importância no processo de filmagem. São eles:

- Deve-se realizar toda a gravação sobre o mesmo plano, contendo o mesmo fundo de filmagem. Em outras palavras, a câmera, que pode ser de um celular, deve permanecer fixa durante a gravação;
- O Plano de filmagem deve estar paralelo ao plano em que o movimento ocorre;
- Deve haver iluminação e contraste adequados à visualização perfeita do móvel;
- Deve-se utilizar uma das dimensões de tamanho de um elemento da cena para calibração do *software.* Desta forma, deve-se tomar o cuidado desta dimensão estar contida no plano do movimento;

. Os *Quadros* 11 e 12 trazem uma descrição do planejamento das aulas em que é empregada a proposta de utilização da vídeo-análise para estudo dos movimentos.

Após o estudo teórico do movimento uniforme, os alunos tiveram uma aula de 55 minutos sobre a estrutura geral do Diagrama V. Nesta, que foi a primeira de uma sequência de 5 aulas dedicadas à primeira atividade de utilização da vídeo-análise, apresentou-se o diagrama em sua forma completa, discutindo a finalidade e os princípio que embasam o emprego do diagrama e as principais partes do mesmo, encerrando a aula com a construção de um diagrama exemplificando como se daria a utilização do diagrama V na análise de um evento do cotidiano.

Na segunda aula, o professor orientou os estudantes no preenchimento do diagrama V adaptado ao caso específico, Figura 04. Iniciou-se pela leitura das *Questões básicas*, destacando o papel das mesmas como norteadoras do estudo. Antes de indicar o conteúdo que corretamente preencheria cada item do diagrama nos campos *Conceitos e Evento*, solicitou-se aos estudantes que manifestassem oralmente suas respostas para cada item, sendo que sempre houve concordância pelos estudantes quanto ao entendimento do correto conteúdo destinado a cada campo. Parte do Campo *Evento* ficou para ser preenchida após

a utilização do *software*, por ser muito específica quanto a utilização do mesmo. Ao término da aula, o professor indicou que, individualmente, os estudantes deveriam responder às questões apresentadas no campo *Previsões*. Todos os alunos entregaram seus diagramas V ao final dessa aula.

Quadro 11: Planejamento das aulas para estudo do movimento retilíneo e uniforme utilizando a vídeo-análise

ESTRUTURA DA ATIVIDADE DE INTRODUÇÃO	**AULA 01**	Objetivo	**Discussão acerca do Diagrama V**
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Formato/ Ambiente	Aula Expositiva / Sala de Aula
		Descrição	Apresenta-se a forma mais completa do Diagrama V, buscando relacionar a estruturação proposta por esta ferramenta com a forma de organização habitual de resolução de problemas do cotidiano e com o método científico. São discutidos as bases conceituais que subsidiam o emprego do diagrama e o significado de cada elemento presente no mesmo.
	AULA 02	Objetivo	**Preparação para reflexão do fenômeno físico estudado na teoria e gravado na prática**
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Formato/ Ambiente	Aula Expositiva / Sala de Aula
		Descrição	Acerca do movimento gravado ao final das aulas teóricas, deve-se seguir com os seguintes passos: i. Cada aluno recebe um **Diagrama V** conforme mostrado na Figura 04; ii. Lê-se e explica-se a questão básica de pesquisa; iii. Explica-se o que se espera para o campo conceitos. O preenchimento ocorre por professor e estudantes conjuntamente; iv. Explica-se o significado e o papel das hipóteses que são levantadas durante um estudo ou investigação científica e solicita-se aos alunos responder as questões para levantamento das previsões acerca do tipo de movimento apresentado pelo móvel; v. Explica-se o que significa o campo evento. O preenchimento ocorre por professor e estudantes conjuntamente, excetuando a parte concernente ao emprego do software, pois esta irá ser preenchida após a utilização do mesmo; O professor recolhe todos os diagramas que estão sendo preenchidos pelos estudantes ao final da aula.
	AULA 03	Objetivo	**Analisar o Movimento utilizando o software Tracker®**
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Formato/ Ambiente	Aula Prática / Laboratório de Informática
		Descrição	Os estudantes posicionam-se junto aos computadores que possuem o Tracker, tentando distribuírem-se de forma que o número de estudantes por computador seja o menor possível e que, em caso de grupos, estes apresentem uma uniformidade com relação ao número de integrantes. O professor se posiciona junto a um computador que esteja interligado a um projetor multimídia e, faz os procedimentos de análise com o software enquanto orienta e explica aos estudantes os seguintes itens: i. Localização no computador da pasta onde os arquivos necessários às aulas no laboratório podem ser encontrados; ii. Abertura do arquivo com o manual de utilização do software; iii. Inicialização do software; iv. Realização do passo a passo dos procedimentos com o sofware, expondo com o projetor multimídia aos estudantes cada procedimento sendo realizado para que possam repeti-los em seus computadores; v. Registro em foto dos gráficos gerados e envio dos mesmos para o e-mail do professor.

Quadro 12: Planejamento das aulas para estudo do movimento retilíneo e uniforme utilizando a vídeo-análise (continuação do *Quadro* 10)

ESTRUTURA DA ATIVIDADE DE INTRODUÇÃO	**AULA 04**	Objetivo	**Analisar o Movimento utilizando o software Tracker®**
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Ambiente	Aula Prática / Laboratório de Informática
		Descrição	Os estudantes devem posicionar-se junto aos computadores que possuem o *Tracker* O professor distribui o **Diagrama V-*Experimental*** previamente preenchido de volta aos estudantes para que complementem o evento e as discussões no decorrer da aula no laboratório de informática Os estudantes devem seguir o manual que está presente na pasta da turma no computador para realizar a análise do movimento utilizando o software *Tracker* Ao final da aula, os alunos devem fazer o registro fotográfico com os celulares e compartilhar este com os demais colegas do grupo que utilizou o mesmo computador e enviar ao professor as fotos dos gráficos solicitados Cada estudante deve entregar o Diagrama V-*Experimental* preenchido ao final da aula.
	AULA 05	Objetivo	**Finalização da Atividade Experimental: Resgate das Previsões, Discussão e Conclusões**
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Ambiente	Aula Expositiva / Sala de Aula
		Descrição	Devolve-se aos estudantes o **Diagrama V** para finalização da atividade e complementação do preenchimento Esta aula divide-se em dois momentos: **1º Momento da Aula:** Os alunos discutem entre si, nos grupos que realizaram as atividades no laboratório de informática e chegam a um resultado que será preenchido no Diagrama V e, individualmente, descrevem a discussão ao comparar o resultado e as previsões realizadas anteriormente. **2º Momento da Aula:** O professor coordena uma discussão com toda a turma sobre os resultados e as características do movimento do móvel, bem como as dificuldades encontradas

O objetivo principal da terceira aula foi realizar o primeiro contato dos alunos com o *software* de vídeo-análise empregado na proposta: o *Tracker* ®. A aula serviu como um tutorial para o uso do aplicativo. Os jovens foram orientados em cada passo necessário para analisar o vídeo que fora gravado em sala. Dispondo de um projetor, o professor efetuava os comandos, demonstrando qual ferramenta usar e como fazer, e os estudantes reproduziam em suas máquinas. Foi indicado a eles que, nas análises seguintes, se basearem num manual com os comandos presente nos computadores. Para cada atividade o manual estaria adaptado às particularidades necessárias ás análises, como direção de movimento e separação das componentes do movimento. Por questões práticas (devido à falta de mais recursos), os estudantes foram divididos em oito equipes para realizar as atividades do laboratório. Cada equipe utilizou um computador. Finda essa aula, como os alunos não podiam salvar as imagens em "*pen-drives"* (Não é permitido inseri-los nos computadores) e não poderiam enviá-las por *e-mail* (os computadores não acessam redes sociais ou *e-mail*), para que os mesmos pudessem analisar os gráficos principais gerados pela análise realizada, cada grupo registrou uma fotografia de cada gráfico com um aparelho celular de boa resolução e compartilhou com os demais colegas, estas fotografias foram enviadas posteriormente ao professor por cada grupo por e-mail. Inicialmente, foi pensado que os estudantes iriam preenchendo o que faltava do campo *Evento* do Diagrama V durante a

operação do programa, mas, foi notado que, nesse primeiro contato com o software, deveriam estar atentos às orientações do professor e, portanto, não foi exigido que preenchessem o Diagrama V no laboratório.

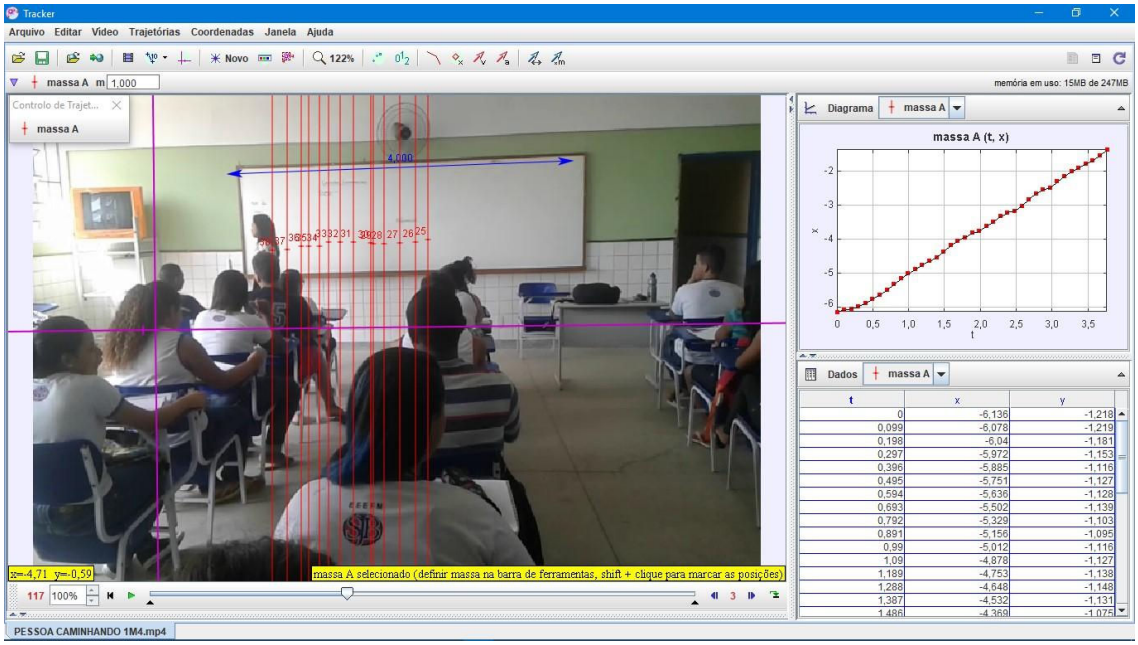


Figura 06: Tela típica do software *Tracker* – Análise do movimento de uma jovem caminhando dentro da sala de aula

Na aula seguinte, os alunos realizaram o que havia sido planejado para a aula anterior, preenchendo o Diagrama V com respeito à utilização do software, os *Registros*, as *Transformações* e ao *Resultado* obtido, sob orientação do professor. Como tarefa final da aula, eles deveriam, individualmente, expressar por escrito, no diagrama, as *Discussões* em que comparavam o resultado obtido com a previsão que fizeram, explorando o que julgaram diferente. Em relação aos resultados referentes a essa aplicação, os alunos mostraram ter algumas dúvidas na interpretação dos gráficos, ao responder às questões.

Na quinta aula (última aula da sequência, nesta primeira atividade) foram separados 20 minutos para discussão dos alunos, dentro dos próprios grupos, sobre os resultados encontrados e as previsões realizadas por cada um. O tempo restante da aula foi utilizado para uma discussão no grande grupo, de forma que pudesse haver nova troca de significados e para que os estudantes pudessem manifestar suas dificuldades, dúvidas, questionamentos e opiniões ao professor. As manifestações dos estudantes são o guia de avaliação desta aula.

Os alunos deram alguns retornos importantes para a sequência do trabalho. Por exemplo, manifestaram estar com dificuldades na representação da velocidade e da aceleração utilizada pelo software, haja visto ser o primeiro contato com a mesma, e ainda que também possuíam dificuldades em algumas interpretações do movimento utilizando os gráficos gerados. Contudo, houve um consenso entre eles de que a forma empregada foi mais atraente que a tradicionalmente feita e que gostariam que assim continuasse.

Após a realização dessa primeira atividade – cujo foco principal foi o de inserir os estudantes no contexto de emprego do Diagrama V e de utilização do *software Tracker*® para análise dos movimentos - uma das preocupações foi em tornar o tempo de cada análise mais coerente com a realidade encontrada pelos professores da rede pública que, em geral, possuem duas aulas semanais para desenvolver os conteúdos e as atividades.

4.6 2ª Atividade: Estudo de movimentos com velocidade variável – análise do movimento de um carrinho impulsionado por um elástico, dentro da sala de aula

A sequência do planejamento anual previa o ensino de movimentos com velocidade variável, em particular o movimento retilíneo uniformemente variado. Nesta segunda atividade os estudantes aplicaram os conhecimentos adquiridos sobre o uso do *software Tracker* e do diagrama V e puderam aperfeiçoar as habilidades acerca destas duas ferramentas.
As Figuras 06 e 07 mostram as versões do Diagrama V aplicadas na segunda atividade. Nesta atividade e nas seguintes foram utilizados um diagrama concentrado em direcionar o estudo dos conceitos e princípios físicos envolvidos nos movimentos analisados que chamaremos de Diagrama V conceitual ou apenas V-*Conceitual* e um segundo diagrama para guiar o uso e o entendimento acerca do emprego da vídeo-análise, que chamaremos de V-*Experimental.* As *Questões básicas* e as *Previsões* sofrem adaptações para direcionar melhor a análise específica de cada movimento.

PENSAR - Domínio Conceitual

FAZER - Domínio Metodológico

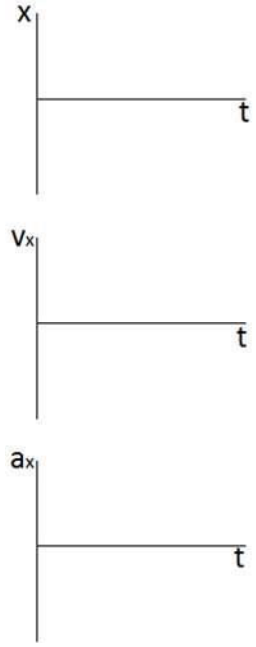
CONCEITOS-CHAVE – Escreva aqui os principais Conceitos relacionados às Questões Básicas.

O Carrinho, impulsionado pelo Elástico, realizou um Movimento Uniformemente Variado durante o período filmado?

DISCUSSÃO – Caso o Tipo de Movimento ou algum dos Gráficos seja diferente do que você previu, discuta as diferenças.

PREVISÕES
1. Qual tipo de Movimento você acha que o Carrinho teve:
( ) Movimento Uniforme.
( ) Movimento Variado Qualquer.
( ) Movimento Uniformemente Variado.

2. Esboce como você acha que são os Gráficos da Posição, da Velocidade e da Aceleração em função do Tempo para o Movimento do Carrinho.



INTERPRETAÇÃO E RESULTADO – Após analisar o movimento com o software, registre aqui suas interpretações sobre o movimento e a conclusão sobre o Tipo de Movimento apresentado pelo Carrinho.

TRANSFORMAÇÕES

Análises utilizando o Software Tracker.

Siga para o Diagrama V de uso do software!

REGISTROS

Vídeo do Movimento com medida para Calibração do Software.

EVENTO

Movimento de um Carrinho com propulsão dada por um elástico, dentro da Sala de aula.

Descreva os Principais fatores que podem influenciar no Movimento do Carrinho.

Figura 07: V-*Conceitual* utilizado na segunda atividade experimental – estudo do movimento uniformemente variado

PENSAR - Domínio Conceitual

FAZER - Domínio Metodológico

CONCEITOS-CHAVE – Escreva aqui os principais Conceitos relacionados às Questões Básicas.

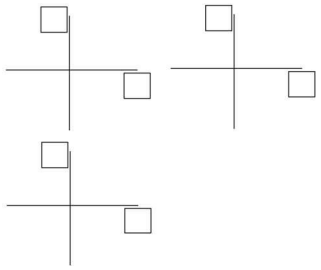
1- Quais Gráficos são necessários para a Descrição do Movimento do Carrinho Impulsionado por um Elástico?

2- Como São estes Gráficos?

DISCUSSÃO – Caso alguma das Grandezas expressas nos Gráficos seja diferente do que você previu, discuta as diferenças.

PREPARAÇÃO
1. É preciso representar os Gráficos de algumas Grandezas Físicas nesse Estudo. Escreva o nome delas:
_____
_____
_____
_____
_____

2. Em cada par de Eixos, escreva, dentro dos Quadrados, os Símbolos das Grandezas Físicas que serão Representadas.



RESULTADO

Gráficos gerados = Enviar as imagens para o e-mail do professor identificando o número do Grupo e os nomes dos integrantes.

professor-de-fisica@hotmail.com

TRANSFORMAÇÕES

Geração dos Gráficos;

REGISTROS

Vídeo do Movimento da Pessoa Caminhando;
Valor da Medida de Calibração: _____

EVENTO

DESCREVA OS DETALHES IMPORTANTES NA GRAVAÇÃO DO VÍDEO

QUAL ITEM FOI MEDIDO PARA CALIBRAÇÃO?

DESCREVA AS ETAPAS DO PROCESSO REALIZADO COM O SOFTWARE TRACKER®

Figura 08: : V-*Experimental* utilizado na segunda atividade experimental – estudo do movimento uniformemente variado

Na Figura 06, os registros e as transformações do V-conceitual não foram solicitados aos estudantes. Entendeu-se que seria apenas a repetição dos mesmos elementos, sem ganho em reflexão. Contudo, mesmo não sendo solicitado aos estudantes, sempre se enfatizou a importância destes dois itens e da influência dos mesmos no processo de estudo e

investigação. Já na Figura 07, no V-*experimental* utilizou-se entendimento semelhante para os registros e para as transformações e, no campo específico para os resultados, a observação feita foi que o resultado seriam os gráficos e estes deveriam ser entregues, mas não caberia estarem desenhados no diagrama.
O planejamento das aulas foi construído de modo que os estudantes pudessem ter uma introdução teórica de forma tradicional seguida das aulas propostas empregando a vídeo-análise vinculada à estruturação dada pelo Diagrama V.

De um total de sete aulas nesta segunda atividade, quatro foram de desenvolvimento num modelo de aula tradicional e três aulas para o desenvolvimento da proposta de utilizando a descrição gráfica obtida com a ajuda da vídeo-análise.

O modelo tradicional de aula ao qual se fez referência foi desenvolvido com a apresentação das definições conceituais, enunciados e equações acerca de movimentos com aceleração constante, apresentação das gráficos esperados para as condições ideais do modelo de movimento uniformemente variado, além da resolução de exercícios. O último ato das aulas teóricas foi a gravação do vídeo de um movimento a fim de verificar a que tipo de movimento este correspondia. A análise do movimento gravado segunda atividade experimental está representada na Figura 08 e foi um carrinho feito de palitos de madeira com propulsão baseada num elástico de borracha enrolado a um dos eixos do carro se movimentando entre marcas feitas no chão com fita crepe dentro da sala de aula. No momento da gravação deste vídeo novamente foram discutidos os principais cuidados e os detalhes do processo de filmagem para emprego da vídeo-análise.

O Quadro 13 traz uma descrição do planejamento das aulas em que é empregada a proposta de utilização da vídeo-análise para estudo dos movimentos. Como os estudantes já tiveram um contato prévio com as ferramentas empregadas, o processo de análise foi concentrado em três aulas.
Durante a gravação foi ressaltada a importância de prestar atenção aos detalhes, desde a construção do carrinho até as condições do piso onde os mesmos estavam se movendo, bem como os aspectos conceituais estudados previamente a fim de alimentar a base de conhecimento que iria sustentá-los na descrição do movimento em questão. Os estudantes apontaram ser difícil preencher o diagrama V ao mesmo tempo em que realizam os procedimentos no laboratório de informática. Dessa forma, pensou-se em deixá-los entregar os V-experimental na aula seguinte à atividade de laboratório a partir da 3ª atividade de

estudo de movimento. Os estudantes encontraram dificuldades na representação da velocidade e da aceleração utilizada pelo software e também possuíam dificuldades em algumas interpretações do movimento utilizando os gráficos gerados. Finalizando a 2ª atividade, observou-se que os alunos ainda apresentavam insegurança quanto ao preenchimento dos campos Conceitos, Interpretação e Resultados e Discussão. Desta forma utilizou-se uma aula para tirar as principais dúvidas e auxiliar nas principais dificuldades.

Quadro 13: Planejamento das aulas para estudo do movimento retilíneo uniformemente variado utilizando a vídeo-análise

ESTRUTURA 2ª ATIVIDADE DESENVOLVIDA	**AULA 01**	Objetivo	**Preparação para reflexão do fenômeno físico estudado na teoria e gravado na prática**
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Ambiente	Aula Prática / Sala de Aula
		Descrição	Acerca do movimento gravado ao final da quarta e última aula teórica, deve-se seguir com os seguintes passos: i. Cada aluno recebe um **Diagrama V-*Conceitual*** conforme mostrado na Figura 06; ii. Os estudantes devem preencher os *Conceitos Chaves*, as *Previsões* e o *Evento* neste diagrama. Estima-se 20 minutos para isto. As *Previsões* e os *Conceitos Chaves* devem estar à caneta para que não sejam alterados posteriormente; iii. Recolher todos os diagramas preenchidos; iv. Cada aluno recebe um **Diagrama V-*Experimental*** conforme mostrado na Figura 07; v. Os estudantes preenchem os *Conceitos Chaves*, as *Previsões* e o *Evento* neste diagrama. Estima-se 20 minutos para isto. Os *Conceitos* e as *Previsões* devem ser preenchidos à caneta a fim de evitar que sejam alterados posteriormente. O evento pode ficar preenchido a lápis devido poder ser complementado durante a atividade de laboratório Há o recolhimento de todos os diagramas que estão sendo preenchidos pelos estudantes ao final da aula
	AULA 02	Objetivo	**Analisar o Movimento utilizando o software Tracker®**
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Ambiente	Aula Prática / Laboratório de Informática
		Descrição	Os estudantes devem posicionar-se junto aos computadores que possuem o *Tracker* O professor distribui o **Diagrama V-*Experimental*** previamente preenchido de volta aos estudantes para que complementem o evento e as discussões no decorrer da aula no laboratório de informática Os estudantes devem seguir o manual que está presente na pasta da turma no computador para realizar a análise do movimento utilizando o software *Tracker* Ao final da aula, os alunos devem fazer o registro fotográfico com os celulares e compartilhar este com os demais colegas do grupo que utilizou o mesmo computador e enviar ao professor as fotos dos gráficos solicitados Cada estudante deve entregar o Diagrama V-*Experimental* preenchido ao final da aula.
	AULA 03	Objetivo	**Finalização da Atividade Experimental: Resgate das Previsões, Discussão e Conclusões**
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Ambiente	Aula Expositiva / Sala de Aula
		Descrição	Devolve-se aos estudantes o **Diagrama V-*Conceitual*** e o **Diagrama V-*Experimental*** para finalização da atividade e complementação do preenchimento Esta aula divide-se em dois momentos: **1º Momento da Aula:** Os alunos discutem entre si, nos grupos que realizaram as atividades no laboratório de informática e chegam a um resultado que será preenchido no Diagrama V-*Experimental* e, individualmente, descrevem a discussão ao comparar o resultado e as previsões realizadas anteriormente. **2º Momento da Aula:** O professor coordena uma discussão com toda a turma sobre os resultados e as características do movimento do móvel, bem como as dificuldades encontradas.

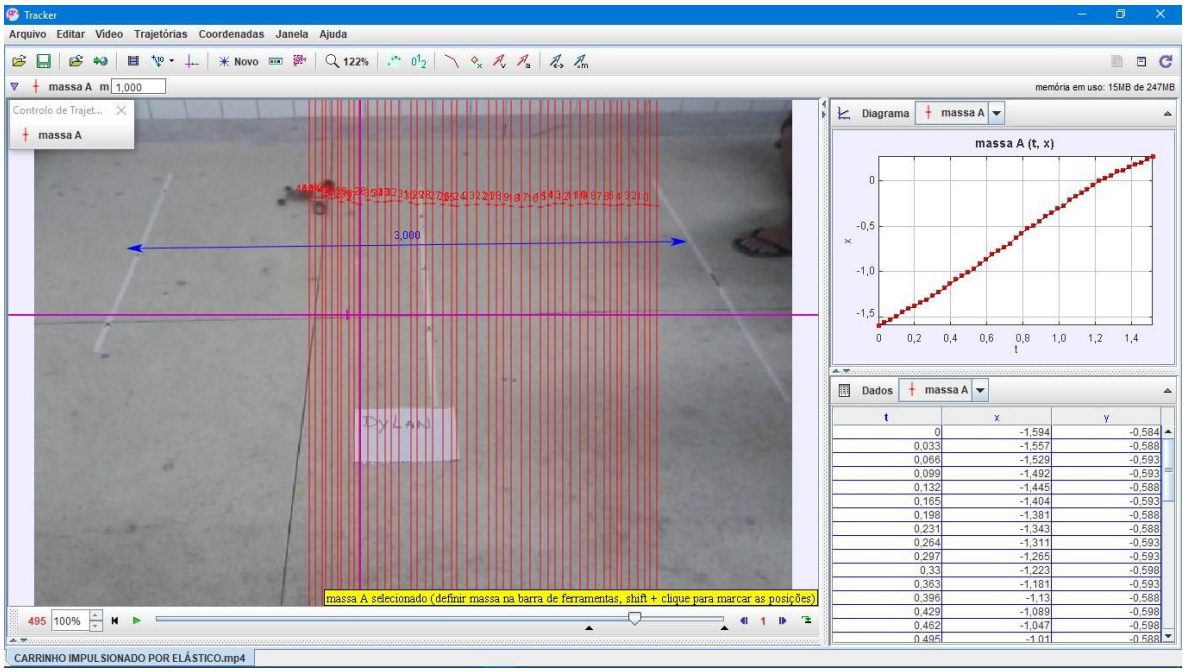


Figura 09: Tela típica do *Tracker*® - Análise do movimento de um carrinho de madeira impulsionado por um elástico

4.7. 3ª Atividade: Estudo do movimento de queda dos corpos – análise dos movimentos de queda de uma bola e de um boné dentro da sala de aula

O planejamento das aulas foi construído de modo que os estudantes pudessem ter uma introdução teórica de forma tradicional seguida das aulas propostas empregando a vídeo-análise vinculada à estruturação dada pelo diagrama V.

Na impossibilidade de se reproduzir um experimento em que houvesse movimentação de um objeto no vácuo, empregou-se a estratégia de analisar a queda de dois corpos com massas e formatos diferentes a fim de evidenciar a influência do ar durante a queda dos corpos e discutir o modelo teórico para a queda livre.

As Figuras 09 e 10 mostram as versões do diagrama V aplicadas na terceira atividade. Basicamente a adequação que existe entre a segunda atividade e esta são as questões básicas e as questões para levantamento das previsões, uma vez que estas direcionam a análise dos estudantes e precisam focar no movimento específico. Todos os outros itens do diagrama são influenciados por estas alterações.

PENSAR - Domínio Conceitual

FAZER - Domínio Metodológico

CONCEITOS-CHAVE – Escreva aqui os principais Conceitos relacionados às Questões Básicas.

1. A queda da bola e do boné são movimentos Uniformes ou Uniformemente Variados, no intervalo filmado?

2. Ao olharmos os valores de deslocamentos, da Velocidade e da Aceleração, existe alguma diferença entre a queda da Bola e do Boné? Qual?

DISCUSSÃO – Comente as diferenças encontradas entre o que previu e o Resultado encontrado.

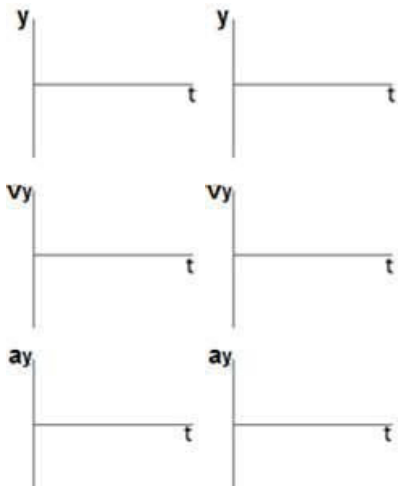
PREVISÕES

1. Qual tipo de Movimento você acha que o Boné caindo tem:
( ) Movimento Uniforme.
( ) Movimento Uniformemente Variado.
( ) Movimento Variado Qualquer

2. Qual tipo de Movimento você acha que a Bola caindo tem:
( ) Movimento Uniforme.
( ) Movimento Uniformemente Variado.
( ) Movimento Variado Qualquer

3. Esboce como você acha que são os Gráficos da Posição, da Velocidade e da Aceleração em função do Tempo para os Movimentos:

BOLA BONÉ



INTERPRETAÇÃO E RESULTADO – Após analisar o movimento com o software, registre aqui suas interpretações sobre o movimento e a conclusão sobre as respostas das Questões Básicas.

TRANSFORMAÇÕES

Análises utilizando o Software Tracker.

Siga para o Diagrama V de uso do software!

REGISTROS

Vídeo do Movimento com medida para Calibração do Software.

EVENTO

Movimento de Queda de uma Bola e um Boné dentro da Sala de aula.

Descreva o que pode afetar as Quedas da Bola e do Boné.

Figura 010: V-*Conceitual* utilizado na terceira atividade – Estudo do movimento de queda de corpos

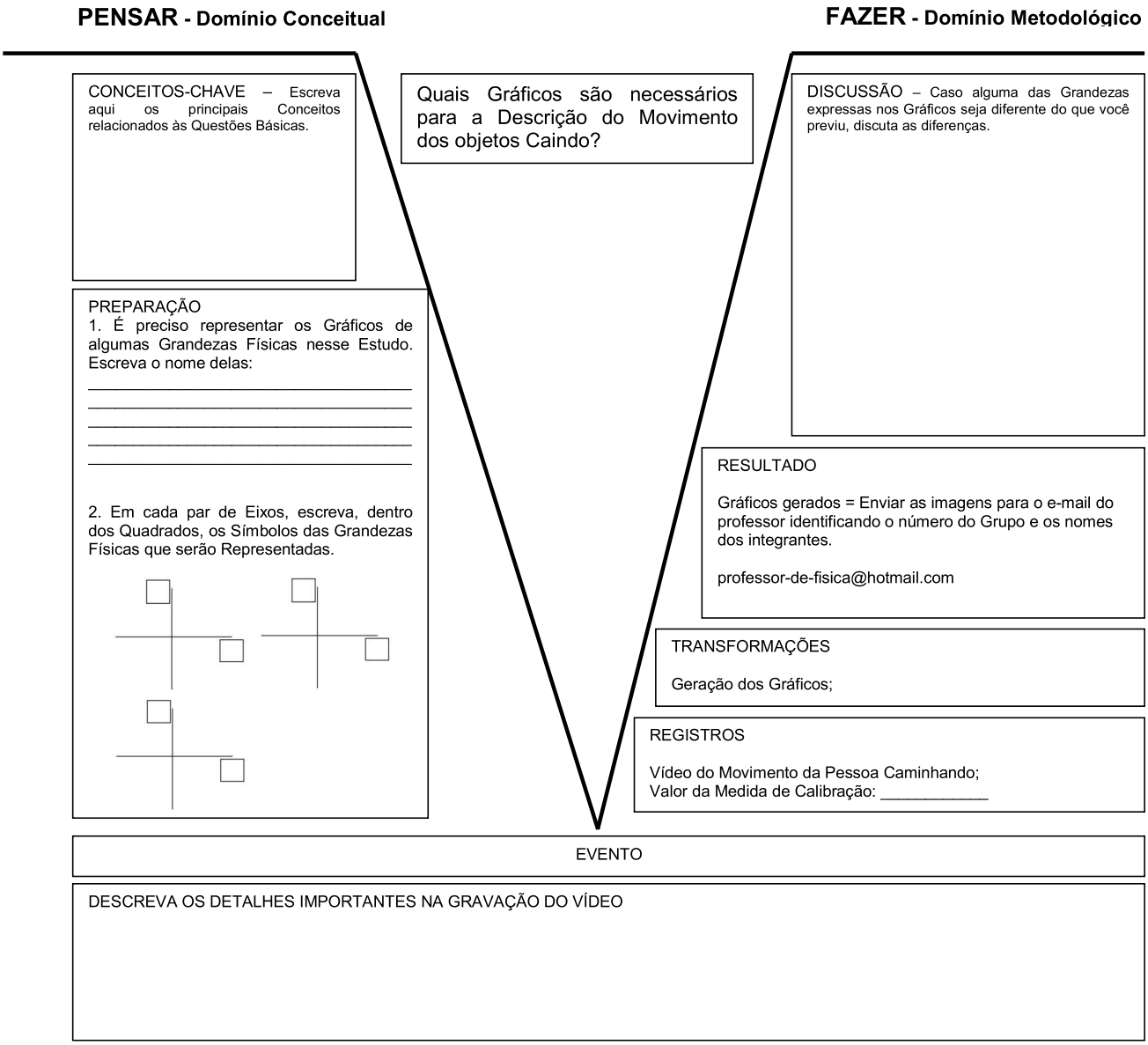


Figura 11: V-E*xperimental* utilizado na segunda atividade experimental – estudo do movimento de queda de corpos

De um total de sete aulas nesta terceira atividade, quatro foram de apresentação teórica num modelo de aula tradicional e três aulas para o desenvolvimento da proposta de utilizando a descrição gráfica obtida com a ajuda da vídeo-análise.

O modelo tradicional de aula ao qual se fez referência foi desenvolvido com o estudo do movimento de queda livre como uma condição ideal da queda de corpos sob resistência do ar desprezível e, focando na condição de queda livre, foram apresentadas definições conceituais, enunciados e expressões algébricas acerca do movimento, apresentação das

representações gráficas esperadas teoricamente para as grandezas cinemáticas durante uma queda livre, além da resolução de exercícios exemplares. Finalizando as aulas teóricas gravou-se vídeos de um movimentos a fim de verificar a que tipo de movimento este corresponde. Os movimentos gravados para análise nesta terceira atividade estão representados na Figura 12 e foram a queda de uma bola e de um boné, partindo de mesma altura. No momento da gravação deste vídeo novamente foram discutidos os principais cuidados e os detalhes do processo de filmagem para emprego da vídeo-análise.

. O Quadro 14 traz uma descrição do planejamento das aulas em que é empregada a proposta de utilização da vídeo-análise para estudo da queda dos corpos filmados. Como os estudantes já tiveram um contato prévio com as ferramentas empregadas, o processo de análise foi concentrado em 3 (três) aulas.

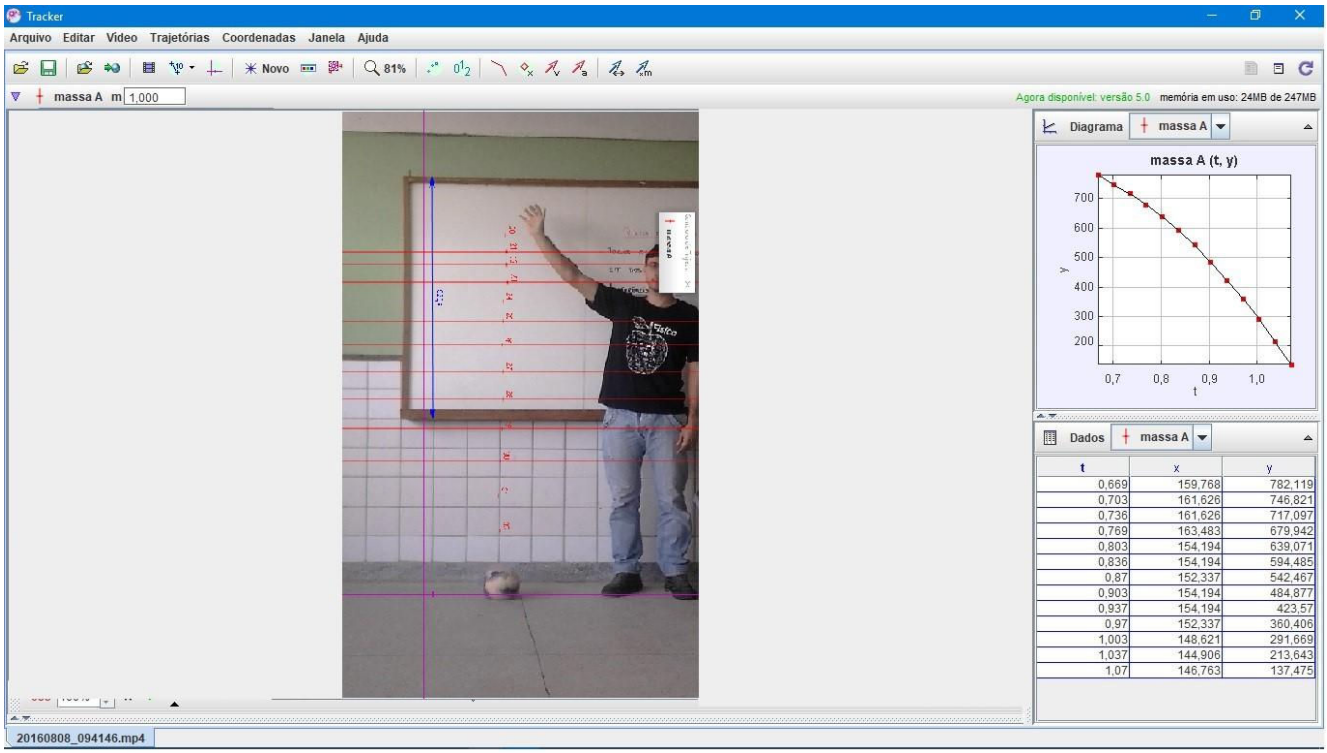


Figura 12: Tela típica do *Tracker*® - Análise do movimento de queda de uma bola

4.7 4ª Atividade: Estudo do movimento de lançamento oblíquo - análise do movimento de uma bola de basquete lançada para a sesta na quadra poliesportiva da escola.

O objetivo desta quarta atividade foi estudar o movimento de lançamento oblíquo, que é obtido pela composição de movimentos, verificando se os estudantes conseguem integrar o conhecimento adquirido ao longo das outras atividades na interpretação deste movimento.

Quadro 14: Planejamento das aulas para estudo do movimento de queda dos corpos

ESTRUTURA 2ª ATIVIDADE DESENVOLVIDA	AULA 01	Objetivo	**Preparação para reflexão do fenômeno físico estudado na teoria e gravado na prática**
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Ambiente	Aula Prática / Sala de Aula
		Descrição	Acerca do movimento gravado ao final da quarta e última aula teórica, deve-se seguir com os seguintes passos: vi. Cada aluno recebe um **Diagrama V-*Conceitual*** conforme mostrado na Figura 09; vii. Os estudantes devem preencher os *Conceitos Chaves*, as *Previsões* e o *Evento* neste diagrama. Estima-se 20 minutos para isto. As *Previsões* e os *Conceitos Chaves* devem estar à caneta para que não sejam alterados posteriormente; viii. Recolher todos os diagramas preenchidos; ix. Cada aluno recebe um **Diagrama V-*Experimental*** conforme mostrado na Figura 10; x. Os estudantes preenchem os *Conceitos Chaves*, as *Previsões* e o *Evento* neste diagrama. Estima-se 20 minutos para isto. Os *Conceitos* e as *Previsões* devem ser preenchidos à caneta a fim de evitar que sejam alterados posteriormente. O evento pode ficar preenchido a lápis devido poder ser complementado durante a atividade de laboratório Há o recolhimento de todos os diagramas que estão sendo preenchidos pelos estudantes ao final da aula
	AULA 02	Objetivo	**Analisar o Movimento utilizando o software Tracker®**
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Ambiente	Aula Prática / Laboratório de Informática
		Descrição	Os estudantes devem posicionar-se junto aos computadores que possuem o *Tracker* O professor distribui o **Diagrama V-*Experimental*** previamente preenchido de volta aos estudantes para que complementem o evento e as discussões no decorrer da aula no laboratório de informática Os estudantes devem seguir o manual que está presente na pasta da turma no computador para realizar a análise do movimento utilizando o software *Tracker* Ao final da aula, os alunos devem fazer o registro fotográfico com os celulares e compartilhar este com os demais colegas do grupo que utilizou o mesmo computador e enviar ao professor as fotos dos gráficos solicitados Cada estudante deve entregar o Diagrama V-*Experimental* preenchido ao final da aula.
	AULA 03	Objetivo	**Finalização da Atividade Experimental: Resgate das Previsões, Discussão e Conclusões**
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Ambiente	Aula Expositiva / Sala de Aula
		Descrição	Devolve-se aos estudantes o **Diagrama V-*Conceitual*** e o **Diagrama V-*Experimental*** para finalização da atividade e complementação do preenchimento Esta aula divide-se em dois momentos: **1º Momento da Aula:** Os alunos discutem entre si, nos grupos que realizaram as atividades no laboratório de informática e chegam a um resultado que será preenchido no Diagrama V-*Experimental* e, individualmente, descrevem a discussão ao comparar o resultado e as previsões realizadas anteriormente. **2º Momento da Aula:** O professor coordena uma discussão com toda a turma sobre os resultados e as características do movimento do móvel, bem como as dificuldades encontradas

As Figuras 13 e 14 mostram as versões do diagrama V aplicadas na quarta atividade. Basicamente a adequação que existe entre a terceira atividade e esta são as questões básicas e as questões para levantamento das previsões, uma vez que estas direcionam a análise dos estudantes e precisam focar no movimento específico. Uma clara diferença é a solicitação aos estudantes que identifiquem o tipo de movimento e a forma de representação gráfica para as componentes horizontal e vertical da posição, da velocidade e da aceleração, o que, se por si só não deixa clara a composição de movimentos que existe, pode fazer o aluno despertar a atenção para este detalhe a ser explorado durante a análise empregando o *Tracker*.

PENSAR - Domínio Conceitual

FAZER - Domínio Metodológico

CONCEITOS-CHAVE – Escreva aqui os principais Conceitos relacionados às Questões Básicas.

1. Existem diferenças entre o Tipo de Movimento realizado pela bola na horizontal e na Vertical? Explique quais

2. Identifique os seguintes itens:
a) Altura máxima em que a bola chegou.
b) Velocidades v_x e v_y no ponto de maior altura.
c) O Tempo de subida da Bola até a altura máxima.

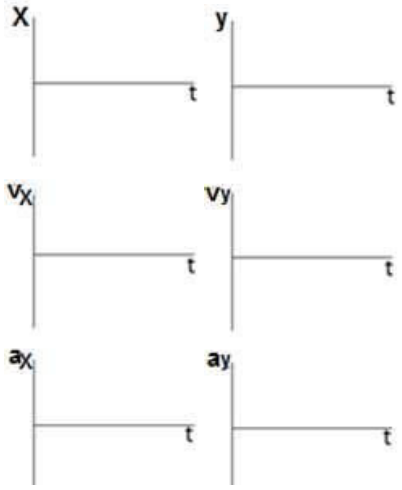
DISCUSSÃO – Comente as diferenças encontradas entre o que previu e o Resultado encontrado.

PREVISÕES
1. Qual tipo de Movimento você acha que ocorre na Horizontal
( ) Movimento Uniforme.
( ) Movimento Uniformemente Variado.
( ) Movimento Variado Qualquer

2. Qual tipo de Movimento você acha que ocorre na Vertical:
( ) Movimento Uniforme.
( ) Movimento Uniformemente Variado.
( ) Movimento Variado Qualquer

3. Esboce como você acha que são os Gráficos da Posição, da Velocidade e da Aceleração em função do Tempo para o Movimento:

HORIZONTAL VERTICAL



INTERPRETAÇÃO E RESULTADO – Após analisar o movimento com o software, registre aqui suas interpretações sobre o movimento e a conclusão sobre as respostas das Questões Básicas.

TRANSFORMAÇÕES

Análises utilizando o Software Tracker.

Siga para o Diagrama V de uso do software!

REGISTROS

Vídeo do Movimento com medida para Calibração do Software.

EVENTO

Movimento de Lançamento oblíquo de uma Bola de Basquete

Descreva o que pode afetar o Movimento da Bola.

Figura 13: V-Conceitual utilizado na quarta atividade experimental – estudo do movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete

PENSAR - Domínio Conceitual

FAZER - Domínio Metodológico

CONCEITOS-CHAVE – Escreva aqui os principais Conceitos relacionados às Questões Básicas.

Quais Gráficos são necessários para a Descrição do Movimento da Bola que foi arremeçada?

DISCUSSÃO – Caso alguma das Grandezas expressas nos Gráficos seja diferente do que você previu, discuta as diferenças.

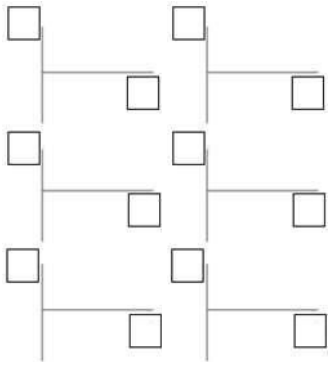
PREPARAÇÃO

1. É preciso representar os Gráficos de algumas Grandezas Físicas nesse Estudo. Escreva o nome delas:

_____
_____
_____
_____
_____

2. Em cada par de Eixos, escreva, dentro dos Quadrados, os Símbolos das Grandezas Físicas que serão Representadas.

HORIZONTAL VERTICAL



RESULTADO

Gráficos gerados = Enviar as imagens para o e-mail do professor identificando o número do Grupo e os nomes dos integrantes.

professor-de-fisica@hotmail.com

TRANSFORMAÇÕES

Geração dos Gráficos;

REGISTROS

Vídeo do Movimento da Pessoa Caminhando;
Valor da Medida de Calibração: _____

EVENTO

DESCREVA OS DETALHES IMPORTANTES NA GRAVAÇÃO DO VÍDEO

Figura 14: V-*Experimental* utilizado na quarta atividade experimental – estudo do movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete

De um total de sete aulas nesta quarta atividade, quatro foram de apresentação teórica num modelo de aula tradicional e 3 (três) aulas para o desenvolvimento da proposta de utilizando a descrição gráfica obtida com a ajuda da vídeo-análise.

O modelo tradicional de aula ao qual se fez referência foi desenvolvido com o estudo do lançamento oblíquo focando na condição de resistência do ar desprezível. Apresentou-se o lançamento oblíquo tentando fazer com que os estudantes já pudessem evidenciar a que o mesmo poderia ser descrito como a "junção de dois movimentos". Para isto, apresentou-se as definições conceituais, as expressões algébricas e descrições esquemáticas de trajetórias oblíquas. Houve a resolução de exercícios exemplares. Parte destes exercícios foi de aplicação das expressões algébricas em problemas e uma outra parte foi de sobre a representação esquemática das trajetórias, meramente pedindo a leitura das grandezas representadas e a determinação da velocidade resultante ou de uma de suas componentes. O último ato das aulas teóricas inicia a aplicação da vídeo-análise no contexto da análise do movimento ao se gravar um vídeo de um movimento a fim de verificar a que tipo de movimento este corresponde. A análise do movimento gravado nesta quarta atividade experimental está representada na Figura 14 e foi uma bola de basquete lançada por um aluno até o aro da sesta. No momento da gravação deste vídeo novamente foram discutidos os principais cuidados e os detalhes do processo de filmagem para emprego da vídeo-análise.

O *Quadro 15* traz uma descrição do planejamento das aulas em que é empregada a proposta de utilização da vídeo-análise para estudo do lançamento da bola de basquete. Como os estudantes já tiveram um contato prévio com as ferramentas empregadas, o processo de análise foi concentrado em 3 (três) aulas.

Quadro 15: Planejamento das aulas para estudo do lançamento oblíquo

ESTRUTURA 2ª ATIVIDADE DESENVOLVIDA	AULA 01	Objetivo	**Preparação para reflexão do fenômeno físico estudado na teoria e gravado na prática**
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Ambiente	Aula Prática / Sala de Aula
		Descrição	Acerca do movimento gravado ao final da quarta e última aula teórica, deve-se seguir com os seguintes passos: xi. Cada aluno recebe um **Diagrama V-*Conceitual*** conforme mostrado na Figura 12; xii. Os estudantes devem preencher os *Conceitos Chaves*, as *Previsões* e o *Evento* neste diagrama. Estima-se 20 minutos para isto. As *Previsões* e os *Conceitos Chaves* devem estar à caneta para que não sejam alterados posteriormente; xiii. Recolher todos os diagramas preenchidos; xiv. Cada aluno recebe um **Diagrama V-*Experimental*** conforme mostrado na Figura 13; xv. Os estudantes preenchem os *Conceitos Chaves*, as *Previsões* e o *Evento* neste diagrama. Estima-se 20 minutos para isto. Os *Conceitos* e as *Previsões* devem ser preenchidos à caneta a fim de evitar que sejam alterados posteriormente. O evento pode ficar preenchido a lápis devido poder ser complementado durante a atividade de laboratório Há o recolhimento de todos os diagramas que estão sendo preenchidos pelos estudantes ao final da aula
	AULA 02	Objetivo	**Analisar o Movimento utilizando o software Tracker®**
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Ambiente	Aula Prática / Laboratório de Informática
		Descrição	Os estudantes devem posicionar-se junto aos computadores que possuem o *Tracker* O professor distribui o **Diagrama V-*Experimental*** previamente preenchido de volta aos estudantes para que complementem o evento e as discussões no decorrer da aula no laboratório de informática Os estudantes devem seguir o manual que está presente na pasta da turma no computador para realizar a análise do movimento utilizando o software *Tracker* Ao final da aula, os alunos devem fazer o registro fotográfico com os celulares e compartilhar este com os demais colegas do grupo que utilizou o mesmo computador e enviar ao professor as fotos dos gráficos solicitados Cada estudante deve entregar o Diagrama V-*Experimental* preenchido ao final da aula.
	AULA 03	Objetivo	**Finalização da Atividade Experimental: Resgate das Previsões, Discussão e Conclusões**
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Ambiente	Aula Expositiva / Sala de Aula
		Descrição	Devolve-se aos estudantes o **Diagrama V-*Conceitual*** e o **Diagrama V-*Experimental*** para finalização da atividade e complementação do preenchimento Esta aula divide-se em dois momentos: **1º Momento da Aula:** Os alunos discutem entre si, nos grupos que realizaram as atividades no laboratório de informática e chegam a um resultado que será preenchido no Diagrama V-*Experimental* e, individualmente, descrevem a discussão ao comparar o resultado e as previsões realizadas anteriormente. **2º Momento da Aula:** O professor coordena uma discussão com toda a turma sobre os resultados e as características do movimento do móvel, bem como as dificuldades encontradas

O desenvolvimento nesta atividade, apesar da particularidade de se ter a descrição do movimento da bola de basquete pela "junção de dois movimentos simultâneos" ocorreu como o das outras atividades nos quesitos cumprimento das tarefas das aulas, preenchimento dos diagramas e utilização do *Tracker*. Novamente, pôde-se observar que alguns estudantes não completaram o preenchimento e a entrega do V-*Experimental,* mesmo podendo levá-lo para casa para término. Os estudantes acusaram esquecimento e o que ficou decidido é que não era vantajoso completar o preenchimento em casa, sendo melhor fazê-lo concomitantemente às tarefas de laboratório.

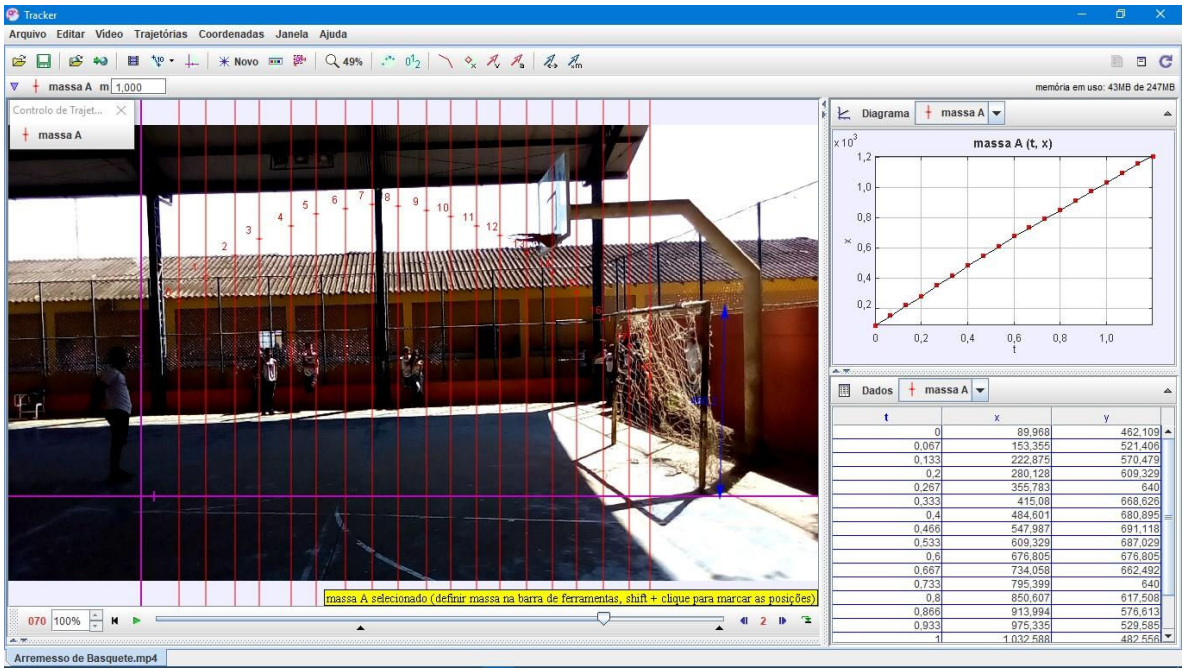


Figura 13: Tela típica do *Tracker*® - Análise do movimento de uma bola de basquete arremessada obliquamente

Este capítulo descreveu a metodologia desenvolvida nas atividades, os planejamentos e instrumentos utilizados durante as aulas e os instrumentos de coleta de dados empregados.

O próximo capítulo irá descrever a análise dos resultados encontrados a partir dos instrumentos de avaliação empregados, as asserções dos estudantes e uma descrição da evolução conceitual dos estudantes ao longo das atividades desenvolvidas.

Capítulo 5

Análise dos Resultados

O objetivo deste capítulo é apresentar os resultados da análise das quatro atividades experimentais desenvolvidas sob a estruturação do Diagrama V e empregando vídeo-análise como forma de aquisição e transformação dos dados experimentais obtidos.

Os episódios do estudo foram:

- 1ª Atividade Experimental: **Apresentação do *software Tracker* e do Diagrama V** - análise do movimento uma aluna caminhando dentro da sala de aula;
- 2ª Atividade Experimental: **Estudo de movimentos com velocidade variável** – análise do movimento de um carrinho impulsionado por um elástico dentro da sala de aula;
- 3ª Atividade Experimental: **Estudo do movimento de queda dos corpos** - análise dos movimentos de queda de uma bola e de um boné dentro da sala de aula;
- 4ª Atividade Experimental: **Estudo do movimento de lançamento oblíquo** - análise do movimento de uma bola de basquete lançada para a sesta na quadra poliesportiva da escola.

A análise dos Diagramas V produzidos foi realizada com critérios baseados em Alvarez e Gowin (2005) no qual é adotado um escore para cada componente do Diagrama V. Para o campo *Previsão* foi utilizado o critério criado por e Prado (2015) e para o campo *Discussão* foi criado um critério seguindo a ideia de Alvarez e Gowin (2005) de verificar a crítica do campo *Previsões* em relação aos resultados encontrados.

Todas as análises foram realizadas utilizando uma amostra de 22 estudantes, devido ser o número de elementos que efetivamente participaram durante todas as etapas do estudo.

5.1 Critérios de Avaliação dos Diagramas V

Os instrumentos de coleta de dados neste estudo foram as duas versões do Diagrama V: o Diagrama V-*Conceitual* - estruturador do estudo do fenômeno da queda dos corpos, e o Diagrama V-*Experimental* - estruturador da atividade de gravação da queda de um boné e vídeo-análise dessa gravação.Seguem abaixo os critérios como foram empregados neste estudo, como pode ser observado nos *Quadros* 16 a 24, abaixo.

5.1.1. Critérios de avaliação do Diagrama V-*Conceitual*

Quadro 16: Critério de avaliação para os *Conceitos-chave*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum Conceito é identificado
1	Conceitos são identificados, mas não estão relacionados com a Questão foco e/ou os Eventos
2	Conceitos são identificados e estão relacionados com a Questão foco e/ou os Eventos

Quadro 17: Critério de avaliação para as *Previsões* do Diagrama V-*Conceitual*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Identifica incorretamente o tipo de movimento e a forma da maioria dos esboços dos gráficos
1	Identifica corretamente o tipo de movimento **MAS** a forma da maioria dos esboços dos gráficos **NÃO** condiz com o tipo de movimento identificado
2	Identifica corretamente o tipo de movimento e a forma da maioria dos esboços dos gráficos condiz com o tipo de movimento identificado

Quadro 18: Critério de avaliação para o *Evento*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Apresenta fatores/conceitos sem relação com a Questão foco e/ou Evento
1	Apresenta fatores/conceitos relacionados com a Questão foco e/ou Evento sem descrevê-los
2	Apresenta fatores/conceitos relacionados com a Questão foco e/ou Evento descrevendo-os de inadequadamente
3	Apresenta fatores/conceitos relacionados com a Questão foco e/ou Evento, descrevendo-os adequadamente

Quadro 19: Critério de avaliação para a *Interpretação e o Resultado*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma Interpretação e Resultado é apresentado
1	São apresentados Interpretação e Resultado relacionados com a Questão foco e/ou o Evento de forma inadequada
2	São apresentados Interpretação e Resultado relacionados com a Questão foco e/ou o Evento de forma adequada

Quadro 20: Critério de avaliação para a *Discussão*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma Discussão é apresentada
1	Discussão é apresentada relacionando as Previsões com Interpretação e Resultado de forma inadequada
2	Discussão é apresentada relacionando as Previsões com Interpretação e Resultado de forma adequada

5.1.2. Critérios de avaliação do Diagrama V-*Experimental*

Quadro 21: Critério de avaliação para os *Conceitos-chave*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum *Conceito* é identificado
1	*Conceitos* são identificados, mas não estão relacionados com a *Questão foco* e/ou os *Eventos*
2	*Conceitos* são identificados e estão relacionados com a *Questão foco* e/ou os *Eventos*

Quadro 22: Critério de avaliação para *Preparação* do Diagrama V-*Experimental*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Identifica incorretamente as grandezas físicas e/ou as representam inadequadamente nos quadrados dos gráficos
1	Identifica corretamente a maioria das grandezas físicas e/ou as representam adequadamente em sua maioria nos quadrados dos gráficos
2	Identifica corretamente as grandezas físicas e/ou as representam adequadamente nos quadrados dos gráficos

Quadro 23: Critério de avaliação para o *Evento*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Evento é descrito de forma totalmente incoerente
1	Evento é descrito identificando apenas o item de calibração utilizado
2	Evento é descrito identificando o item de calibração utilizado e incluindo detalhes importantes na gravação.
3	Evento é descrito identificando o item de calibração utilizado e incluindo etapas do processo de utilização do Tracker
4	Evento é descrito identificando o item de calibração utilizado e incluindo detalhes importantes na gravação e etapas do processo de utilização do Tracker

Quadro 24: Critério de avaliação para a *Discussão*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma Discussão é apresentada
1	Discussão é apresentada relacionando as Previsões com Interpretação e Resultado de forma inadequada
2	Discussão é apresentada relacionando as Previsões com Interpretação e Resultado de forma adequada

5.2 Resultados da análise da 1ª Atividade experimental: Introdução ao Tracker e ao Diagrama V e Estudo do Movimento Retilíneo e Uniforme (MRU) - Estudo do Movimento de uma Pessoa Caminhando

O processo de análise inicial teve caráter introdutório em relação ao emprego do Diagrama V e da vídeo-análise. Diversos itens do Diagrama V foram construídos em conjunto entre professor e estudantes como forma de instrução. Dessa forma, a análise feita aqui irá se ater aos campos *Previsões* e *Discussão*, por terem sido respondidos individualmente pelos estudantes.

Durante o estudo desta primeira atividade experimental, diferentemente das demais, houve a aplicação de um único Diagrama buscando unir a estruturação do estudo do fenômeno com a estruturação da atividade de gravação e vídeo-análise. Dessa forma, essa descrição da análise dos resultados será sucinta quanto à amplitude de aspectos observados nas respostas dos estudantes.

Os estudantes preencheram o campo *Previsões* expressando as hipóteses para o tipo de movimento apresentado por uma pessoa caminhando e para a forma dos gráficos de

posição, velocidade e aceleração para o movimento desta mesma pessoa, antes de aplicar a vídeo-análise. Após fazer a análise do vídeo do movimento e observar o resultado desta análise, os estudantes preencheram o campo *Discussão*, no qual deviam refletir e expressar suas observações ao comparar as previsões que tiveram com o resultado obtido pela análise.

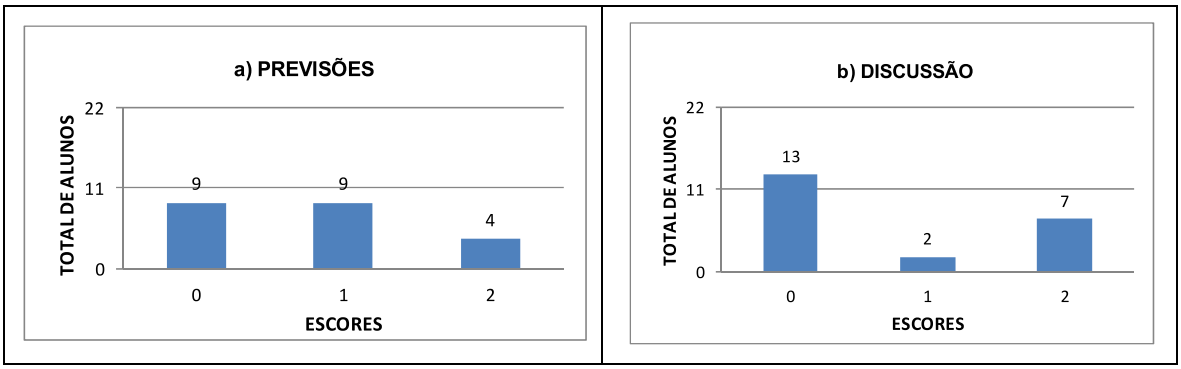


Figura 14: *Previsões e Discussões a partir do Diagrama V do Estudo do Movimento de uma pessoa caminhando*

A partir da Figura 15 (a) treze estudantes previram corretamente que o movimento apresentado pela jovem que caminhou pela sala de aula era aproximadamente uniforme. Destes, quatro representaram de maneira condizente a forma da maioria dos gráficos das grandezas cinemáticas do movimento.

Os nove estudantes restantes da amostra indicaram que o movimento seria variado e não apresentaram representações gráficas coerentes das grandezas cinemáticas.

A Figura 15 (b), mostra que nove estudantes apresentaram alguma discussão. Destes, sete apresentaram de maneira adequada relacionando as Previsões com a *Interpretação e* Resultado, como no excerto a seguir:

> Aluno 01: "O movimento foi de acordo, mas a velocidade e o deslocamento não deram certo devido a falta de números para o cálculo preciso".

A maioria dos estudantes, treze, não apresentou nenhum apontamento no campo *Discussão*.

5.3 Análise dos dados das demais atividades experimentais

A apresentação da análise dos dados das demais atividades experimentais seguirá a sequência em que as atividades foram desenvolvidas em sala de aula conforme

apresentado nos *Quadros* 13, 14 e 15. Após estudo teórico sobre o movimento de *queda de corpos* que culminou com a gravação em vídeo da queda de um boné e de uma bola, os estudantes realizaram nas 3 aulas que seguiram, a atividade experimental sobre os fenômenos. O objetivo dessa sequência foi o de transmitir a maneira que a atividade foi estruturada, seguindo a perspectiva de construção do conhecimento trazida pelo Diagrama V.

Na primeira aula foi disponibilizado o Diagrama V-*Conceitual* para que os estudantes preenchessem à caneta os campos ***Conceitos-chaves***, ***Previsões*** e ***Evento***: concluído esse preenchimento, esse Diagrama V-*Conceitual* de cada estudante foi recolhido. Na sequência foi disponibilizado o Diagrama V-*Experimental* para que os estudantes preenchessem os mesmos campos: ao final da aula esse Diagrama V-*Experimental* também foi recolhido. Na segunda aula os estudantes foram conduzidos ao laboratório de informática e o professor devolveu o Diagrama V-*Experimental* semipreenchidos na aula anterior e, após trabalharem com o Tracker os vídeos gravados, concluíram o preenchimento dos campos ***Evento*** e ***Discussão*** desse Diagrama V: ao final da aula o professor recolheu o Diagrama V-*Experimental* todo preenchido. Na terceira e última aula, para a finalização do estudo sobre movimento de queda livre, foram devolvidos aos estudantes seus Diagramas V-*Experimental* e Diagrama V-*Conceitual*, sendo solicitado que terminassem de preencher os campos ***Interpretação e Resultado*** e ***Discussão*** do Diagrama V-*Conceitual*.

Assim sendo, o *Quadro* 25 apresenta o roteiro da análise dos dados descrevendo cada passo desse procedimento e que será apresentada na próxima seção.

Quadro 25: Roteiro da Análise de Dados

Diagrama V-*Conceitual*		
Passo 01	Domínio Conceitual: Pensar o Experimento	análise dos campos ***Conceitos-chaves*** e ***Previsões***
Passo 02	Evento	análise dos dados do campo ***Evento***
Diagrama V-*Experimental*		
Passo 03	Domínio Conceitual: Pensar/Organizar a Vídeo-Análise	análise dos campos ***Conceitos-chaves*** e ***Preparação***
Passo 04	Evento	análise dos dados do campo ***Evento***
Passo 05	Domínio Metodológico: Discussão da Vídeo-Análise	análise do campo ***Discussão***
Diagrama V-*Conceitual*		
Passo 06	Domínio Metodológico: Finalização do Experimento	análise dos campos ***Interpretação e Resultado*** e ***Discussão***. Articulação dos resultados dos dois Diagramas V

5.4 Resultados da análise da 2ª Atividade experimental: Estudo de Movimentos com Velocidade Variável - Estudo do Movimento de um Carrinho Impulsionado por um elástico tensionado

A segunda atividade realizada concentrou-se na análise do movimento de um objeto que apresentava o valor da velocidade variável. O objeto escolhido foi um carrinho impulsionado por um elástico tensionado, que os próprios estudantes confeccionaram. A estrutura do carrinho foi confeccionada com palitos de picolé e um elástico, destes normalmente empregados para enrolar quantias de dinheiro, era preso à carcaça e enrolado no eixo traseiro do veículo. À medida que o elástico iria se desenrolando, o eixo iria sendo girado e o carrinho sofria um impulso para frente.

Uma análise mais rigorosa deste experimento diria certamente que não se trata de um movimento uniformemente variado, uma vez que, à medida que o elástico se desenrolava, a força que impulsionava o veículo variava e isto levaria a um movimento em que o valor da aceleração seria também variável. Contudo, deixou-se claro a aproximação feita dentro do intervalo analisado, no percurso de não mais que dois metros, num intervalo de 2 a 3 segundos.

5.4.1 Passo 01: Domínio Conceitual – Pensar o Experimento – Diagrama V-*Conceitual*

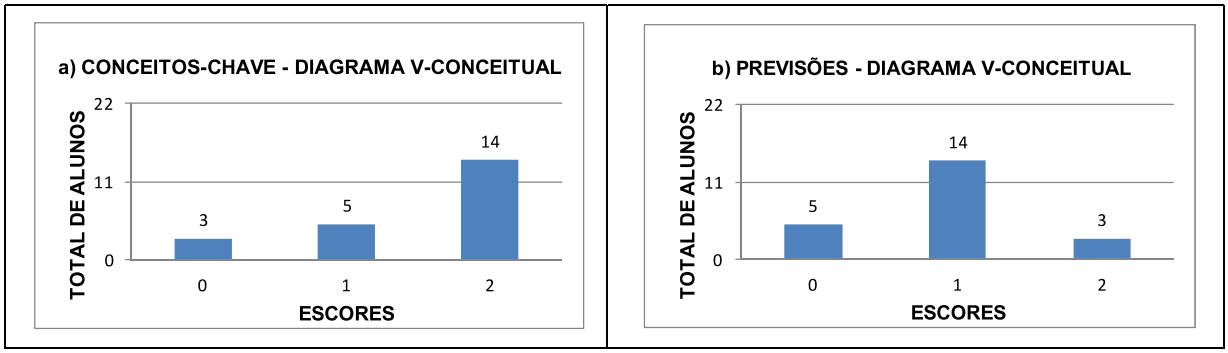


Figura 15: *Conceitos-chave e Previsões a partir do Diagrama V-Conceitual do Estudo do Movimento de um carrinho impulsionado por um elástico*

Pode-se ver, pela Figura 16 (a) que dezenove estudantes apontaram conceitos. Quatorze destes apontaram conceitos relacionados à *Questão-básica* e/ou ao *Evento*. Os outros cinco apresentaram descrições do movimento do carrinho no campo destinado aos conceitos e algumas destas descrições não permitiam que se evidenciassem conceitos ou as descrições eram incoerentes com o movimento analisado.

Dentre os conceitos indicados, destacam-se *movimento* e *força*. O conceito *movimento* é destacado por poder ter sentido amplo, parecendo tomar o lugar de velocidade ou

deslocamento em diferentes respostas dos estudantes. O conceito *força* chama a atenção por ser um conceito não estudado até então, como vemos nos excertos:

Aluno 24: “Movimento, força e a velocidade dada”.

Aluno 25: “Força, velocidade e movimento”.

Apenas três alunos não indicaram nenhum conceito, deixando o campo em branco.

A Figura 16 (b) mostra as *Previsões* feita pelos estudantes ao responder sobre o tipo de movimento apresentado e a forma que teriam os gráficos das grandezas cinemáticas. O procedimento de análise foi o de verificar se havia consistência nas respostas ao se contrapor o tipo de movimento previsto com os esboços gráficos desenhados pelos estudantes. A análise revela que dos vinte e dois estudantes, dezessete apontaram corretamente o tipo do movimento, mesmo que destes apenas três também apresentaram esboços coerentes para a maioria dos gráficos das grandezas cinemáticas e os outros quatorze tenham apenas acertado quanto ao tipo de movimento do móvel.

Apenas cinco alunos inferiram incorretamente o tipo de movimento, assinalando-o como movimento uniforme, e esboçando erroneamente a forma da maioria dos gráficos.

Em relação à representação gráfica, a maioria dos estudantes representa a variação das grandezas por meio de retas. Especificamente no gráfico da velocidade em função do tempo, os estudantes não representam, em geral, os gráficos assumindo a condição inicial de repouso, alguns inclusive indicando que o movimento inicia-se com uma diminuição na velocidade. Isto demonstra uma desvinculação entre o fenômeno e a análise.

5.4.2 Passo 02: Evento – Diagrama V-*Conceitual*

O campo *Evento* solicitou dos estudantes descrever os fatores que poderiam afetar o movimento após o visualizarem, mas antes de aplicar a vídeo-análise. A Figura 17 mostra como foi a apresentação e descrição desses fatores. Dezenove estudantes apontaram fatores que poderiam interferir no movimento, dez destes descrevendo como tais fatores influenciariam e nove apenas listando os fatores sem tecer nenhuma descrição. Abaixo temos dois excertos dentre os dez estudantes que descreveram a influência dos fatores.

Aluno 01: "Uma boa movimentação das rodas enquanto estão em contato com o chão, o lugar onde o elástico e passado ter boa rotação e uma estrutura firme"

Aluno 05: "Os principais fatores que podem influenciar são as rodas, os elásticos, e que a armação do carrinho esteja bem segura para que quando o elástico esticar, não danifique o carrinho e assim ande normalmente."

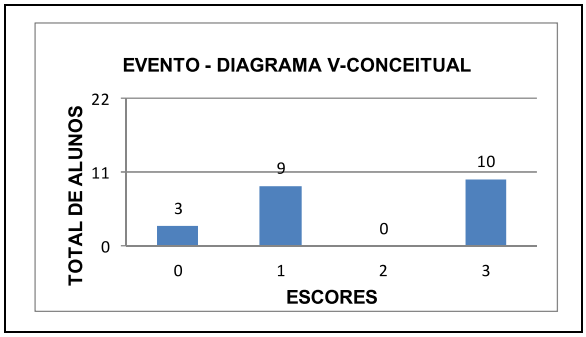


Figura 16: *Evento* a partir do Diagrama V-C*onceitual* do Estudo do movimento de um carrinho impulsionado por um elástico

Apenas três estudantes deixaram o campo *Evento* em branco.

O conhecimento explicitado é prévio ao processo de análise realizado e mostra que, apesar da grande maioria ser capaz de identificar fatores que podem influir no experimento estudado, apenas uma pequena parte tentou e conseguiu ir além da mera identificação dos fatores e descreveu como os mesmos interferiam no movimento.

5.4.3 Passo 03: Domínio Conceitual – Pensar a Vídeo-análise – Diagrama V-*Experimental*

A Figura 18 (a) mostra que quatorze estudantes indicaram conceitos relacionados à *Questão-básica* e/ou ao *Evento* e outros oito estudantes não apresentaram conceitos de maneira adequada.

Os principais *Conceitos-chave* listados pelos estudantes foram praticamente os mesmos, como no excerto abaixo:

Aluno 6: “Posição, força, o jeito de arremessar e a aceleração”

A Figura 18 (b) mostra que dos dezenove estudantes que identificaram corretamente as grandezas que deveriam ser expressas nos gráficos pelo *software Tracker®*, doze

identificaram corretamente também toda a simbologia empregada pelo mesmo para a representação.

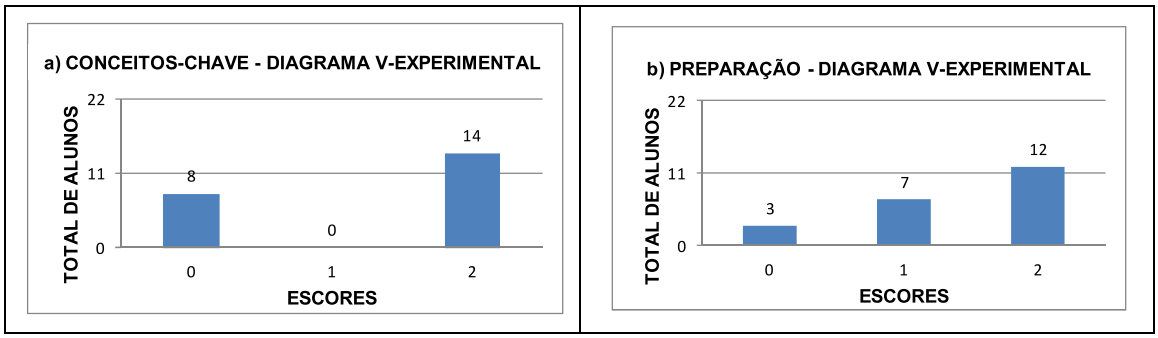


Figura 17: *Conceitos-chave* e *Preparação* a partir do Diagrama V-*Experimental* do Estudo do movimento de um carrinho impulsionado por um elástico

Apenas três estudantes não identificaram corretamente as grandezas e seus respectivos símbolos dentro do *software* empregado.

5.4.4 Passo 04: Evento – Diagrama V-*Experimental*

O campo evento do Diagrama V-*Experimental* solicita ao estudante que explicite o que, na prática, fez durante a aula no laboratório de informática. Este se divide em três blocos: calibração da medida de grandeza, gravação do vídeo e utilização do *software Tracker*.

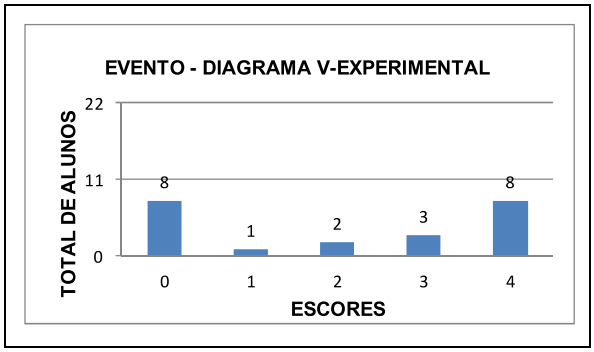


Figura 18: *Evento* a partir do Diagrama V-Experimental do Estudo do movimento de um carrinho impulsionado por um elástico

A Figura 19 revela que do total de vinte e dois estudantes, quatorze estudantes identificaram corretamente o item de calibração e apresentaram detalhes técnicos importantes em relação à vídeo-análise. Entre estes quatorze, oito estudantes apresentaram respostas completas, identificando o item de calibração, apontando detalhes importantes da gravação do vídeo e da utilização do *Tracker*®, como mostra o excerto que segue:

> Aluno 18: "Primeiro carreguei o vídeo no programa Tracker, depois fiz a calibração do programa, depois coloquei eixos coordenados para deixar os gráficos ajustados, depois coloquei a fita de calibração para indicar uma medida de comprimento, depois posicionei a fita até as extremidades dos objetos que apareceu no vídeo, coloquei o número central da fita de calibração com o valor que foi medido na sala para o comprimento, depois adicionei o ponto de massa para registrar o movimento do carrinho na trajetória, depois abrir o gráfico para alternar os gráficos e coloquei em posição, velocidade e aceleração".

Do restante desses quatorze estudantes, três descreveram detalhes apenas do uso do Tracker e dois que apenas descreveram os detalhes de gravação do vídeo para análise.

Podemos ver, ainda, que um estudante apenas identificou o item de calibração, não descrevendo os processos de gravação e nem de utilização do *software Tracker*, enquanto oito alunos apresentaram eventos totalmente incoerentes.

Um dos objetivos do Diagrama V é, assim como visto em Pacheco & Damasio (2009), promover a reflexão sobre a prática experimental e propiciar que o estudante tome consciência do sentido que há nos procedimentos que realiza durante a realização do experimento e de sua análise.

A Figura 19 evidencia que houve vários níveis de assimilação da dinâmica de realização do experimento. Observa-se que menos da metade dos estudantes teve uma assimilação dos procedimentos contemplando todos os aspectos da execução desde a gravação até a análise do vídeo do movimento utilizando o *Tracker*®. Contudo, a grande maioria demonstrou assimilar aspectos relativos ao processo de análise do experimento.

5.4.5 Passo 05: Domínio metodológico – Discussão da Vídeo-análise – Diagrama V-*Experimental*

O último quesito do V-*Experimental* segue a linha de instigar a reflexão sobre a prática realizada e pede que os estudantes discutam sobre possíveis diferenças que encontraram nas grandezas ou na simbologia empregada para as mesmas durante a utilização do *software.* A Figura 20 resume o espectro de respostas dadas pelos estudantes.

A Figura 20 mostra que dezoito estudantes da amostra apresentaram algum tipo de discussão, sendo que entre estes encontramos nove respostas relacionavam de forma adequada a *Preparação* com o *Resultado*, enquanto outros nove alunos se equivocaram e utilizaram o campo para apresentar o *Resultado*. O excerto abaixo ilustra um exemplo de resposta mais abrangente e completa dada neste campo nesta atividade experimental:

> Aluno 10: "A câmera esteja em um ponto fixo sem mexê-la e a colocação de fitas com a distância no chão de 1 em 1 m. Observamos o vídeo, fizemos as marcações e os gráficos".

Houve quatro estudantes que não apresentaram *Discussão.*

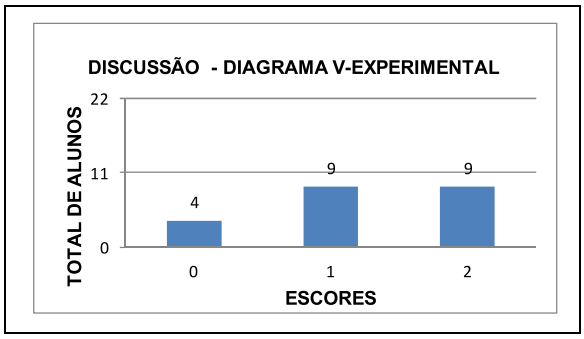


Figura 19: *Discussão* a partir do Diagrama V-*Experimental* do Estudo do movimento de um carrinho impulsionado por um elástico

Ao observarmos o número de estudantes que, refletindo sobre suas previsões e o resultado obtido, verificamos que, assim como visto por Nascimento & Batista (2011), o Diagrama V auxilia no desenvolvimento de uma visão crítica, na medida em que proporciona ao aluno condições para que acompanhe seu próprio processo de construção do conhecimento.

A seção seguinte finaliza o processo desenvolvido, apresentando a análise dos dados dos campos *Interpretação e Resultado* e *Discussão* do Diagrama V-*Conceitual* após os estudantes realizarem todos os processos no laboratório de informática e retornarem para sala para contrapor suas hipóteses iniciais com o resultado obtido. Além disso, esta seção irá apresentar o resultado do diálogo entre os resultados obtidos com os dois Diagramas empregados.

5.4.6 Passo 06: Domínio Metodológico – Finalização do experimento – Diagrama V-Conceitual

A finalização do experimento se dá com a volta ao Diagrama V-*Conceitual* para a análise dos campos *Interpretação e Resultado* e *Discussão* e articulação com os resultados da análise do Diagrama V-*Experimental*.

A Figura 21 (a) mostra que vinte e dois estudantes apresentaram alguma *Interpretação e Resultado*, sendo que entre estes houve oito que alinharam corretamente seus apontamentos com a *Questão Básica* e/ou ao *Evento* como destaca o excerto que segue:

> Aluno 02: "O Movimento é uniformemente variado pois, de acordo com que o carrinho vai andando, sua velocidade varia"

Nenhum estudante deixou este campo em branco.

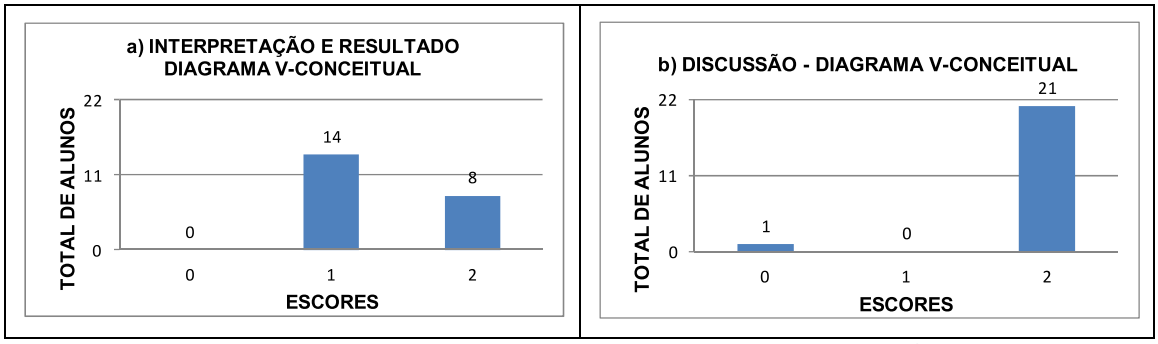


Figura 20: *Interpretação e Resultado* e *Discussão* a partir do Diagrama V-*Conceitual* do Estudo do movimento de um carrinho impulsionado por um elástico

A Figura 21 (b) evidencia que vinte e um estudantes realizaram uma contraposição entre *Previsões* e *Interpretação e Resultado* de maneira adequada, como no excerto:

> Aluno 11: "Nas minhas previsões o movimento era variado qualquer, mas de acordo com os gráficos vistos no software tracker, o movimento é uniformemente variado"

Leboeuf & Batista (2013) concluíram que o Diagrama V pode contribuir para uma melhor mediação dos significados, tornando possível visualizar o nível de compreensão conceitual dos alunos, mesmo quando apresentados com certa pobreza de significados. Ao observarmos na Figura 21 (a) todos os estudantes apresentaram *Interpretação e Resultado* relacionado com a *Questão Básica* e/ou o *Evento*, mesmo que se dividindo entre os que o

fizeram de forma adequada e os que não o fizeram de forma adequada, e lembrando dos levantamentos de *Conceito-chaves*, *Previsões* e detalhamentos de *Evento* que os estudantes apresentaram ao longo do desenvolvimento da análise do movimento, observamos que o Diagrama V propiciou no estudo relatado neste estudo a visualização do nível de compreensão dos estudantes, bem como, assim como apontado por Nascimento & Batista (2011), auxiliou no desenvolvimento de uma visão crítica da ciência, na medida em que proporciona ao aluno condições para que acompanhe seu próprio processo construção dos conhecimentos, o que se pode observar também pela análise da Figura 21(b), em que há novamente quase que a totalidade dos estudantes contrapondo e relacionando de maneira coerente suas previsões com os resultados da análise realizada.

5.5 Resultados da análise da 3ª Atividade experimental: Estudo do movimento retilíneo uniformemente variado e do movimento de queda livre - Estudo dos movimentos de queda de uma bola e de um boné;

A terceira atividade experimental realizada procurou aplicar a técnica de estudo e análise de movimentos para um caso particular de movimento retilíneo uniformemente Variado: o movimento de queda em condições que permitissem discutir os efeitos da resistência do ar. Para isto, procurou-se analisar o movimento de queda de dois corpos com formas distintas: um boné, com a abóboda voltada para baixo e uma bola de *Handball*. As expectativas para esta atividade baseavam-se nas hipóteses de que as ferramentas e procedimentos já teriam passado a ser cotidianos aos estudantes e de que os mesmos haveriam interiorizado conceitos e parte dos processos necessários para analisar os movimentos. Além disso, houve a continuidade de trabalho entre o fim da segunda atividade de análise e o início desta.

5.5.1 Passo 01: Domínio Conceitual – Pensar o Experimento - Diagrama V-*Conceitual*

A Figura 22 (a) mostra que a maioria dos estudantes apresentou uma lista com *Conceitos-chaves* relacionados à *Questão Básica* e/ou *Evento*. Entre os conceitos levantados, aparece o de *movimento* que parece estar associado ao conceito *velocidade*, como aponta o excerto:

Aluno 08: “Movimento, aceleração e posição”

O conceito *gravidade* chama a atenção por ser um conceito ainda não estudado até então e ter sido apontado por três estudantes, como o exemplar que segue:

> Aluno 19: “Posição, velocidade, aceleração, gravidade, peso, distância, movimento e força do ar”

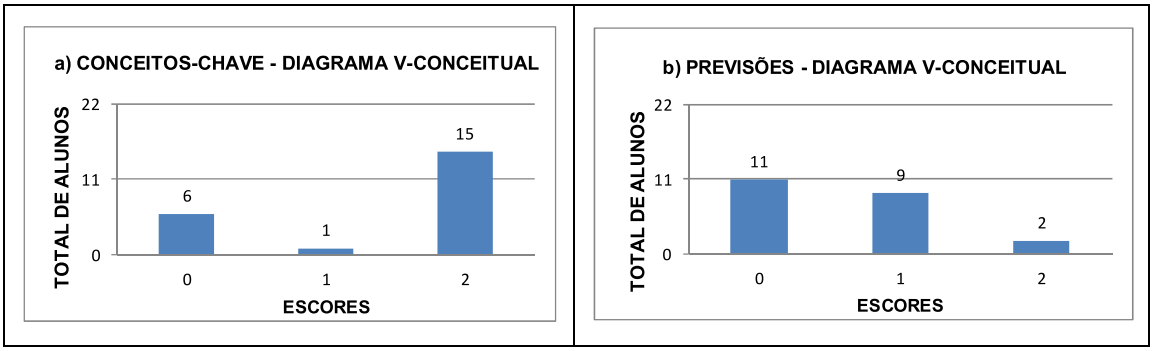


Figura 21: *Conceitos-Chaves* e *Previsões* a partir do Diagrama V-*Conceitual* do Estudo do Movimento de Queda de Corpos

Entre os seis estudantes que não identificaram conceitos, dois estudantes deixaram o campo em branco e um escreveu “*Não sei*”. Dos três estudantes restantes predominam apontamentos em que há o levantamento de questões complementares ou inferências acerca do movimento mas que não dizem respeito diretamente à *Questão Básica* e/ou *Evento*.

A Figura 22 (b) mostra as *Previsões* escritas pelos estudantes ao responder sobre o tipo de movimento apresentado e a forma que teriam os gráficos das grandezas cinemáticas. O procedimento de análise foi o de verificar se havia consistência nas respostas ao se contrapor o tipo de movimento previsto com os esboços gráficos desenhados pelos estudantes. A análise revela que dos 22 estudantes, somente dois alunos indicaram o tipo correto de movimento representando a maioria dos esboços gráficos de maneira condizente. Dos demais, 9 indicaram corretamente o tipo de movimento, mas a maioria dos esboços gráficos apresentados não condizia com o tipo de movimento assinalado e 11 estudantes inferiram incorretamente o tipo de movimento, indicando se tratar de movimento uniforme e sem apresentar esboços gráficos. É importante relatar que o esboço gráfico para as posições em função do tempo foi representado erroneamente por todos os estudantes. Esse panorama revela que o conhecimento prévio à realização do estudo do movimento de queda de corpos explicitado pelos estudantes apresenta a identificação de diversos *Conceitos-*

chaves associados corretamente ao experimento estudado. No entanto, este conhecimento prévio mostra-se incompleto para inferir sobretudo, na representação gráfica das grandezas cinemáticas associadas ao movimento.

5.5.2 Passo 02: Evento - Diagrama V-*Conceitual*

O campo *Evento* solicitou que os estudantes descrevessem os fatores que poderiam afetar o movimento após o visualizarem, mas antes de aplicar a vídeo-análise. Observa-se que 19 estudantes apontaram fatores que poderiam influenciar o movimento, sendo que destes apenas 6 fizeram alguma descrição da forma como estes fatores influenciam no movimento as quais foram consideradas adequadas. Os principais elementos evocados nos apontamentos mostrados na Figura 23, mesmo que sem apresentar uma explicação de como interferem no movimento, foram do meio, como a *resistência do ar* e *gravidade*, mas também propriedades ligadas aos objetos e à situação específica como *massa* e *posição inicial*.

O conceito *vento* chama a atenção por parecer apontar que está associado ao conceito *resistência do ar* na resposta dos seis estudantes, como no excerto:

> Aluno 21: “O vento e a gravidade”.

Apenas três estudantes apresentaram fatores sem relação com a *Questão-Básica* e/ou o *Evento.*

O conhecimento explicitado é prévio ao processo de análise realizado e mostra que, apesar da grande maioria ser capaz de identificar fatores que podem influir no experimento estudado, apenas uma pequena parte tentou e conseguiu ir além da mera identificação dos fatores e descreveu como os mesmos interferiam no movimento.

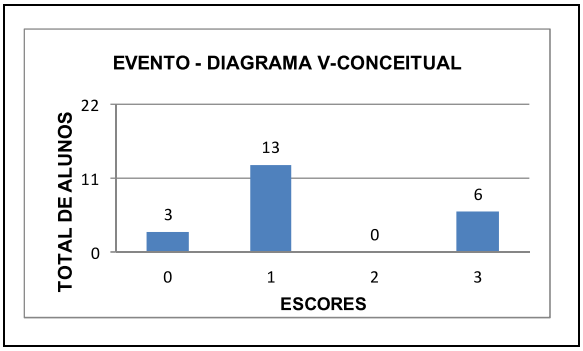


Figura 22: *Eventos* a partir do Diagrama V-*Conceitual* do Estudo do Movimento de Queda de Corpos

5.5.3 Passo 03: Domínio Conceitual – Pensar a Vídeo-Análise - Diagrama V-*Experimental*

Analisando agora os campos do Diagrama V-*Experimental*, a Figura 24 (a) mostra que dezoito dos vinte e dois estudantes que indicaram conceitos chaves envolvido no fenômeno e apenas quatro estudantes não apontaram conceito algum. Apesar de cinco dos dezoito estudantes apontarem conceitos sem relação com a *Questão-Básica* e/ou o *Evento*, treze o fizeram de maneira adequada, como no excerto:

Aluno 10: “Posição, velocidade, aceleração, gráfico, tempo e movimento”

Neste apontamento é possível destacar que é identificado *gráfico* como um conceito concernente à parte da análise experimental realizada com o Tracker.

A Figura 24 (b) mostra que vinte e um estudantes identificaram corretamente as grandezas que deveriam ser expressas nos gráficos, sendo que onze identificaram corretamente, também, toda a simbologia empregada pelo software Tracker para a representação das mesmas.

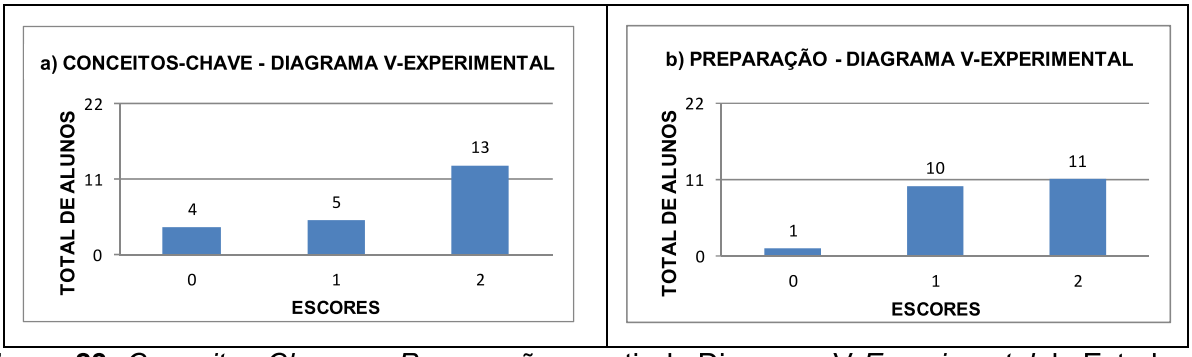


Figura 23: *Conceitos-Chaves* e *Preparação* a partir do Diagrama V-*Experimental* do Estudo do Movimento de Queda de Corpos

Assim como nas subseções anteriores, os estudantes deveriam apresentar nesse momento um conhecimento prévio à aplicação da vídeo-análise e, novamente, a maioria dos estudantes conseguiu identificar *Conceitos-chaves* coerentes com a *Questão Básica* e/ou com o *Evento*. Além disso, praticamente todos os estudantes identificaram corretamente as grandezas físicas que seriam representadas nos gráficos e metade destes também identificaram corretamente os símbolos empregados pelo Tracker para representar estas grandezas.

5.5.4 Passo 04: Evento - Diagrama V-*Experimental*

O campo *Evento* do Diagrama V-*Experimental* solicita ao estudante que explicite os aspectos práticos realizados e ligados à aplicação da técnica de vídeo-análise. Este se divide em três blocos: *detalhes da gravação do vídeo*; *calibração da medida de grandeza* e *utilização do software Tracker*.

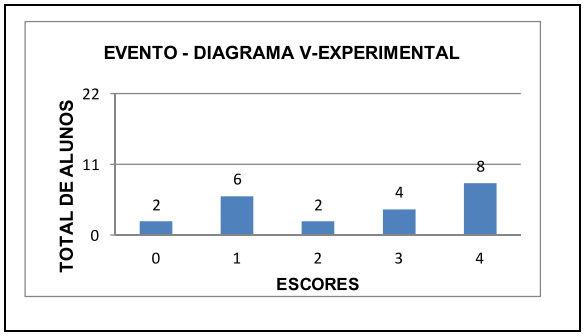


Figura 24: *Eventos* a partir do Diagrama V-*Experimental* do Estudo do Movimento de Queda de Corpos

A Figura 25 revela que do total de vinte e dois estudantes, quatorze identificaram corretamente o item de calibração e apresentaram detalhes técnicos importantes em relação à vídeo-análise ligados à gravação do vídeo do movimento e à utilização do *software Tracker®*, separadamente. Desse total, oito estudantes apresentaram respostas consideradas completas, apontando detalhes importantes da gravação do vídeo, identificando o item de calibração, e do emprego do *Tracker®*, como mostra o excerto que segue:

> Aluno 14: "Posicionar a câmera de modo que pegue todo o quadro e o movimento dos corpos e que os corpos estejam na mesma altura;
> O item de calibração foi a altura do quadro;
> Colocamos o vídeo, calibramos o item de calibração, geramos os gráficos, coletamos os gráficos e tivemos os resultados".

Do restante desses quatorze estudantes, quatro descreveram detalhes apenas do uso do Tracker e dois que apenas descreveram os detalhes de gravação do vídeo para análise.
Pode-se ver, ainda, que seis estudantes apenas identificaram o item de calibração, não descrevendo os processos de gravação e nem de utilização do *software Tracker*, enquanto os dois estudantes restantes apresentaram eventos totalmente incoerentes.

Um dos objetivos do Diagrama V é, assim como visto em Pacheco & Damasio (2009), promover a reflexão sobre a prática experimental e propiciar que o estudante tome consciência do sentido que há nos procedimentos que realiza durante a realização do experimento e de sua análise. Assim, a Figura 25 evidencia que houve vários níveis de assimilação da dinâmica de realização do experimento. Observa-se que menos da metade dos estudantes teve uma assimilação dos procedimentos contemplando todos os aspectos da execução desde a gravação até a análise do vídeo do movimento utilizando o *Tracker*. Contudo, a grande maioria demonstrou assimilar aspectos gerais relativos ao processo de análise do experimento.

5.5.5 Passo 05: Domínio Metodológico – Discussão Vídeo-Análise - Diagrama V-*Experimental*

A Figura 26 revela que vinte e um estudantes da amostra apresentaram algum tipo de discussão, sendo que, dentre estes, dezoito respostas relacionavam de forma adequada a *Preparação* com o *Resultado*, enquanto três estudantes se equivocaram e utilizaram o campo para apresentar o *Resultado*. Os excertos que seguem ilustram discussões apresentadas de maneira adequada.

> Aluno 01: “As grandezas que eu imaginava ocorreram, só que na hora de por os sinais ocorreu um erro nos gráficos”.
>
> Aluno 19: “Bom, a respeito das grandezas físicas eu previ certo, só que a posição eu coloquei x ao invés de y”.

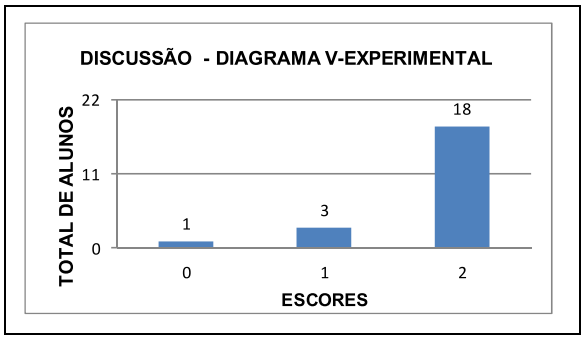


Figura 25: *Discussão* a partir do Diagrama V-*Experimental* do Estudo do Movimento de Queda de Corpos

Ao observarmos esse elevado número de estudantes que refletiram sobre suas previsões e o resultado obtido, verificamos que, assim como relatado por Nascimento & Batista (2011), a estruturação do Diagrama V auxilia o estudante a desenvolver uma visão crítica, na medida em que proporciona condições para que ele acompanhe seu próprio processo de construção do conhecimento.

A próxima seção finaliza o processo de análise, apresentando os resultados dos campos *Interpretação e Resultado* e *Discussão* do Diagrama V-*Conceitual*, após os estudantes terem realizado os processos no laboratório de informática norteados pelo Diagrama V-*Experimental*. Ao retomarem o Diagrama V-*Conceitual* na sala de aula, os estudantes foram levados a verificar a crítica do campo *Previsões* em relação aos resultados como sugerido por Alvarez e Gowin (2005), ou seja, novamente contrapor criticamente suas hipóteses iniciais com o resultado obtido e finalizar a atividade experimental proposta. Além disso, esta seção irá apresentar o resultado do diálogo entre os resultados obtidos com os dois Diagramas empregados.

5.5.6 Passo 06: Domínio Metodológico – Finalização do Experimento - Diagrama V-*Conceitual*

A finalização do experimento se dá com a volta ao Diagrama V-*Conceitual* para a análise dos campos *Interpretação e Resultado* e *Discussão* e articulação com os resultados da análise do Diagrama V-*Experimental*. A Figura 27 (a) mostra que vinte estudantes apresentaram alguma *Interpretação e Resultado*, sendo que, dentre estes, nove alinharam adequadamente seus apontamentos com a *Questão Básica* e/ou ao *Evento* como destaca o excerto:

> Aluno 22: “1. Movimento Uniformemente Variado. 2. Existe uma diferença na aceleração devido a resistência do ar”.

Os outros onze alunos que apresentaram alguma *Interpretação e Resultado* o fizeram de forma inadequada, enquanto que apenas dois alunos não apresentaram nenhum apontamento.

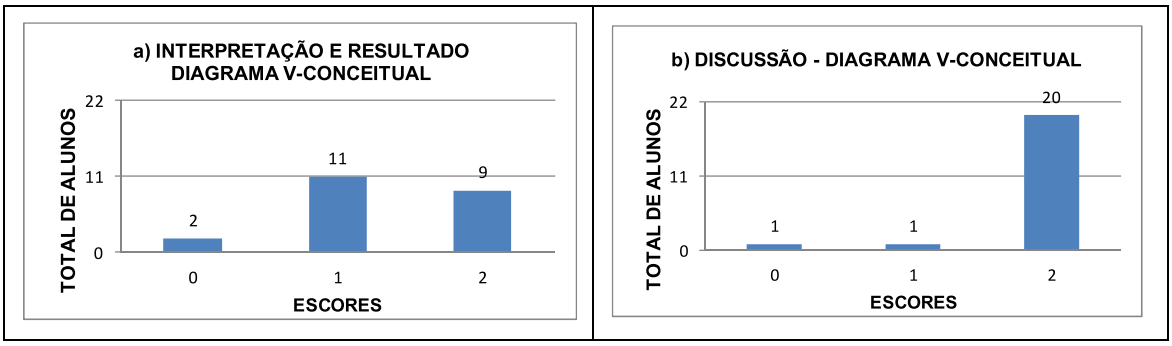


Figura 26: *Interpretação e Resultado* e *Discussão* a partir do Diagrama V-*Conceitual* do Estudo do Movimento de Queda de Corpos

A Figura 27 (b) evidencia que vinte estudantes realizaram uma contraposição entre *Previsões* e *Interpretação e Resultado* de maneira adequada, alguns apontando diferenças nos tipos de movimento e outros na forma dos gráficos de maneira geral, como nos excertos:

> Aluno 1: "Nos gráficos da Bola, a posição teve uma forma mais contínua e o do boné se alterou na queda devido a interferência do ar, e a posição foi variada e não contínua"
>
> Aluno 2: "Eu encontrei diferença no gráfico de Posição por que eu previ que ele iria ser constante, mas ele foi diminuindo"
>
> Aluno 11: "Os gráficos não estão de acordo com o Movimento, mas é uniformemente Variado, tanto o boné quanto a bola"

Leboeuf & Batista (2013) relatam que o Diagrama V pode contribuir para uma melhor mediação dos significados, tornando possível visualizar o nível de compreensão conceitual dos alunos, mesmo quando apresentados com certa pobreza de significados. A Figura 27 (a) revela que a preponderante maioria dos estudantes, com exceção de dois, apresentou *Interpretação e Resultado* relacionado com a *Questão Básica* e/ou o *Evento*, mesmo que apenas metade o fazendo de forma adequada.

Os resultados do presente estudo revelam que o Diagrama V proporcionou aos estudantes condições para que acompanhasse seu próprio processo construção de conhecimento, como revelado pela Figura 27 (b), em que, novamente, quase que a totalidade dos

estudantes contrapuseram e relacionaram de maneira coerente suas previsões com os resultados da análise realizada.

Conforme apontado anteriormente, a *Questão Básica* do Diagrama V norteia o acionamento de áreas específicas dentro da estrutura conceitual e a delimitação do procedimento metodológico que será empregado na busca de sua resolução. Desta forma, a atenção à *Questão Básica* garante o diálogo contínuo entre o Domínio Conceitual – *Pensar* – e o Domínio Metodológico - *Fazer* - para se chegar a uma resposta, ou seja, finalizar o processo de construção de conhecimento sobre o tema abordado. A observação de como os estudantes realizaram e como finalizaram a análise do movimento, evidencia-se a presença de elementos das dimensões Conceitual e Metodológica do processo realizado em suas conclusões e, mesmo em seus apontamentos, durante as várias etapas do processo de análise.

5.6 Resultados da análise da 4ª Atividade experimental: Estudo da Composição de Movimentos - Estudo do Movimento de Lançamento Oblíquo de uma Bola de Basquete.

Esta atividade fechou a sequência de estudos sobre os tipos de movimento. Entende-se que o nível de dificuldade da mesma é maior que o das outras, por mais que tenham ganho conhecimento e experiência na análise de características de diversos movimentos. Esta dificuldade é oriunda da natureza de um lançamento oblíquo que, além de exigir do estudante que acople em sua análise a perspectiva de dois tipos de movimento unindo-se para formar um resultante, ainda faça a descrição abstraindo as duas componentes do movimento separadamente. Esta finalização, por tudo o que foi exposto, demonstra um desafio para os estudantes em crescimento conceitual e para o emprego dado à técnica da vídeo-análise em auxiliar os mesmos na compreensão deste movimento.

Novamente pôde-se realizar esta atividade de maneira contínua com a anterior, sem nenhum tipo de interrupção que pudesse causar alguma perda ou esquecimento por parte dos estudantes.

5.6.1 Passo 01: Domínio Conceitual – Pensar o Experimento - Diagrama V-*Conceitual*

Pode-se ver, pela Figura 28 (a) que dezenove estudantes apontaram conceitos. Dezesseis destes apontaram conceitos relacionados à *Questão-básica* e/ou ao *Evento*. Os outros três apresentaram apontamentos sem relação com a *Questão-Básica* e/ou o *Evento*.

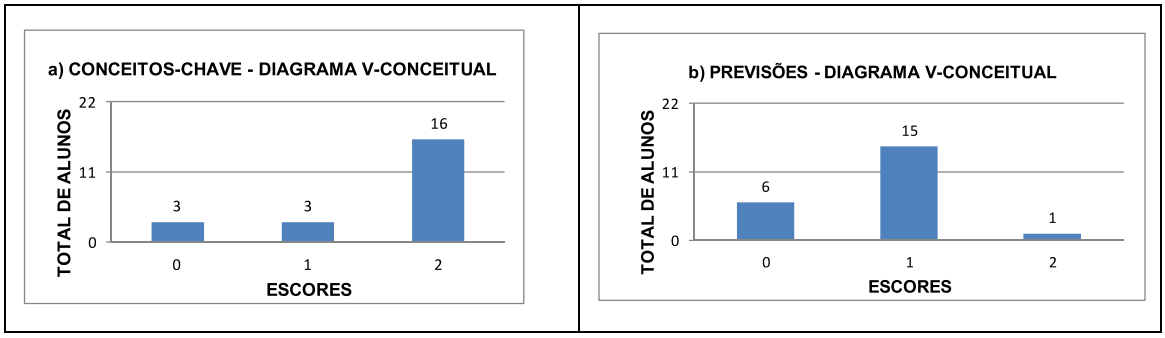


Figura 27: *Conceitos-chave* e *Previsões* a partir do Diagrama V-*Conceitual* do Estudo do Movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete

Apenas três alunos não apresentaram nenhum conceito.

A Figura 28 (b) mostra as *Previsões* feita pelos estudantes ao responder sobre o tipo de movimento apresentado e a forma que teriam os gráficos das grandezas cinemáticas. O procedimento de análise foi o de verificar se havia consistência nas respostas ao se contrapor o tipo de movimento previsto com os esboços gráficos desenhados pelos estudantes. A análise revela que dos vinte e dois estudantes, dezesseis apontaram corretamente o tipo do movimento, mesmo que destes apenas um também apresentou esboços coerentes para a maioria dos gráficos das grandezas cinemáticas.

Somaram seis os alunos que inferiram incorretamente o tipo de movimento.

5.6.2 Passo 02: Evento - Diagrama V-*Conceitual*

O campo *Evento* solicitou dos estudantes descrever os fatores que poderiam afetar o movimento após o visualizarem, mas antes de aplicar a vídeo-análise. A Figura 29 mostra que vinte e um estudantes apontaram fatores que poderiam influenciar no movimento. Destes, um aluno descreveu o fator de maneira adequada, um outro jovem descreveu de maneira inadequada e dezessete apenas indicaram os fatores sem tentar descrever como os mesmos afetariam o movimento realizado.

No que tange o quesito relativo ao *Evento*, os estudantes, de modo geral, apresentaram elementos que podiam influenciar ou alterar o movimento, mas sem realizar uma descrição de como estes fatores influenciam. Os principais fatores que foram destacados pelos alunos foram Vento, Jeito de lançar, Resistência do ar e Força. Não é possível saber se os estudantes confundem vento com resistência do ar neste fenômeno devido a ter sido desenvolvido o lançamento num ambiente externo e realmente havia vento, como pode ser visto nos excertos abaixo:

> Aluno 01: "O vento pode servir para um atrito e causar um movimento não esperado, tanto com a posição e o modo como a bola pode ser lançada."
>
> Aluno 10: "A gravidade, a força com que a bola é lançada, o vento e como ele a lança"
>
> Aluno 11: "O modo que jogar a bola, tipo se ele levantar demais os braços ou pernas, isso pode afetar muito"

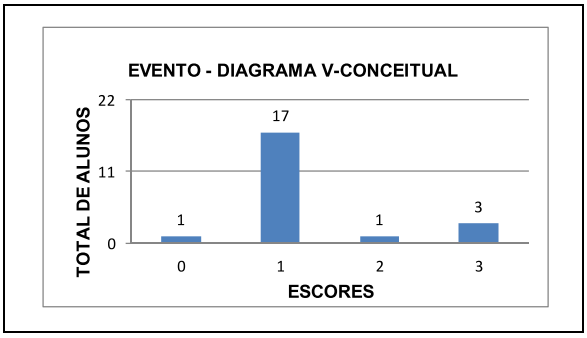


Figura 28: *Evento* a partir do Diagrama V-*Conceitual* do Estudo do movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete

Observou-se que um único aluno deixou este campo em branco.

5.6.3 Passo 03: Domínio Conceitual – Pensar a Vídeo-Análise - Diagrama V-*Experimental*

A Figura 30 (a) mostra que dos dezoito estudantes indicaram conceitos, nas respostas de oito havia relação entre o que foi apontado e a *Questão-básica* e/ou o *Evento*. Nas respostas dos outros dez alunos não havia esta relação

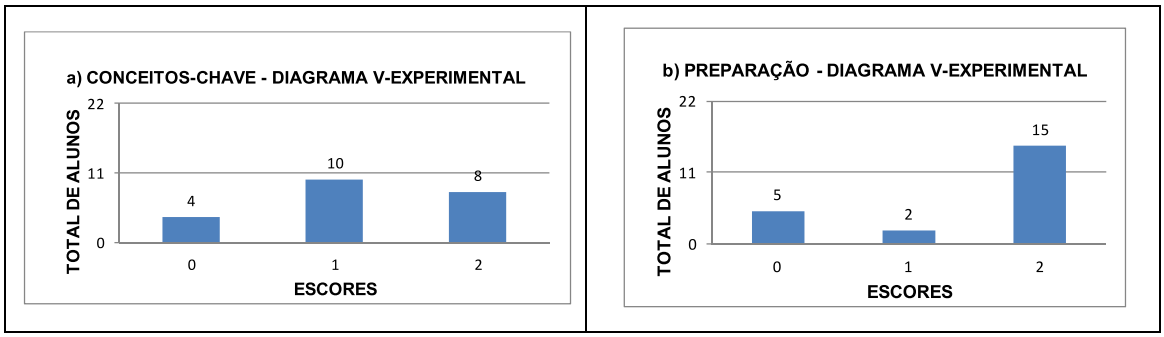


Figura 29: *Conceitos-chave* e *Preparação* a partir do Diagrama V-*Experimental* do Estudo do movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete

Do total, apenas quatro aluno não identificaram nenhum conceito.

A Figura 30 (b) mostra dezessete estudantes identificaram corretamente as grandezas físicas que deveriam ser expressas nos gráficos, 15 destes identificando corretamente também a simbologia que o *Tracker®* adota para estas.

Apenas cinco estudantes não identificaram corretamente nem as grandezas e nem sua simbologia empregada.

5.6.4 Passo 04: Evento - Diagrama V-*Experimental*

O campo evento do Diagrama V-*Experimental* solicita ao estudante que explicite o que, na prática, fez durante a aula no laboratório de informática. Este se divide em três blocos: calibração da medida de grandeza, gravação do vídeo e utilização do *software Tracker*.

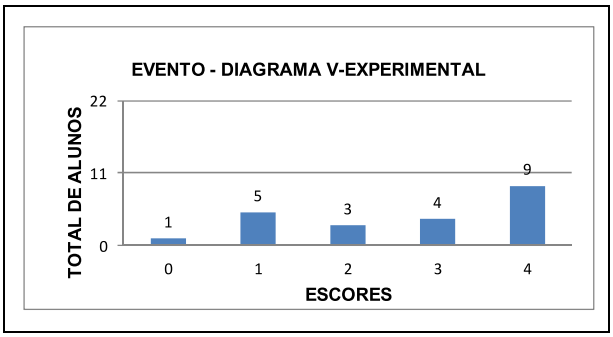


Figura 30: *Evento* a partir do Diagrama V-*Experimental* do Estudo do movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete

A Figura 31 revela que do total de vinte e dois estudantes, dezesseis estudantes identificaram corretamente o item de calibração e apresentaram detalhes técnicos

importantes em relação à vídeo-análise. Destes dezesseis, nove estudantes apresentaram respostas completas, identificando o item de calibração, apontando detalhes importantes da gravação do vídeo e da utilização do Tracker, como mostra o excerto que segue:

> Aluno 01: "Pegar todo o movimento; Não tremer tanto a mão no vídeo; e pegar de ângulos diferentes" "Abrimos o Tracker, selecionamos o vídeo, acrescentamos as medidas e marcamos o movimento. Depois abrimos os gráficos"
>
> Aluno 02: "A posição da pessoa que arremessou e a bola sendo arremessada. Abrir o programa, analisar o vídeo, formar os gráficos de aceleração, velocidade e posição"
>
> Aluno 22: "O vídeo precisa estar parado, filmando o inicio da trajetória e o item que vai ser utilizado na calibração. Precisa estar em um ângulo que mostre nitidamente todo o movimento. Primeiro posicionar a linha corretamente sobre o que vai ser analisado; com o calibrador medir o item posto como referência; Em seguida, marcar o objeto arremessado até o fim da trajetória"

Do restante desses dezesseis estudantes, quatro descreveram detalhes apenas do uso do Tracker e três que apenas descreveram os detalhes de gravação do vídeo para análise.

Podemos ver, ainda, que cinco estudantes apenas identificaram o item de calibração, não descrevendo os processos de gravação e nem de utilização do *software Tracker®*, enquanto um único aluno apresentou eventos totalmente incoerentes.

Um dos objetivos do Diagrama V é, assim como visto em Pacheco & Damasio (2009), promover a reflexão sobre a prática experimental e propiciar que o estudante tome consciência do sentido que há nos procedimentos que realiza durante a realização do experimento e de sua análise.

A Figura 31 evidencia que houve vários níveis de assimilação da dinâmica de realização do experimento. Observa-se que menos da metade dos estudantes teve uma assimilação dos procedimentos contemplando todos os aspectos da execução desde a gravação até a análise do vídeo do movimento utilizando o *Tracker®*. Contudo, a grande maioria demonstrou assimilar aspectos relativos ao processo de análise do experimento.

5.6.5 Passo 05: Domínio Metodológico – Discussão Vídeo-Análise - Diagrama V-*Experimental*

Por fim, o último quesito do V-*Experimental* segue a linha de instigar a reflexão sobre a prática realizada e pede que os estudantes discutam sobre possíveis diferenças que encontraram nas grandezas ou na simbologia empregada para as mesmas durante a utilização do *software.* A Figura 32 resume o espectro de respostas dadas pelos estudantes.

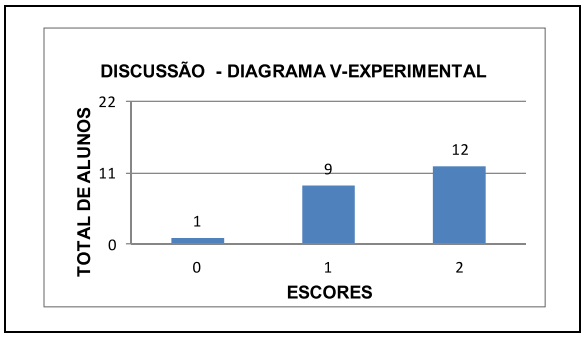


Figura 31: *Discussão* a partir do Diagrama V-*Experimetnal* do Estudo do movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete

A partir da figura 32 vemos vinte e um estudantes da amostra apresentaram algum tipo de discussão, sendo que entre estes encontramos doze respostas relacionando de forma adequada a *Preparação* com o *Resultado*, enquanto nove anlunos se equivocaram e utilizaram o campo para apenas apresentar o *Resultado*. O excerto que segue ilustra *Discussão* apresentada de maneira adequada.

> Aluno 21: "As minhas grandezas foram diferentes, mas foi por falta de atenção que coloquei"

Apenas um único aluno não apresentou *Discussão.*

Ao observarmos o alto número de estudantes que, refletindo sobre suas previsões e o resultado obtido, verificamos que, assim como visto por Nascimento & Batista (2011), o Diagrama V auxilia no desenvolvimento de uma visão crítica, na medida em que proporciona ao aluno condições para que acompanhe seu próprio processo de construção do conhecimento.

A seção seguinte finaliza o processo desenvolvido, apresentando a análise dos dados dos campos *Interpretação e Resultado* e *Discussão* do Diagrama V-Conceitual após os estudantes realizarem todos os processos no laboratório de informática e retornarem para sala para contrapor suas hipóteses iniciais com o resultado obtido. Além disso, esta seção irá apresentar o resultado do diálogo entre os resultados obtidos com os dois Diagramas empregados.

5.6.6 Passo 06: Domínio Metodológico – Finalização do Experimento - Diagrama V-*Conceitual*

Complementando a análise desta atividade, temos na Figura 33 os resultados referentes às *Interpretações e Resultado* e as *Discussões* apresentadas pelos estudantes, que foram os quesitos que fecharam o desenvolvimento da atividade. O domínio metodológico do Diagrama V envolve também os registros e as transformações, mas estes quesitos os estudantes desenvolveram durante as atividades de gravação e análise dos vídeos e, portanto, não se solicitou explicitar novamente no Diagrama V-conceitual, entendendo ambos como registrados pela execução dos procedimentos no laboratório de informática.

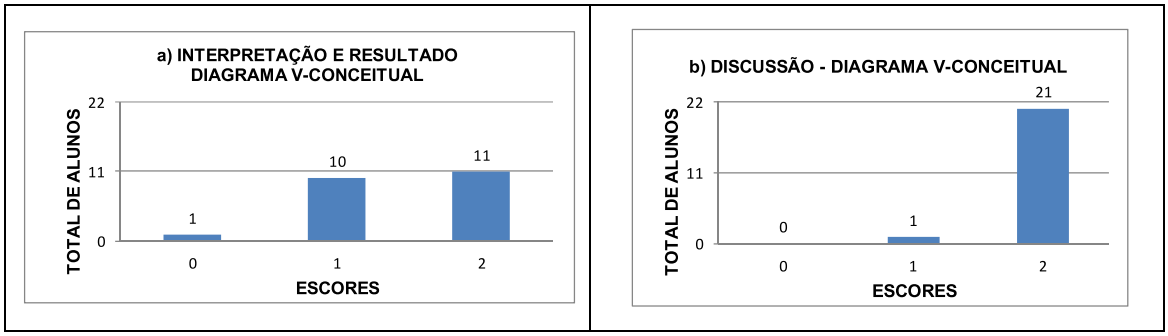


Figura 32: *Interpretação e Resultado* e *Discussão* a partir do Diagrama V-*Conceitual* do Estudo do movimento de lançamento oblíquo de uma bola de basquete

A Figura 33 (a) mostra que vinte e um estudantes apresentaram alguma *Interpretação e Resultado*, sendo que entre estes houve onze que alinharam corretamente seus apontamentos com a *Questão Básica* e/ou ao *Evento* como destaca o excerto que segue:

> Aluno 01: "No movimento Horizontal não varia devido a velocidade ser sempre constante, já na Vertical o movimento varia em função do Tempo."

> Aluno 04: "Na horizontal o movimento não varia, já na Vertical ele varia em função do Tempo"

A Figura 33 (b) evidencia que vinte e um estudantes realizaram uma contraposição entre *Previsões* e *Interpretação e Resultado* de maneira adequada, alguns apontando diferenças nos valores das grandezas cinemáticas e outros na forma dos gráficos de maneira geral, como nos excertos:

> Aluno 01: "Nos gráficos da Bola, a posição teve uma forrma mais contínua e o do boné se alterou ns queda devido a interferência do ar, e a posição foi variada e não contínua"
> Aluno 05: "Nos gráficos comparados, as diferenças foram a aceleração, que foi constante, ao contrário do que eu previ. E a velocidade, do constrário do que eu previ, caiu"
> Aluno 08: "Pensei que a aceleração e o movimento seriam constantes, mas aumentaram e diminuíram em tempos desproporcionais."

Leboeuf & Batista (2013) concluíram que o Diagrama V pode contribuir para uma melhor mediação dos significados, tornando possível visualizar o nível de compreensão conceitual dos alunos, mesmo quando apresentados com certa pobreza de significados. Ao observarmos na Figura 33 (a) que a imensa maioria dos estudantes, com exceção de um, apresentou Interpretação e Resultado relacionado com a Questão Básica e/ou o Evento, mesmo que se dividindo quase igualitariamente entre os que o fizeram de forma adequada e os que não o fizeram de forma adequada, e lembrando dos levantamentos de Conceito-chaves, Previsões e detalhamentos de Evento que os estudantes apresentaram ao longo do desenvolvimento da análise do movimento, observamos que o Diagrama V propiciou no estudo relatado neste artigo a visualização do nível de compreensão dos estudantes, bem como, assim como apontado por Nascimento & Batista (2011), auxiliou no desenvolvimento de uma visão crítica da ciência, na medida em que proporciona ao aluno condições para que acompanhe seu próprio processo construção dos conhecimentos, o que se pode observar também pela análise da Figura 33 (b), em que há novamente quase que a totalidade dos estudantes contrapondo e relacionando de maneira coerente suas previsões com os resultados da análise realizada.

A questão básica do Diagrama V norteia o acionamento de áreas específicas dentro da estrutura conceitual e a delimitação do procedimento metodológico que será empregado na busca de sua resolução. Desta forma, a atenção à questão básica garante o diálogo contínuo entre o Domínio Conceitual – Pensar – e o Domínio Metodológico – Fazer - para sua resolução. Ao observamos como os estudantes realizaram e como finalizaram a análise do movimento, evidencia-se a presença de elementos das dimensões Conceitual e Metodológica do processo realizado em suas conclusões e mesmo em seus apontamentos durante as várias etapas do processo de análise.

Esse capítulo apresentou a análise dos resultados das quatro atividades experimentais desenvolvidas, empregando a técnica da vídeo-análise. O próximo capítulo apresentará as Conclusões deste trabalho baseadas nos objetivos levantados durante a descrição da Metodologia. Serão levantadas reflexões e perspectivas futuras de trabalhar com o Diagrama V.

Capítulo 6

Conclusões

Esta investigação apresenta como Objetivo Geral investigar a aplicação da técnica da Vídeo-análise sob a estruturação - orientação, coleta de dados e avaliação - dada pela utilização do Diagrama V para estudar e descrever atividades experimentais. Isto deu-se em atividades de análise e descrição de movimentos gravados em diversos locais do ambiente escolar, tais como, sala de aula, quadra e pátio, na disciplina de Física para estudantes da 1ª série do Ensino Médio de uma escola estadual pública localizada na cidade de Cariacica, estado do Espírito Santo. A meta visou promover o entendimento acerca dos tipos de movimento e da forma de representação e interpretação gráfica das grandezas cinemáticas em movimentos tradicionalmente estudados de outras formas.

Para alcançar a referida meta, foram realizadas 4 atividades experimentais com os estudantes. Estas atividades abordaram o movimento retilíneo uniforme, o movimento retilíneo uniformemente variado, o lançamento oblíquo e a queda de corpos.

O objetivo geral traçado acima foi discriminado em diversos objetivos específicos que irão pautar a análise do estudo desenvolvido.

6.1 Objetivos específicos

- Investigar o emprego da análise vídeo-análise como recurso facilitador do entendimento acerca dos tipos de movimento;

- Investigar a utilização do diagrama V como instrumento de estruturação do processo de ensino-aprendizagem

A seguir, discutir-se-á a maneira como cada um dos objetivos descritos do estudo foi alcançado, procurando traçar os pontos positivos e negativos, segundo os resultados encontrados durante a análise do trabalho. Por fim, reconhecendo que este estudo está imerso num campo muito amplo de pesquisa acerca dos processos de ensino e aprendizagem, levantam-se algumas asserções de valor que podem dar sustentação à estudos posteriores.

6.2 Conclusões acerca do emprego da vídeo-análise

O emprego da vídeo-análise durante a realização das atividades permitiu aos estudantes terem contato com os movimentos analisados em diversos momentos: fizeram observações pessoalmente; gravaram um vídeo do movimento; observaram e analisaram o vídeo dividido em diversos quadros no *software tracker®*; assinalaram sobre a imagem do movimento as diversas posições ocupadas pelo móvel no decorrer do tempo; acompanharam a construção dos diversos gráficos à medida que assinalavam as posições do móvel; analisaram a distância entre as posições consecutivas e, por fim, analisaram a forma dos gráficos. Através do desenvolvimento de todos esses passos pôde-se ver que o emprego da técnica permitiu diversos momentos para análise e reflexão dos estudantes acerca dos fenômenos analisados, além de proporcionar maior aproximação e uma atuação pró-ativa no processo de análise e estudo, como apontado por Calloni (2010), Magalhães et al. (2012) e Leitão, Teixeira & Rocha (2011).

Contudo, é importante observar que as dificuldades dos estudantes em interpretar os gráficos e, a partir destes, tecer inferências sobre o movimento ainda persistiram em diversas escalas, de forma semelhante ao trazido por McDermott, Rosenquit e van Zee (1987). Por exemplo, um elemento que dificultou o início do processo de análise dos gráficos por parte dos estudantes foi a simbologia empregada pelo programa para representar as diversas grandezas e suas componentes, o que não era habitual para os estudantes até aquele momento. O que traz um sinal positivo ao saldo neste objetivo é o número crescente ao longo da realização das análises das atividades experimentais de estudantes que passaram a realizar a identificação correta da representação simbólica empregada no

software, indicando que a persistência no processo de análise empregado pode, num prazo maior do que durou este estudo, trazer resultados animadores.

Diferente do método tradicionalmente utilizado em sala de aula para ensinar sobre a descrição cinemática dos movimentos, o emprego da técnica da análise por meio de vídeos permite um contato mais ativo e engajado por parte dos estudantes com os fenômenos estudados. Assim como preconizado por Novak & Gowin (1984) e apontado por Heidemann, Araújo & Veit (2012), *o conhecimento tem que ser construído* e o processo adotado permitiu estimular diversos momentos de reflexão aos estudantes. A começar pela gravação, na qual os estudantes refletiram sobre as condições do meio que podem interferir no movimento do móvel analisado e as condições de registro do movimento. O passo seguinte foi o de, com o auxílio do Diagrama V, estimular que os estudantes manifestassem suas concepções e fizessem asserções acerca do que pensavam sobre o movimento e sobre as características que pensavam que o mesmo apresentava, como variação de velocidade, aceleração e deslocamento.

O estudante é, então, convidado a apresentar suas conclusões e confrontá-las perante suas asserções prévias, discutindo sobre as alterações conceituais que podem ter surgido em suas análises. Dessa forma, conclui-se, assim como Capelleto (2009) o fez para o Diagrama V, que há, principalmente quando se aplica rotineiramente este processo de análise, um ganho na capacidade de reflexão sobre um fenômeno analisado e no hábito de analisar com profundidade e objetividade científica. Todas estas vantagens evidenciadas são observadas tendo como parâmetro o modo como tradicionalmente são descritos os tipos de movimentos, muitas vezes desconexo com uma realidade objetiva e de forma passiva por parte dos estudantes.

Estabelece-se a vídeo-análise como uma ferramenta acessível e poderosa de aquisição de dados e análise de movimentos, conforme também relatado por Araújo et al. (2017), Martins et al. (2013), Bonvent Jr & Aranha (2015) e Bezerra Jr. et al. (2015).

6.3 Conclusões acerca do emprego do diagrama V

Assim como a evolução do conhecimento, o Diagrama V (Gowin, 1981) fornece uma rotina de reconstrução, orientando a adaptação a realidades diferentes daquelas em que fora aplicado inicialmente. Os Diagramas V estruturados e aplicados neste estudo apresentaram aspectos também levantados por Andres et al. (2007), mostrando-se eficazes na busca de

fornecer diretrizes para que os estudantes mantivessem o foco na atividade experimental e pudessem refletir sobre os processos realizados, bem como facilitando a síntese dos resultados e, dessa forma, permitindo a construção de coerência ao longo do trabalho como um todo.

Na mesma perspectiva relatada por Wesoly & Costa (2008) e Prado & Ferracioli (2017), à medida que os estudantes se familiarizaram com o Diagrama V e com as etapas de análise do experimento, eles incorporaram e passaram a utilizar o Diagrama V de maneira natural como qualquer outro instrumento com o qual já tivessem trabalhado anteriormente, entendendo suas partes e respeitando a linha crescente na construção dos conceitos.

A estruturação do Diagrama V-*Conceitual* e do Diagrama V-*Experimental* partiu da proposta de levar o estudante a engajar em um processo de atenção e reflexão durante a realização do experimento, evitando, dessa forma, o desenvolvimento da atividade de forma mecânica e não e significativa conforme apontado por Novak e Gowin (1984). Dessa forma, considerando o objetivo desse estudo que foi o de investigar a utilização do Diagrama V como elemento estruturador, tanto do estudo de um fenômeno – Diagrama V-*Conceitual*, quanto da gravação desse fenômeno e vídeo-análise dessa gravação com o Tracker® – Diagrama V-*Experimental*, foi possível observar que esta proposta foi exitosa na medida que observou-se que houve um engajamento deles na atividade, durante a realização das atividades no laboratório de informática. Além disso, conforme os procedimentos no laboratório tornaram-se rápidos e imediatos na medida em que os alunos ganharam habilidade em sua realização, o uso do Diagrama V proporcionou uma ocupação do tempo e a manutenção do foco dos estudantes durante toda a aula, buscando respostas para a análise física dos movimentos, conforme relatado por Capelleto (2009) e Pereira & Ferracioli (2017).

Por outro lado, a proposta de utilizar o Diagrama V como instrumento de coleta de dados pode ser classificada, em linhas gerais, como eficiente, abrangente e organizada, o que já se esperava após a leitura de Andrés et al. (2007) que afirma que o Diagrama V é uma ferramenta orientadora para o trabalho cooperativo, que permite a troca de significados pelos estudantes e para que entendam que existe uma relação intrínseca e inseparável entre os aspectos teórico e metodológico no método científico.

Apesar de cada campo do Diagrama V parecer com uma questão aberta, o que poderia, em outras situações, tornar difíceis o preenchimento e a posterior análise do mesmo, foi possível identificar que os princípios que embasavam o conteúdo e a estrutura do Diagrama V também permitiram que o preenchimento fosse realizado de maneira objetiva e com uma

consequente lógica para as discussões e reflexões sobre o realizado. Essa sistemática, também, refletiu no processo de avaliação dos estudantes: através dos Diagramas V preenchidos e dos critérios de avaliação dos mesmo, esses constituíram-se em critérios claros para a avaliação do desenvolvimento dos estudantes.

Para finalizar, os resultados aqui relatados apontam que a utilização do Diagrama V como elemento estruturador e instrumento de coleta de dados em uma atividade experimental em aulas de Física empregando a técnica de vídeo-análise através do software Tracker® com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio revelou-se oportuna e eficiente tanto para levar os estudantes ao engajamento em uma postura atenta e reflexiva de articulação entre o *pensar* e o *fazer* em uma atividade experimental quanto para auxiliar o professor no processo de avaliação desses estudantes. A próxima etapa é expandir as mesmas atividades realizadas, aprofundando aspectos da avaliação e sua inserção no processo formal de aula.

6.4 Minhas considerações pessoais

Desde a época em que foi desenvolvido o estudo com o emprego do Diagrama V por mim, Adriano Ricardo da Silva Trabach, o tenho feito de maneira sistemática e a variedade de atividades em que tenho empregado a ferramenta cada vez mais se expande, assim como tenho utilizado a vídeo-análise em outros campos de estudo fora da Cinemática. Os estudantes têm me relatado fazer mais sentido a forma de pensar ao analisar um problema seguindo os pressupostos e a forma de construção do “Vê” e a minha visão pessoal vai neste mesmo sentido, uma vez que o Diagrama V tornou factível o meu anseio por uma ferramenta de orientação e avaliação processual dos fenômenos, bem como a vídeo-análise proporciona uma revitalização às minhas aulas do módulo de mecânica para os estudantes do Ensino Médio.

Capítulo 7

Referências

ANDRÉS, M.; MENESES, J.; PESA, M. (2006ª). **Efectividad meta cognitiva de La heurística V de Gowin em trabajos de laboratório centrados em la resolución de situaciones problemáticas.** *Memorias Del V encuentro sobre Aprendizaje Significativo*. Madrid. Publicada em Indivisa: Boletín de Estudios e Investigación, 2007, Nº extraordinário. PP. 203-216.

ARAÚJO, I. S., VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. (2004) Atividades de Modelagem Computacional no Auxílio à Interpretação de Gráficos da Cinemática. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, nº 2, p. 179-184.

BATISTA, I. L; NASCIMENTO, E. G. **União da História da Ciência com o V de Gowin: um estudo na formação de professores nas séries iniciais**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 11 No 2, 2011.

BATISTELLA, C.A.R. **Atividades de Ótica Exploradas no Ensino Médio através de Reflexões Epistemológicas com o Emprego do V de Gowin.** Dissertação (mestrado em Ensino de Física – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física- Instituto de Física- UFRGS), Porto Alegre, 2007.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física 19(3), 291–313. 2002.

CAPPELLETO, E. **O VÊ de Gowin Conectando Teoria e Experimentação em Física Geral:** Questões Didáticas, Metodológicas e Epistemológicas Relevantes ao Processo. Dissertação de

Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

FERRACIOLI, L. O V epistemológico como Instrumento Metodológico para o processo de Investigação. 2005, **Revista Didática Sistêmica**, Fundação Universidade Federal do Rio Grande.

FERRACIOLI, L.; GOMES, T. MARQUES, R.; MULINARI, M.H.; OLIVEIRA, R.R.; CAMILETTI, G.G.; MORELATO, F.; FEHSENFELD, K.; VERBENO, C.H. **Ambientes de Modelagem Computacional no Aprendizado Exploratório de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.29, n.2 Especial, p. 679-707, 2012.

FERRACIOLI, L. **O Diagrama V no Ensino Experimental**. 2018, Publicação Interna do ModeLab. Departamento de Física, Universidade Federal do Espírito Santo.

GOWIN, D.B.(1981) **Educating**. Ithaca, Cornel University Press.

GOWIN, D.B.; ALVAREZ, M.C. **The Art Educating with V Diagrams.** Cambridge University Press, New York, 2005.

LEBOEUF, H. .A; BATISTA, I. L. **O uso do "v" de Gowin na formação docente em ciências para os anos iniciais do ensino fundamental.** Investigações em Ensino de Cências**.** V. 18, n.3, 2013. P. 697-721.

PRADO, R. T.; FERRACIOLI, L. **Utilização do Diagrama V em Experimentos de Física em Sala de Aula de Ensino Médio**. In: 5º ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2014, Belém. Anais 5º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, Belém PA. ENAS, 2014.

PRADO, R. T. **A Utilização do Diagrama V em Atividades Experimentais de Física em Sala de Aula de Ensino Médio**. 2015. Dissertação de Mestrado – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

PRADO, R. T.; FERRACIOLI, L. (2017) **Utilização do Diagrama V em Atividades Experimentais de Magnetismo em Sala de Aula de Ensino Médio**, *Revista do Professor de Física*, 1(1), p. 1-14. Disponível em: http://periodicos.unb.br/ojs311/index.php/rpf/article/view/7083 (Acessado: 5agosto2018).

NOVAK, J.D. and GOWIN, D. B. **Learning How To Learn**. New York: Cambridge University Press. 1984.

LEITÃO, L. I.; TEIXEIRA, P F DornDeles; DA ROCHA, F S. **A vídeo-análise como recurso voltado ao ensino de física experimental: um exemplo de aplicação na mecânica**. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, v. 6, n. 1, p. 18-32, 2011.

PACHECO, S. M. V.; DAMASIO F. (junho de 2009), **Mapas conceituais e diagramas V: ferramentas para o ensino, a aprendizagem e a avaliação no ensino técnico**, disponível em http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_2/m318352.pdf; acessado em 8 de Abril de 2018.

PACHECO, S. M. V.; DAMASIO, F. **Mapas conceituais e Diagramas V: ferramentas para o ensino, a aprendizagem e a avaliação no ensino técnico**, Ciências & Cognição, v. 14, n. 2, p. 166-193, 2009.

SILVA, F. R.; SOUZA, M. C. S. **A formação inicial de professores de física para a abordagem de ensino CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e o uso do diagrama epistemológico de Gowin.** Revista Educação, Cultura e Sociedade, v. 2, n. 1, 2012.

TAO, P.K., GUNSTONE, R.F. **Conceptual Change in Science through Collaborative Learning at the computer. International Journal of Science Education**. v. 21(1), pp.39-57, 1999.

WESOLY, C. E.; COSTA, S. S. C. **O Vê de Gowin como mediador de significados para aulas de laboratório de Física no Ensino Médio**. In: ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2., 2008,

ANEXOS

ANEXO A: MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO *SOFTWARE TRACKER®*

1. Apresentação do software

O Tracker é um software aberto de análise de imagens e vídeos que foi projetado por Douglas Brown, professor da faculdade de Cabrillo College, Califórnia, EUA e criado em parceria com o Open Source Physics, uma comunidade de colaboração em âmbito mundial. Este software pode ser executado em qualquer sistema operacional, pois depende apenas da máquina virtual Java instalada.

A seguir será apresentada a tela inicial e a localização de cada uma das principais ferramentas que são empregadas na análise.

2. Tela inicial

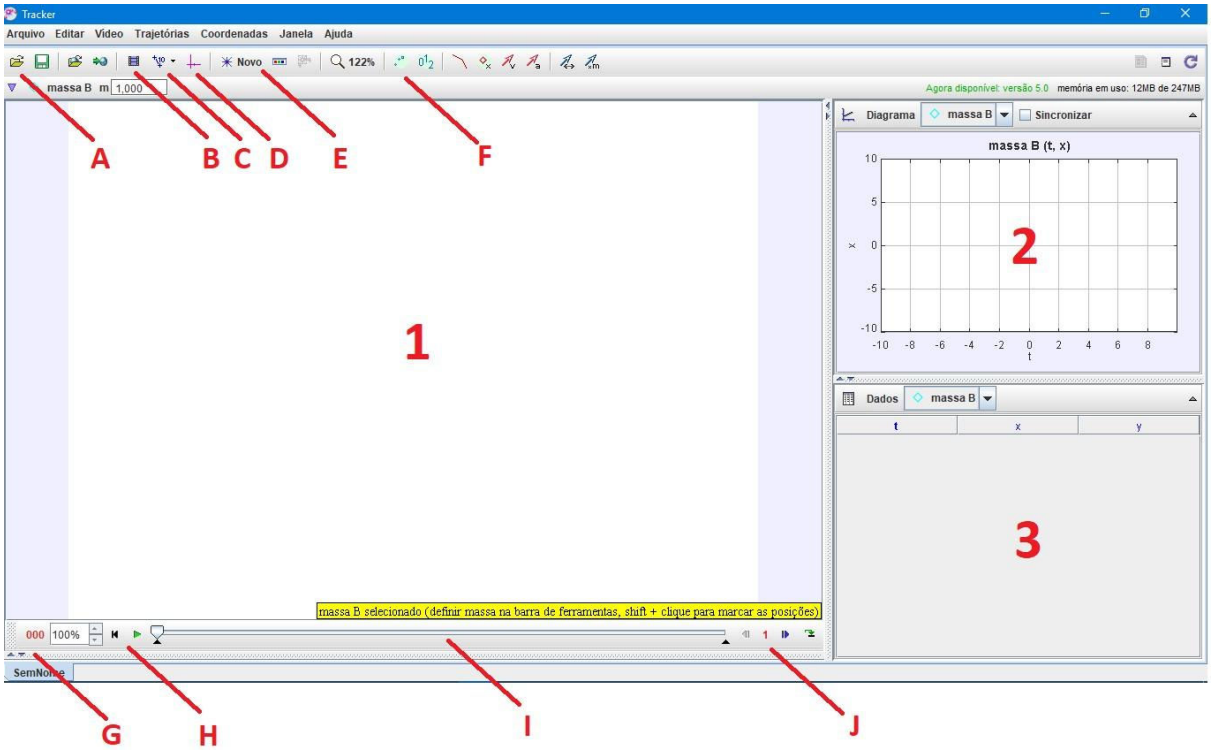


Figura A33: Tela inicial do *software Tracker* com os principais recursos em destaque

LEGENDA DA FIGURA XX:

- **Espaços de exibição:**

1 – Região de exibição da Imagem do vídeo;

2 – Região de exibição dos gráficos gerados durante a análise;

3 – Região de exibição da tabela gerada durante a análise.

- **Principais ferramentas**

A – Abrir vídeo;

B – Configurações de reprodução do vídeo;

C – Configurar calibração das medidas de espaço;

D – Configurar referenciais cartesianos;

E – Configurar a marcação e a identificação das posições ocupadas por um móvel de maneira manual;

F – Configurar a densidade de exibição das posições ocupadas pelo móvel;

G – Configura a forma de marcação das posições do móvel;

H – Controle de reprodução do vídeo;

I – Barra de reprodução do vídeo;

J – Configura o andamento do vídeo.

As próximas seções destinam-se à descrever como empregar cada uma das ferramentas principais identificadas.

3. Abrir vídeo

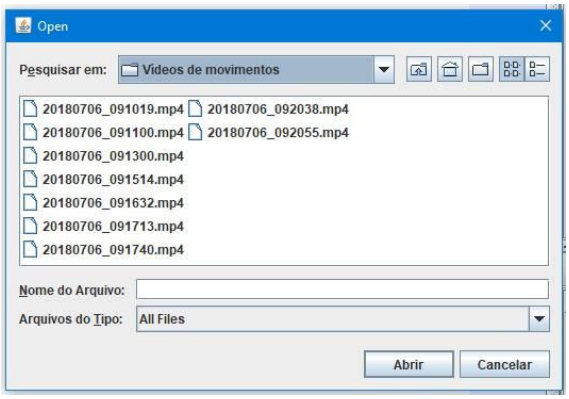


Figura A34: Janela de abertura de vídeo para análise

Ao clicar nesta ferramenta, abrirá uma janela de navegação para que se localize o local do computador em que está salvo o vídeo a ser analisado, como na figura xx.

4. Configurações de reprodução do vídeo

Clicando nesta ferramenta abrirá uma pequena janela, como na figura xx, na qual poderão ser configurados os seguintes itens:

“Start frame” = Quadro inicial – É o quadro em que se inicia a análise do movimento. Com isto, pode-se descartar um trecho inicial desnecessário do vídeo.

“End frame” = Quadro final - É o quadro em que se finaliza a análise do movimento. Com isto, pode-se descartar um trecho final desnecessário do vídeo.

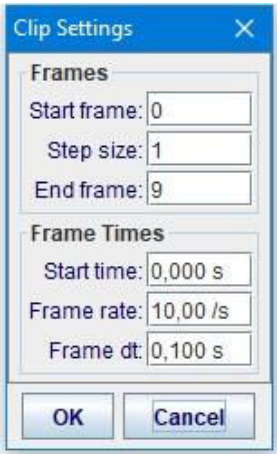


Figura A35: Janela de configuração da reprodução do vídeo durante a análise

"Step size" = Tamanho do passo – ajusta o andamento em que o vídeo será reproduzido, isto é, a quantidade de quadros que serão "pulados" por vez durante a reprodução e a análise do vídeo.

É possível também fazer as configurações tomando como base o tempo, isto é, ajustar o *start frame* - quadro de início , a *frame rate* - velocidade dos quadros e o *frame dt* – intervalo de tempo entre os quadros com base nos instantes de tempo durante a reprodução do vídeo.

5. Configurar calibração das medidas de espaço

Clicando neste item, irá se escolher a forma como se calibrará o *software* para a medição do espaço a fim de determinar valores distâncias e deslocamentos efetuados, bem como o valor de grandezas derivadas destas como velocidade e aceleração.

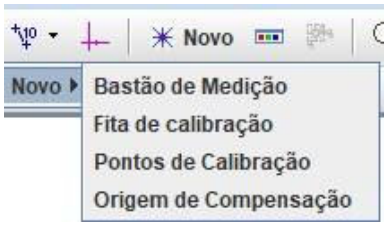


Figura A36: Janela de seleção da ferramenta de calibração das medidas de espaço

Utilizando o bastão de calibração irá aparecer sobre a imagem da reprodução do vídeo uma pequena barra azul que funcionará como uma trena para a medição e identificação de uma medida de referência. Após posicionado o bastão de calibração, deve-se clicar no espaço de texto sobre o mesmo e digitar o valor correspondente já feita a correspondência para a unidade de medida que for mais apropriada para o fenômeno analisado.

Dicas:

1. Utilize o zoom para ampliar a imagem e poder fazer um melhor ajuste do bastão nas extremidades do objeto a ser medido;

2. Sempre faça a medida de calibração no mesmo plano em que ocorre o movimento.

6. Configurar referencial cartesiano

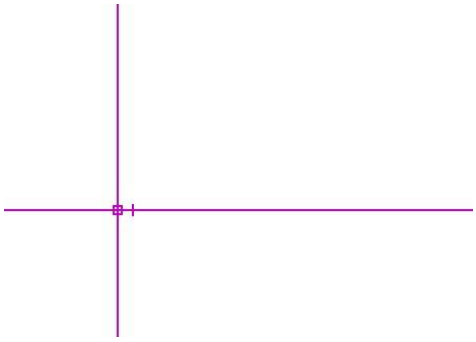


Figura A37: Imagem do par de eixos cartesianos que são utilizados como referencial no *Tracker*

Ao clicar nesta ferramenta, irá aparecer sobre o espaço de exibição do vídeo um parte de eixos cartesianos na cor rosa. Deve-se ajustar o posicionamento e a inclinação deste de forma que as medidas de espaço sejam realizadas de maneira inadequada.

Dicas:

1. Deve-se posicionar o par de eixos no plano do movimento que se deseja analisar;

2. A origem do sistema de coordenadas deve coincidir com pontos que propiciem medidas que facilitem a interpretação, como o solo para o eixo horizontal e a margem esquerda da tela de exibição do vídeo para o eixo vertical.

7. Configurar a marcação e a identificação das posições ocupadas por um móvel de maneira manual

Figura A38: Janela de inserção do objeto para marcação das posições ocupadas

Ao clicar em “Novo” e escolher a opção “Massa Pontual”, poderá ser feita a marcação de cada posição ocupada por um móvel que esteja no vídeo. Para isto, basta que se segure a tecla *Shift* do teclado do computador enquanto se clica sobre o ponto do objeto.

Dicas:

1. Sempre clique sobre o mesmo ponto do objeto que estiver analisando o movimento, para evitar distorções na análise;

2. Escolha pontos e regiões do móvel para fazer as marcações que se movam junto com o centro de massa do mesmo. Por exemplo, privilegie o ombro ou o quadril em detrimento de mãos e pés para analisar o movimento de uma pessoa caminhando.

7.1 Configurar a densidade de exibição das posições ocupadas pelo móvel

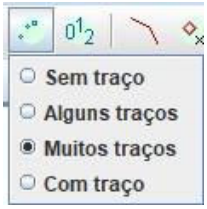


Figura A39: Janela de seleção da densidade de exibição das marcações feitas sobre a imagem do vídeo

De acordo com o fenômeno analisado pode se preferir que sejam exibidas mais ou menos marcações de posição sobre o espaço de exibição do vídeo. Obtém-se estas opções ao clicar sobre a ferramenta indicada na figura xx.

7.2 Configura a forma de identificação das posições do móvel

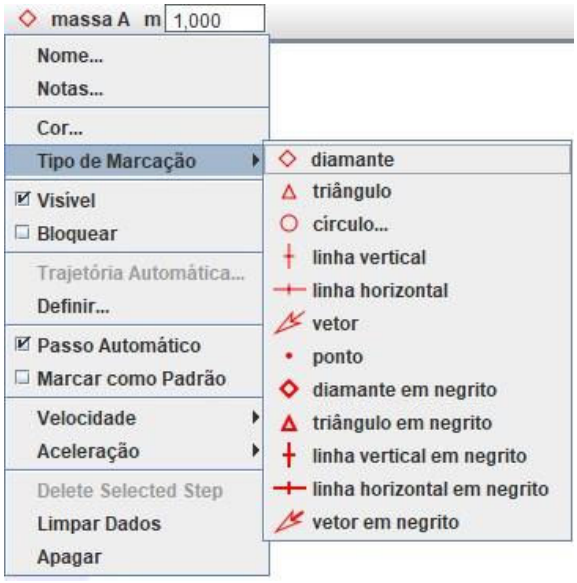


Figura A40: Janela de seleção da forma como as marcações são exibidas sobre a imagem do vídeo

Dependendo da análise que se deseja realizar, pode ser conveniente mudar a forma como cada posição é identificada sobre a imagem do vídeo, desde pontos até linhas que facilitam a identificação dos deslocamentos ou vetores.

Para realizar este ajuste é necessário ter inserido uma “Massa Pontual”, conforme a seção 7, e clicar sobre o nome “massa A” que aparecerá na cor vermelha e ir até a opção “Tipo de Marcação”, conforme a figura xx.

Repetindo os procedimentos das seções 7, 7.1 e 7.2 é possível inserir marcações diferentes para diferentes pontos de um móvel ou para analisar o movimento de diferentes móveis que aparecem no mesmo plano do movimento. Estes aparecerão como massa “B”, “C”, e assim por diante.

A próxima seção descreve como manipular a exibição dos gráficos gerados pelo *software*.

8. Gráficos

Os gráficos são gerados automaticamente durante o processo de marcação das posições ocupadas pelo móvel. É possível acompanhar cada ponto marcado sendo assinalado no gráfico no mesmo instante em que se clica sobre a imagem do movimento.

8.1 Ampliando a imagem do gráfico

Utilizando as setas destacadas na figura xx, podemos aumentar ou diminuir o tamanho do espaço de exibição dos gráficos, possibilitando uma melhor visualização do mesmo.

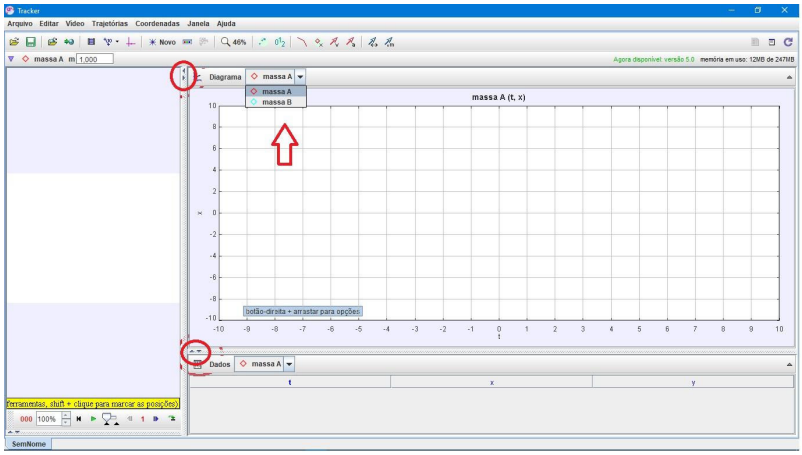


Figura A41: Locais de ajuste do tamanho do campo dos gráficos e de seleção do móvel sob análise

A seta em vermelho na figura xx indica onde clicar para poder escolher de qual dos móveis desejamos visualizar os gráficos.

8.2 Determinando as grandezas expressas nos gráficos e a densidade de gráficos visualizada ao mesmo tempo

Ao clicarmos sobre o símbolo da grandeza expressas em cada um dos eixos do gráfico podemos modificar a grandeza que está expressa ali, conforme mostra a figura xx.

Ao clicar onde está escrito Diagrama na figura xx, podemos escolher se desejamos visualizar 1, 2 ou 3 gráficos ao mesmo tempo, sendo que para cada gráfico podemos escolher grandezas diferentes para serem expressas. Não é possível visualizar gráficos de móveis diferentes ao mesmo tempo utilizando este recurso.

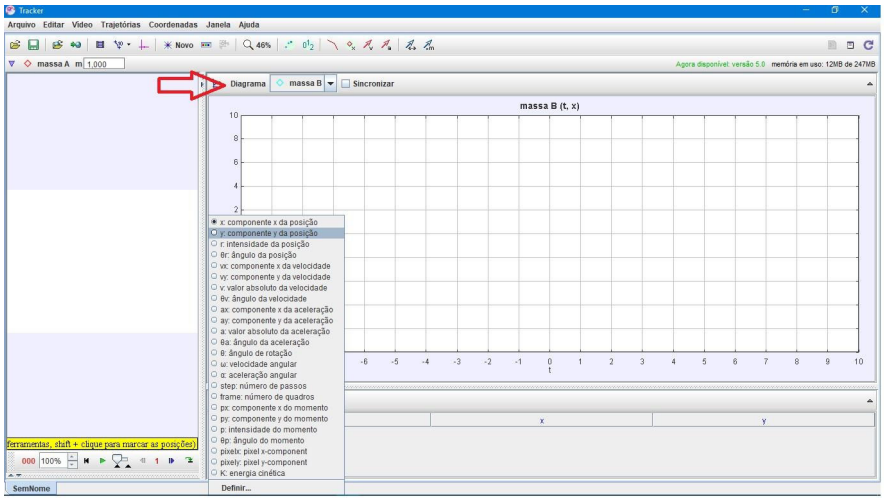


Figura A42: Local de identificação do número de gráficos que se deseja ver simultaneamente e Forma de alternar as grandezas exibidas nos eixos dos gráficos

8.3 Ajustando o fundo de escala dos valores das grandezas de cada eixo

As setas vermelhas mostradas na figura xx abaixo indicam as regiões em que se clicarmos com o botão esquerdo e mantê-lo segurado enquanto arrastamos nos sentidos indicados podemos ajustar a ordem de grandeza e a precisão dos valores que são mostrados nos eixos. Isto é especialmente útil ao lidarmos com experimentos em que os valores apresentam pequenas oscilações, causadas até mesmo no momento em que estamos clicando para marcar as posições ocupadas pelo móvel.

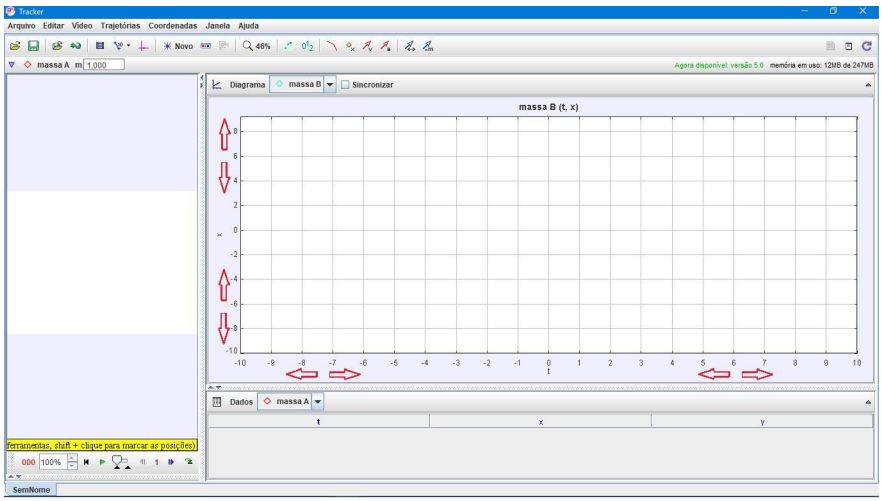


Figura A43: Local para ajuste do fundo de escala dos valores exibidos nos eixos dos gráficos

8.4 Copiando a imagem dos gráficos gerados

Para copiar as imagens dos gráficos gerados, basta clicar com o botão direito do mouse sobre a área do gráfico e escolher a opção “copiar imagem”. Depois disso, pode-se colar esta imagem no programa ou arquivo desejado.

9. Tabela

A tabela é gerada automaticamente durante o processo de marcação das posições ocupadas pelo móvel.

Na figura xx podemos ver destacados os seguintes recursos:

1º - Estão circuladas as setas de ajuste do tamanho do campo de visualização da tabela, o que permite aumentar ou reduzir este campo conforme for conveniente;

2º - Está indicado o local onde pode ser escolhido o móvel sobre o qual os dados serão visualizados na tabela, na imagem podem ser escolhidos “massa A” ou massa B” como móveis;

3º - Caso clique em “Dados”, conforme está indicado na figura, aparecerá uma janela, conforme está circulado na figura xx, na qual se faz a escolha de quais grandezas se quer que os dados sejam mostrados na tabela.

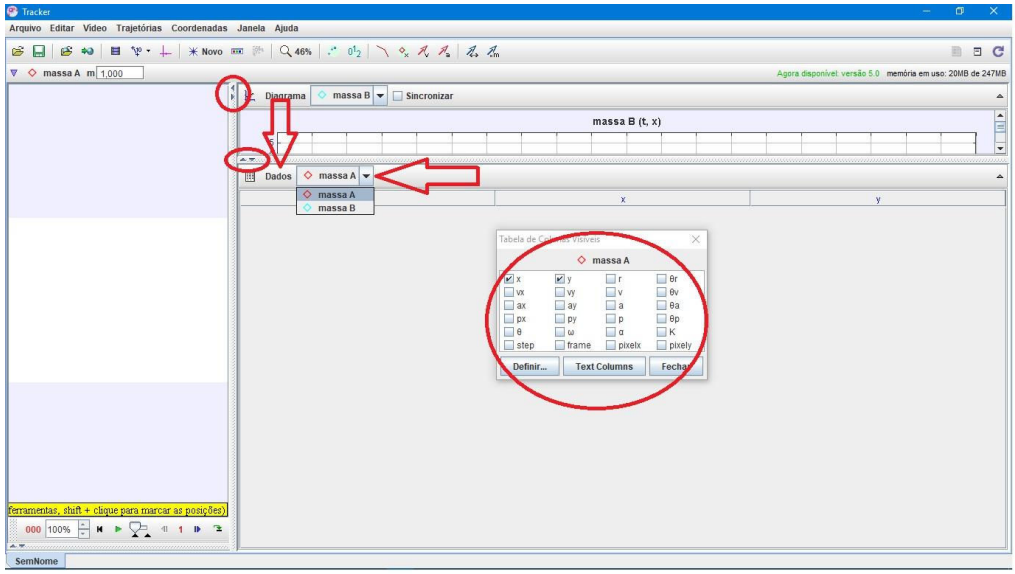


Figura A44: Ajustes no tamanho do campo de exibição da tabela e nas grandezas cujos valores serão exibidos

9.1 Copiando ou exportando os dados da tabela

A figura xx mostra a janela que se abre quando clicamos com o botão direito do mouse sobre a área da tabela.

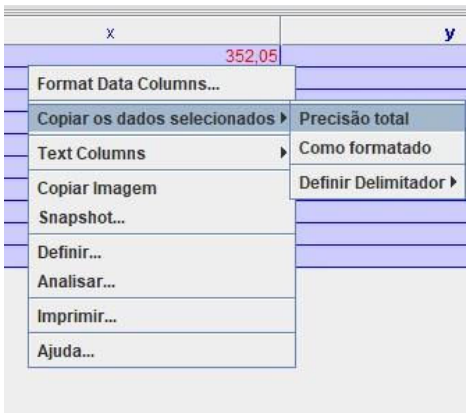


Figura A45: Como copiar a imagem e os dados da tabela gerada pelo *Tracker*

Podemos copiar a imagem da tabela selecionando a opção "Copiar imagem" nesta janela que se abre ou podemos escolher exportar os dados para analisá-los utilizando algum outro software que construa planilhas de análise de dados. Para fazer esta exportação dos dados é necessário que se selecione os dados que se deseja exportar e, sobre os dados selecionados se clique como o botão direito do mouse e se escolha a opção ""Copiar os dados selecionados" para então os colar no aplicativo construtor de planilhas.

10. Salvar o trabalho

Figura A46: Sando o trabalho realizado

Para salvar o trabalho realizado serão necessárias duas etapas:

1ª – Selecionar **Arquivo >>Guardar como...**, para salvar os dados de vídeo num arquivo compatível com o *Tracker;*

2ª – Selecionar **Arquivo>>Guardar Tabset como...**, para salvar toda a pasta de trabalho realizada com o *software* para uma trabalho futuro com base na mesma análise do vídeo.

11. Tutorial em vídeo

Caso queira assistir um tutorial em vídeo no qual veja como empregar os recursos detalhados neste manual é só ir acessar o link abaixo:

HTTPS://youtu.be/73mBrpHV3_0

Bibliografia

http://paginapessoal.utfpr.edu.br/lenz/tracker , acesso em 17 de julho de 2018 às 9:15, horário de Brasília.

Página criada e mantida pelo professor da Universidade Federal do Paraná Jorge Alberto Lenz para divulgação dos diversos trabalhos e pesquisas desenvolvidos com o *software Tracker* em parceria com alunos e outros professores da universidade. Para a concepção deste manual, baseou-se nos manuais que podem ser encontrados no link acima.

ANEXO B

	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO **Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física**	**SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO** **EEEFM São João Batista**	

Roteiro da Atividade no Laboratório de Informática
Análise do Movimento de uma jovem caminhando na sala de aula

ESTE ROTEIRO FOI ELABORADO COMO UM PASSO-A-PASSO PARA REALIZAR A ANÁLISE DOS VÍDEOS UTILIZANDO O SOFTWARE *TRACKER.*

PASSO 01: CARREGANDO O VÍDEO NO PROGRAMA

Com o Programa aberto, siga o caminho:

PASSO 02: CALIBRANDO O PROGRAMA
Agora que o vídeo já está carregado, vamos preparar o programa para análise:

Primeiro vamos escolher o quadro inicial no qual o móvel esteja aparecendo e o andamento do vídeo para que não seja rápido demais para a análise correta.

Clique em e selecione o quadro inicial ("Start frame") e o andamento ("Step size") apropriados na tela que surgirá e dê “ok”:

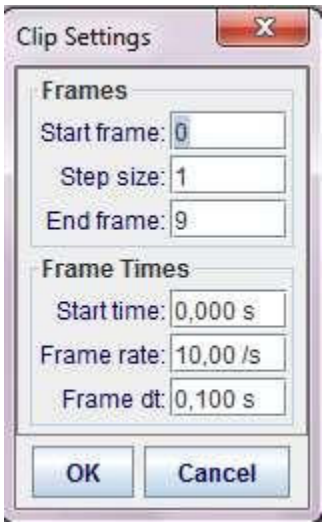


Figura A47: Ajustes no andamento da reprodução do vídeo

Marcado o início, vamos acrescentar agora os eixos coordenados para deixar os gráficos que irão ser elaborados perfeitamente ajustados.

Clique em e, após surgir o par de eixos na tela, clique no meio do mesmo e o posicione com o seguinte alinhamento:

- Parte horizontal: Alinhada com o piso ou mesa.
- Parte Vertical: Alinhada com a posição inicial do móvel.

Agora sim, o elemento chave da calibração: A fita métrica que indicará uma medida de comprimento.

Clique na seta ao lado da tecla e, em seguida

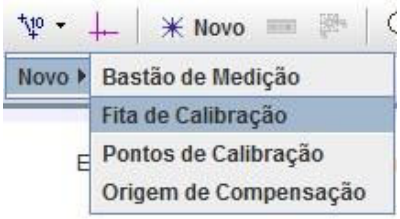


Figura A48: Calibração das medidas de espaço

Posicione as extremidades da fita de calibração nas extremidades do objeto medido em sala que aparece no vídeo analisado. Por fim, assinale no número central da fita de calibração o valor medido em sala para o comprimento do objeto.
IMPORTANTE: Só assinale o valor do objeto depois de posicionar a fita de calibração em suas extremidades, para evitar distorções de valor.
Por fim, vamos adicionar o elemento que permitirá registrar o movimento do móvel, em sua trajetória.

Clique em

e, em seguida, em

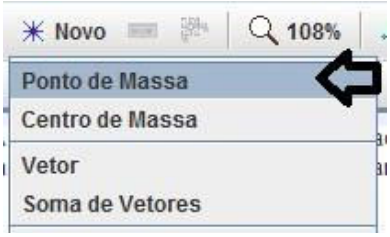


Figura A49: Inserção do ponto de marcação das posições

A partir daí, é só segurar pressionada a tecla *Shift* (Pode ser encontrada sobre a tecla *Ctrl*, com uma seta apontando para cima) e clicar sobre o ponto no qual se encontrar o móvel, até o final de sua trajetória.

PASSO 03: OBTENDO AS TRANSFORMAÇÕES GERADAS PELO SOFTWARE
Após marcar todas as posições do objeto, o programa irá fornecer gráficos e tabelas para o movimento do mesmo, na parte direita da tela. Para melhor visualizá-los, utilize as setas indicativas abaixo para a imagem deles ocuparem a tela inteira:

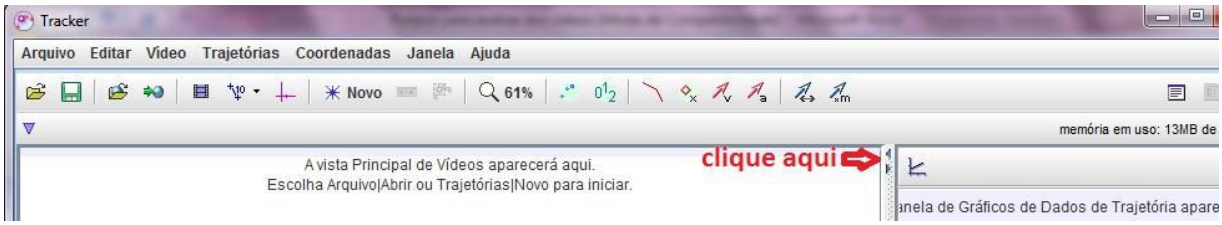


Figura A50: Alteração do tamanho do campo de visualização dos Gráficos

- Para alternar entre os vários gráficos gerados, clique na letra que se encontra ao lado esquerdo do eixo do gráfico gerado e selecione a que for necessária

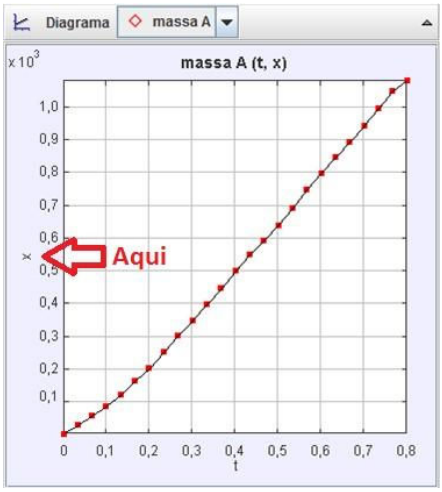


Figura A51: Alteração nas grandezas expressas no Gráfico

- ***Para copiar os gráficos, basta clicar com o botão direito do Mouse sobre os mesmos e escolher a opção "Copiar Imagem" e colando onde convir.***

ANEXO C

	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO **Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física**	**SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO** **EEEFM São João Batista**	

Roteiro da Atividade no Laboratório de Informática
Análise do Movimento de um carrinho tracionado por um elástico

ESTE ROTEIRO FOI ELABORADO COMO UM PASSO-A-PASSO PARA REALIZAR A ANÁLISE DOS VÍDEOS UTILIZANDO O SOFTWARE *TRACKER.*

PASSO 01: CARREGANDO O VÍDEO NO PROGRAMA

Com o Programa aberto, siga o caminho:

PASSO 02: CALIBRANDO O PROGRAMA
Agora que o vídeo já está carregado, vamos preparar o programa para análise:

Primeiro vamos escolher o quadro inicial no qual o móvel esteja aparecendo e o andamento do vídeo para que não seja rápido demais para a análise correta.

Clique em e selecione o quadro inicial ("Start frame") e o andamento ("Step size") apropriados na tela que surgirá e dê “ok”: (OS NÚMEROS ABAIXO SÃO APENAS FICTÍCIOS)

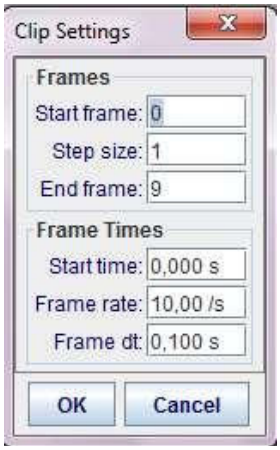


Figura A52: Ajustes no andamento da reprodução do vídeo

Marcado o início, vamos acrescentar agora os eixos coordenados para deixar os gráficos que irão ser elaborados perfeitamente ajustados.

Clique em e, após surgir o par de eixos na tela, clique no meio do mesmo e o posicione com o seguinte alinhamento:

- Parte horizontal: Alinhada com o piso ou mesa.
- Parte Vertical: Alinhada com a posição inicial do móvel.

Agora sim, o elemento chave da calibração: A fita métrica que indicará uma medida de comprimento.

Clique na seta ao lado da tecla e, em seguida

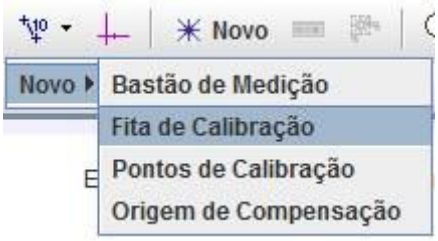


Figura A53: Calibração das medidas de espaço

Posicione as extremidades da fita de calibração nas extremidades do objeto medido em sala que aparece no vídeo analisado. Por fim, assinale no número central da fita de calibração o valor medido em sala para o comprimento do objeto.
IMPORTANTE: Só assinale o valor do objeto depois de posicionar a fita de calibração em suas extremidades, para evitar distorções de valor.
Por fim, vamos adicionar o elemento que permitirá registrar o movimento do móvel, em sua trajetória.

Clique em

e, em seguida, em

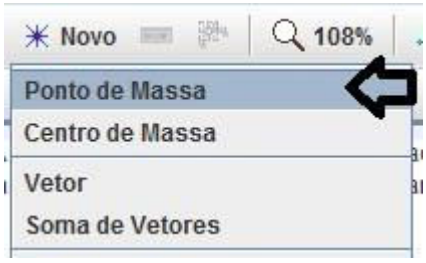


Figura A54: Inserção do ponto de marcação das posições

A partir daí, é só segurar pressionada a tecla *Shift* (Pode ser encontrada sobre a tecla *Ctrl*, com uma seta apontando para cima) e clicar sobre o ponto no qual se encontrar o móvel, até o final de sua trajetória.

PASSO 03: OBTENDO AS TRANSFORMAÇÕES GERADAS PELO SOFTWARE
Após marcar todas as posições do objeto, o programa irá fornecer gráficos e tabelas para o movimento do mesmo, na parte direita da tela. Para melhor visualizá-los, utilize as setas indicativas abaixo para a imagem deles ocuparem a tela inteira:

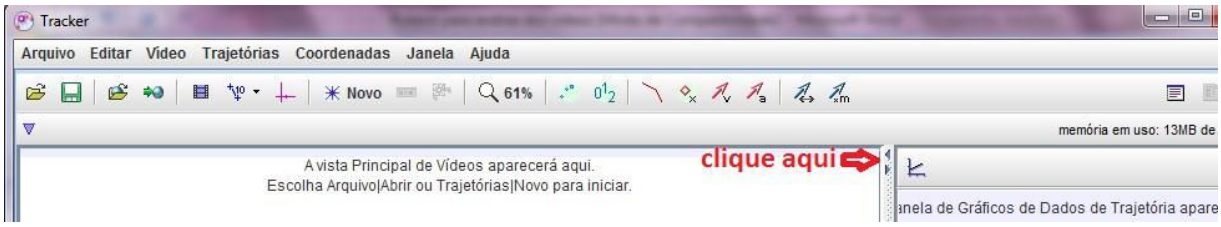


Figura A55: Alteração do tamanho do campo de visualização dos Gráficos

- Para alternar entre os vários gráficos gerados, clique na letra que se encontra ao lado esquerdo do eixo do gráfico gerado e selecione a que for necessária

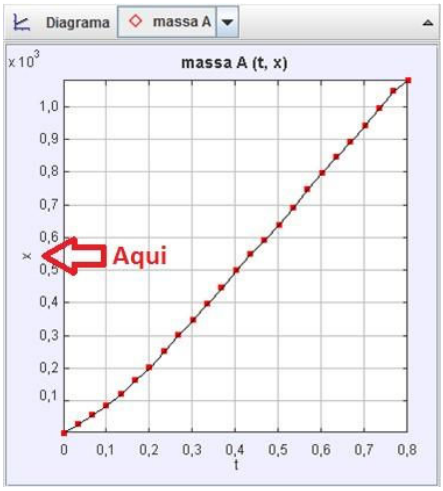


Figura A56: Alteração nas grandezas expressas no Gráfico

Vocês devem gerar os Gráficos de valores das seguintes grandezas:

- **Posição (Gráfico de x em função de t);**
- **Velocidade (Gráfico de v_x em função de t);**
- **Aceleração (Gráfico de a_x em função de t).**

ANEXO D

	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO **Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física**	**SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO** **EEEFM São João Batista**	

Roteiro da Atividade no Laboratório de Informática
Análise das Quedas de uma bola e de um boné

ESTE ROTEIRO FOI ELABORADO COMO UM PASSO-A-PASSO PARA REALIZAR A ANÁLISE DOS VÍDEOS UTILIZANDO O SOFTWARE *TRACKER.*

PASSO 01: CARREGANDO O VÍDEO NO PROGRAMA

Com o Programa aberto, siga o caminho:

PASSO 02: CALIBRANDO O PROGRAMA
Agora que o vídeo já está carregado, vamos preparar o programa para análise:

Primeiro vamos escolher o quadro inicial no qual o móvel esteja aparecendo e o andamento do vídeo para que não seja rápido demais para a análise correta.

Clique em e selecione o quadro inicial ("Start frame") e o andamento ("Step size") apropriados na tela que surgirá e dê “ok”: (OS NÚMEROS ABAIXO SÃO APENAS FICTÍCIOS)

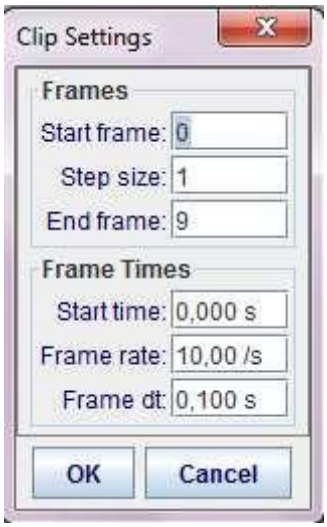


Figura A57: Ajustes no andamento da reprodução do vídeo

Marcado o início, vamos acrescentar agora os eixos coordenados para deixar os gráficos que irão ser elaborados perfeitamente ajustados.

Clique em e, após surgir o par de eixos na tela, clique no meio do mesmo e o posicione com o seguinte alinhamento:

- Parte horizontal: Alinhada com o piso ou mesa.
- Parte Vertical: Alinhada com a posição inicial do móvel.

Agora sim, o elemento chave da calibração: A fita métrica que indicará uma medida de comprimento.

Clique na seta ao lado da tecla e, em seguida

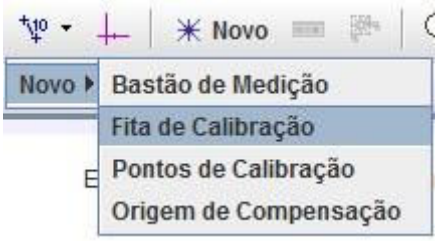


Figura A58: Calibração das medidas de espaço

Posicione as extremidades da fita de calibração nas extremidades do objeto medido em sala que aparece no vídeo analisado. Por fim, assinale no número central da fita de calibração o valor medido em sala para o comprimento do objeto.
IMPORTANTE: Só assinale o valor do objeto depois de posicionar a fita de calibração em suas extremidades, para evitar distorções de valor.
Por fim, vamos adicionar o elemento que permitirá registrar o movimento do móvel, em sua trajetória.

Clique em

e, em seguida, em

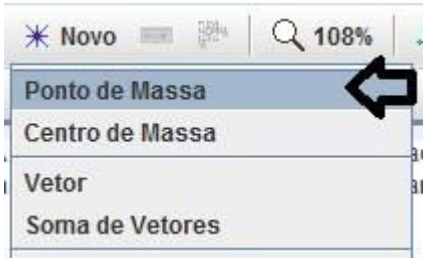


Figura A59: Inserção do ponto de marcação das posições

A partir daí, é só segurar pressionada a tecla *Shift* (Pode ser encontrada sobre a tecla *Ctrl*, com uma seta apontando para cima) e clicar sobre o ponto no qual se encontrar o móvel, até o final de sua trajetória.

PASSO 03: OBTENDO AS TRANSFORMAÇÕES GERADAS PELO SOFTWARE
Após marcar todas as posições do objeto, o programa irá fornecer gráficos e tabelas para o movimento do mesmo, na parte direita da tela. Para melhor visualizá-los, utilize as setas indicativas abaixo para a imagem deles ocuparem a tela inteira:

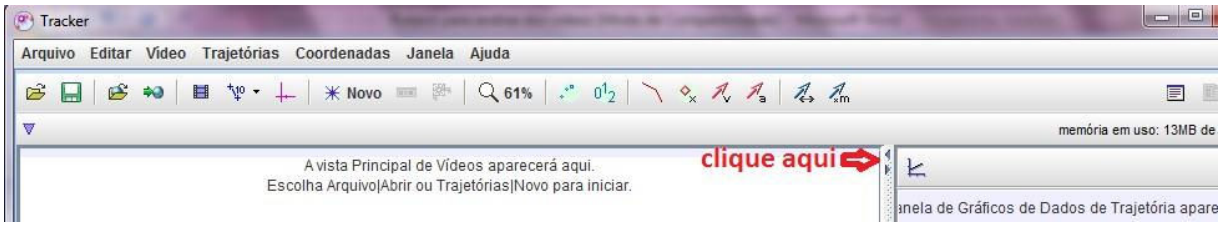


Figura A60: Alteração do tamanho do campo de visualização dos Gráficos

- Para alternar entre os vários gráficos gerados, clique na letra que se encontra ao lado esquerdo do eixo do gráfico gerado e selecione a que for necessária

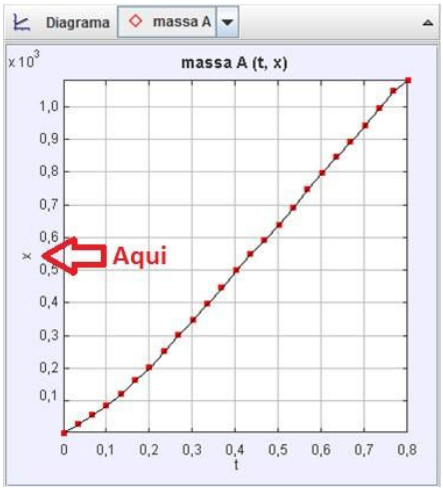


Figura A61: Alteração nas grandezas expressas no Gráfico

Vocês devem gerar os Gráficos de valores das seguintes grandezas:

- **Posição (Gráfico de y em função de t);**
- **Velocidade (Gráfico de v_y em função de t);**
- **Aceleração (Gráfico de a_y em função de t).**

ANEXO E

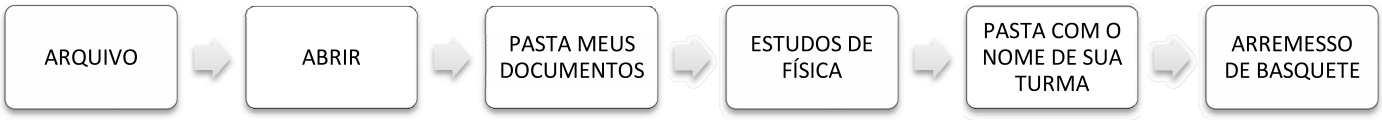
	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO **Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física**	**SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO** **EEEFM São João Batista**	

Roteiro da Atividade no Laboratório de Informática
Análise do Lançamento de uma Bola de Basquete

ESTE ROTEIRO FOI ELABORADO COMO UM PASSO-A-PASSO PARA REALIZAR A ANÁLISE DOS VÍDEOS UTILIZANDO O SOFTWARE *TRACKER.*

PASSO 01: CARREGANDO O VÍDEO NO PROGRAMA

Com o Programa aberto, siga o caminho:



PASSO 02: CALIBRANDO O PROGRAMA
Agora que o vídeo já está carregado, vamos preparar o programa para análise:

Primeiro vamos escolher o quadro inicial no qual o móvel esteja aparecendo e o andamento do vídeo para que não seja rápido demais para a análise correta.

Clique em e selecione o quadro inicial ("Start frame") ***quando o movimento se inicia*** e o andamento ("Step size") ***para controlar a rapidez da passagem do vídeo*** na tela que surgirá e dê "ok": (OS NÚMEROS ABAIXO SÃO APENAS FICTÍCIOS)

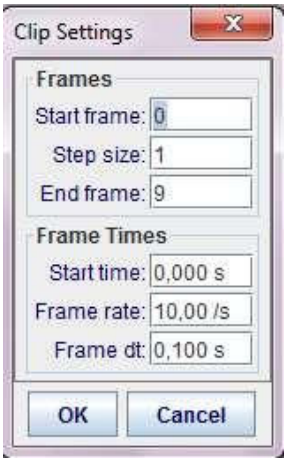


Figura A62: Ajustes no andamento da reprodução do vídeo

Marcado o início, vamos acrescentar agora os eixos coordenados para deixar os gráficos que irão ser elaborados perfeitamente ajustados.

Clique em e, após surgir o par de eixos na tela, clique no meio do mesmo e o posicione com o seguinte alinhamento:

- Parte horizontal: Alinhada com o piso perto dos pés do jogador.
- Parte Vertical: Alinhada com a Trave.

Agora sim, o elemento chave da calibração: A fita métrica que indicará uma medida de comprimento.

Clique na seta ao lado da tecla e, em seguida

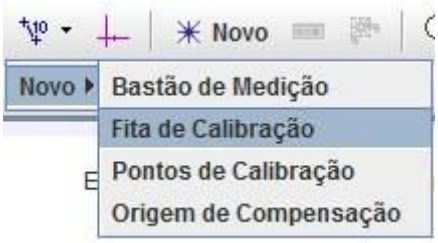


Figura A63: Calibração das medidas de espaço

Posicione as extremidades da fita de calibração nas extremidades do objeto medido em sala que aparece no vídeo analisado. Por fim, assinale no número central da fita de calibração o valor medido em sala para o comprimento do objeto.
IMPORTANTE: Só assinale o valor do objeto depois de posicionar a fita de calibração em suas extremidades, para evitar distorções de valor.
Por fim, vamos adicionar o elemento que permitirá registrar o movimento do móvel, em sua trajetória.

Clique em

e, em seguida, em

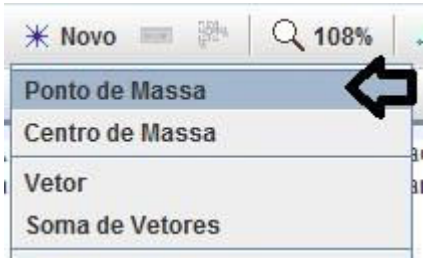


Figura A64: Inserção do ponto de marcação das posições

A partir daí, é só segurar pressionada a tecla *Shift* (Pode ser encontrada sobre a tecla *Ctrl*, com uma seta apontando para cima) e clicar sobre o ponto no qual se encontrar o móvel, até o final de sua trajetória.

PASSO 03: OBTENDO AS TRANSFORMAÇÕES GERADAS PELO SOFTWARE
Após marcar todas as posições do objeto, o programa irá fornecer gráficos e tabelas para o movimento do mesmo, na parte direita da tela. Para melhor visualizá-los, utilize as setas indicativas abaixo para a imagem deles ocuparem a tela inteira:

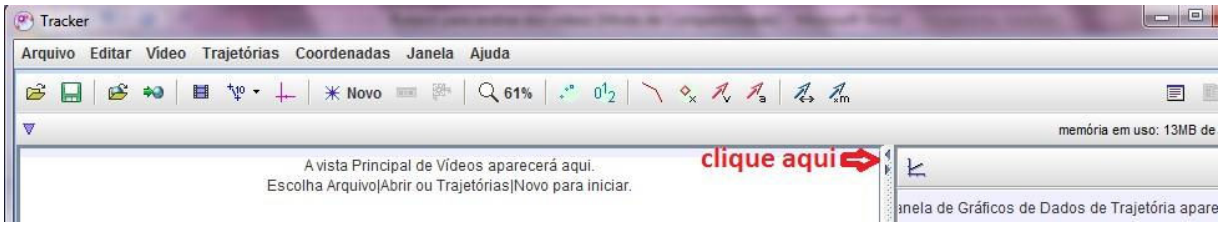


Figura A65: Alteração do tamanho do campo de visualização dos Gráficos

- Para alternar entre os vários gráficos gerados, clique na letra que se encontra ao lado esquerdo do eixo do gráfico gerado e selecione a que for necessária

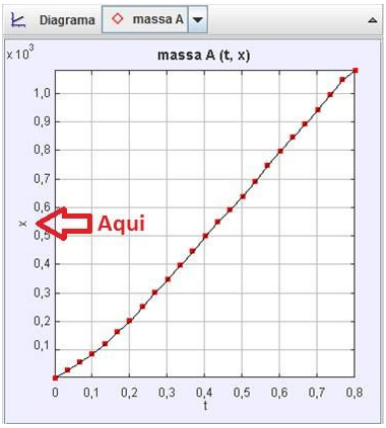


Figura A66: Alteração nas grandezas expressas no Gráfico

Vocês devem gerar os Gráficos de valores das seguintes grandezas (SÃO 6 GRÁFICOS):

- **Posição (Gráfico de x em função de t);**
- **Velocidade (Gráfico de v_x em função de t);**
- **Aceleração (Gráfico de a_x em função de t).**
- **Posição (Gráfico de y em função de t);**
- **Velocidade (Gráfico de v_y em função de t);**
- **Aceleração (Gráfico de a_y em função de t).**

2018

Vídeo-Análise e Diagrama V:

Estruturando Atividades Experimentais em Sala de Aula de Física

Este material é produto do trabalho desenvolvido no âmbito do Mestrado profissional em Ensino de Física desenvolvido por Adriano Ricardo da Silva Trabach sob a orientação do Professor Dr. Laércio Evandro Ferracioli, do Departamento de Física da Universidade Federal do Espírito Santo.

Adriano Ricardo da Silva Trabach
EEEFM SÃO JOÃO BATISTA
08/06/2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Adriano Ricardo da Silva Trabach e Laércio Evandro Ferracioli

VÍDEO-ANÁLISE E DIAGRAMA V: ESTRUTURANDO ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM SALA DE AULA DE FÍSICA

Vitória – ES
Agosto – 2018

SUMÁRIO

Apresentação .....

1. **O Vê Epistemológico de Gowin ou Diagrama V** 128

1.1 O Diagrama V na literatura 130

1.2 O Diagrama V como Estruturador da Atividade Experimental com o software Tracker® 130

2. **Diagrama V-Conceitual** 132

3. **Diagrama V-Experimental** 133

4. **Tecnologia no Ensino de Física: a vídeo-análise e o *software Tracker*** 134

5. **MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO *SOFTWARE TRACKER*®** 135

5.1. Apresentação do software 135

5.2. Tela inicial 135

6.3. Abrir vídeo 136

5.4. Configurações de reprodução do vídeo 136

5.5. Configurar calibração das medidas de espaço 137

5.6. Configurar referencial cartesiano 138

5.7. Configurar a marcação e a identificação das posições ocupadas por um móvel de maneira manual 138

5.7.1 Configurar a densidade de exibição das posições ocupadas pelo móvel 139

5.7.2 Configurar a forma de identificação das posições do móvel 139

5.8. Gráficos 140

5.8.1 Ampliando a imagem do gráfico 140

5.8.2 Determinando as grandezas expressas nos gráficos e a densidade de gráficos visualizada ao mesmo tempo 140

5.8.3 Ajustando o fundo de escala dos valores das grandezas de cada eixo 141

5.8.4 Copiando a imagem dos gráficos gerados 141

5.9. Tabela 142

5.9.1 Copiando ou exportando os dados da tabela 142

5.10. Salvar o trabalho 143

5.11. Tutorial em vídeo 143

6. **Roteiro Básico de utilização do *Tracker*** 144

7. **Referências Bibliográficas** 147

ANEXO A 150

Critérios de Avaliação dos Diagramas V 150

Critérios de avaliação do Diagrama V – Conceitual (V-Conceitual) 150

Critérios de avaliação do Diagrama V – Experimental (V-Experimental) 151

Índice de Figuras

Figura 01: O V Epistemológico de Gowin (Ferracioli, 2005) 129
Figura 02: Diagrama V-Conceitual 132
Figura 03: Diagrama V-Experimental 133
Figura 04: Tela inicial do *software Tracker* com os principais recursos em destaque 135
Figura 05: Janela de abertura de vídeo para análise 136
Figura 06: Janela de configuração da reprodução do vídeo durante a análise 137
Figura 07: Janela de seleção da ferramenta de calibração das medidas de espaço 137
Figura 08: Imagem do par de eixos cartesianos que são utilizados como referencial no *Tracker* 138
Figura 09: Janela de inserção do objeto para marcação das posições ocupadas 138
Figura 10: Janela de seleção da densidade de exibição das marcações feitas sobre a imagem do vídeo 139
Figura 11: Janela de seleção da forma como as marcações são exibidas sobre a imagem do vídeo 139
Figura 12: Locais de ajuste do tamanho do campo dos gráficos e de seleção do móvel sob análise 140
Figura 13: Local de identificação do número de gráficos que se deseja ver simultaneamente e Forma de alternar as grandezas exibidas nos eixos dos gráficos 141
Figura 14: Local para ajuste do fundo de escala dos valores exibidos nos eixos dos gráficos 141
Figura 15: Ajustes no tamanho do campo de exibição da tabela e nas grandezas cujos valores serão exibidos 142
Figura 16: Como copiar a imagem e os dados da tabela gerada pelo *Tracker* 143
Figura 17: Salvando o trabalho realizado 143
Figura 18: Ajustes no andamento da reprodução do vídeo 145
Figura 19: Calibração das medidas de espaço 145
Figura 20: Inserção do ponto de marcação das posições 146
Figura 21: Alteração do tamanho do campo de visualização dos Gráficos 146
Figura 22: Alteração nas grandezas expressas no Gráfico 146

Apresentação

Este material é produto do trabalho desenvolvido no âmbito do Mestrado profissional em Ensino de Física desenvolvido por Adriano Ricardo da Silva Trabach sob a orientação do Professor Dr. Laércio Evandro Ferracioli, do Departamento de Física da Universidade Federal do Espírito Santo.

O objetivo desta produção é apresentar de maneira sucinta e objetiva as bases teóricas acerca do Diagrama V, vídeo-análise e do *software livre Tracker®* que sustentam o desenvolvimento das atividades, apresentando as ferramentas de desenvolvimento e análise dos processos desenvolvidos durante a análise de um determinado movimento.

Este produto foi aplicado em duas turmas da 1ª série do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio São João Batista, localizada em Cariacica, Região metropolitana da Grande Vitória no Espírito Santo, com estudantes com média de idade em torno de 15 anos.

Sugestão de desenvolvimento de estudo de um movimento

Para que o emprego da vídeo-análise estruturada por meio do Diagrama V incorpore-se à dinâmica do trabalho do professor e passe a fazer parte do cotidiano das aulas, sugere-se 3 aulas para o desenvolvimento da atividade experimental com a utilização do *Tracker*. O Quadro 01 traz a descrição do planejamento das aulas em que é empregada a proposta de utilização da vídeo-análise para estudo da queda dos corpos filmados.

Instrumento de coleta de dados

Os instrumentos de coleta de dados são duas versões do Diagrama V: o Diagrama V-*Conceitual* da Figura 02 - estruturador do estudo do fenômeno da queda dos corpos, e o Diagrama V-*Experimental* da Figura 03 - estruturador da atividade de gravação da queda de um boné e vídeo-análise dessa gravação.

Quadro 01: Planejamento das aulas para estudo do movimento de queda dos corpos

ESTRUTURA 2ª ATIVIDADE DESENVOLVIDA	AULA 01	Objetivo	Preparação para aplicação da vídeo-análise.
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Formato/ Ambiente	Aula Prática / Sala de Aula
		Descrição	Acerca do movimento gravado ao final das aulas teóricas, deve-se seguir com os seguintes passos: i. Cada aluno recebe um Diagrama V-*Conceitual* conforme mostrado na Figura 02; ii. Os estudantes devem preencher os ***Conceitos Chaves***, as ***Previsões*** e o ***Evento*** neste diagrama. Estima-se 20 minutos para isto. As *Previsões* e os *Conceitos Chaves* devem estar à caneta para que não sejam alterados posteriormente; iii. Recolher todos os diagramas preenchidos; iv. Cada aluno recebe um Diagrama V-*Experimental* conforme mostrado na Figura 03; v. Os estudantes devem preencher os ***Conceitos Chaves***, as ***Previsões*** e o ***Evento*** neste diagrama. Estima-se 20 minutos para isto. Os *Conceitos* e as *Previsões* devem ser preenchidos à caneta a fim de evitar que sejam alterados posteriormente. O evento pode ficar preenchido a lápis devido poder ser complementado durante a atividade de laboratório. Há o recolhimento de todos os diagramas que estão sendo preenchidos pelos estudantes ao final da aula.
	AULA 02	Objetivo	Analisar o Movimento utilizando o *software Tracker*®
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Formato/ Ambiente	Aula Prática / Laboratório de Informática
		Descrição	Os estudantes devem posicionar-se junto aos computadores que possuem o *Tracker*. O professor distribui o Diagrama V-*Experimental* previamente preenchido de volta aos estudantes para que complementem o evento e as discussões no decorrer da aula no laboratório de informática. Os estudantes devem seguir o manual que está presente na pasta da turma no computador para realizar a análise do movimento utilizando o software *Tracker*. Ao final da aula, os alunos devem fazer o registro fotográfico com os celulares e compartilhar este com os demais colegas do grupo que utilizou o mesmo computador e enviar ao professor as fotos dos gráficos solicitados. Cada estudante deve entregar o V-*Experimental* preenchido ao final da aula.
	AULA 03	Objetivo	Discussões e Conclusões
		Duração	1 Aula / 55 minutos
		Formato/ Ambiente	Aula Expositiva / Sala de Aula
		Descrição	Devolve-se aos estudantes os Diagramas V-*Conceitual* e V-*Experimental* para finalização da atividade e complementação do preenchimento. Esta aula divide-se em dois momentos: 1º Momento da Aula: Os alunos discutem entre si, nos grupos que realizaram as atividades no laboratório de informática e chegam a um resultado que será preenchido no Diagrama V-*Experimental* e, individualmente, descrevem a discussão ao comparar o resultado e as previsões realizadas anteriormente. 2º Momento da Aula: O professor coordena uma discussão com toda a turma sobre os resultados e as características do movimento do móvel, bem como as dificuldades encontradas.

Este produto foi extraído do contexto de realização da análise de diversos movimentos para estudo da estruturação dada pelo Diagrama V para o emprego da vídeo-análise. Os resultados deste estudo apontaram que o Diagrama V propicia a visualização do nível de compreensão dos estudantes, bem como, assim como apontado por Nascimento & Batista (2011), auxilia no desenvolvimento de uma visão crítica da ciência, na medida em que proporciona ao aluno condições para que acompanhe seu próprio processo construção dos conhecimentos, além disso, vemos, como apontado por Leboeuf & Batista (2013) que o Diagrama V pode contribuir para uma melhor mediação dos significados, tornando possível visualizar o nível de compreensão conceitual dos alunos, mesmo quando apresentados com certa pobreza de significados.

1. O Vê Epistemológico de Gowin ou Diagrama V

O V Epistemológico de Gowin é um instrumento que foi proposto com o intuito de auxiliar na compreensão de como se dá a construção do conhecimento, bem como uma ferramenta de "desempacotamento" do conhecimento condensado em artigos, livros e outras formas de divulgação em diversas áreas (Ferracioli, 2005).

A procura por uma forma de expressar como é dada a construção do conhecimento que pudesse ser descrita, reproduzida e aplicada no estudo de fenômenos, iniciou-se pelo estabelecimento de cinco questões que, devidamente respondidas, refletem na compreensão de como se dá a contínua construção de novos conceitos e significados, numa perspectiva de aprendizagem significativa das novas informações apresentadas (Ferracioli, 2005). São estas as questões:

1. Quais a questão básica do estudo?
2. Quais os conceitos-chave envolvidos no estudo?
3. Quais os métodos empregados para resolver as questão básica do estudo?
4. Quais os resultados do estudo?
5. Qual o valor agregado ao estudo e seu resultado?

Ao procurarmos entender melhor a proposta que essas cinco questões transmitem, observamos que buscou-se enfatizar que a construção de novos conhecimentos se dá por uma contínua articulação entre o *Domínio Conceitual* e o *Domínio Metodológico* dos processos empregados. Mais que isso, verificamos que a essência da proposta passa principalmente pelo diálogo contínuo entre esses dois domínios.

As *questão básica* de um trabalho não delimita apenas seus objetivos, mas irá nortear o acionamento de áreas específicas dentro da Estrutura Conceitual e a delimitação do Procedimento Metodológico que será empregado na busca de sua resolução. Desta forma, é a atenção à questão básica que garantirá o diálogo contínuo entre o Domínio Conceitual – *Pensar* – e o Domínio Metodológico – *Fazer* .

Ao estabelecermos os *conceitos-chaves* estamos explicitando os elementos da Estrutura Conceitual que serão mobilizados com a finalidade de dar sentido e significado à escolha, a aplicação e a análise do evento de construção do conhecimento a ser empregado no estudo.

Esta Estrutura Conceitual reflete, numa visão ampla, desde o modo com que o pesquisador/estudante vê aquele assunto, até pontos muito específicos dentro de uma determinada área de conhecimento, explicitando teorias e princípios que serão empregados nas etapas da investigação.

Os métodos empregados são um conjunto de processos que serão realizados, desde o planejamento até a análise dos resultados. Estes processos abarcam a descrição dos eventos de construção do conhecimento, materiais e instrumentos de medida aplicados, registro dos dados obtidos, transformação destes dados a fim de se obter um resultado - *Asserção de Conhecimento* - e, a partir deste último, determinar a significância e impacto desse resultado - *Asserção de Valor*.

Todo esse processo foi condensado por Gowin (1981) em uma representação gráfica no formato de um V que acabou por dar o nome a esse ferramental, o Diagrama V que é apresentado na Figura 01.

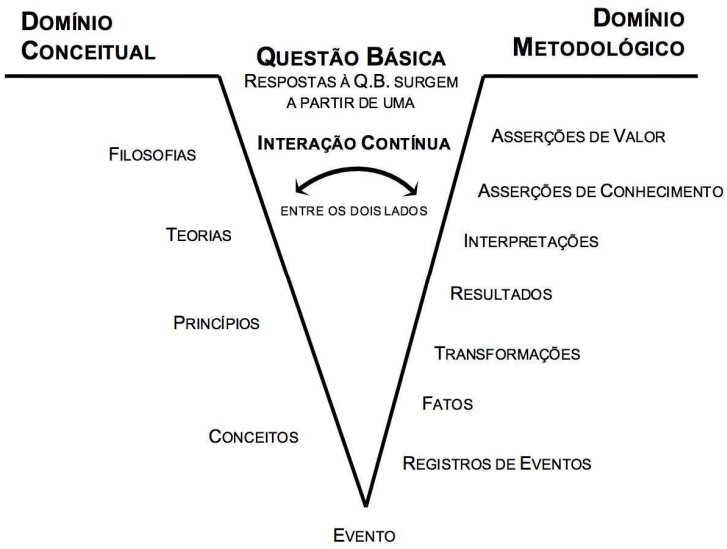


Figura 067: O V Epistemológico de Gowin (Ferracioli, 2005)

Faz-se necessário esclarecer que, segundo Gowin (1981), a construção do conhecimento pode se dar por diferentes caminhos dentro da lógica apresentada; isto é, o acionamento do Domínio Conceitual ou do Metodológico não obedecem a uma hierarquia rígida na qual um se sobrepõem ao outro. A contínua construção de conceitos se dá pela interação entre esses domínios, em que um serve de suporte ao outro, auxiliando em sua estruturação e desenvolvimento.

1.1 O Diagrama V na literatura

Como apontado por Nascimento e Batista (2011), o Diagrama V é capaz de auxiliar o desenvolvimento de uma visão crítica da ciência, na medida em que proporciona ao aluno condições para que acompanhe seu próprio processo de construção dos conhecimentos; Silva & Souza (2012) identificam o Diagrama V como facilitador da reflexão docente sobre a estrutura epistemológica do conhecimento estudado assim como seu entendimento; assim como vê-se em Leboeuf & Batista (2013) que o Diagrama V pode contribuir para uma melhor mediação dos significados, tornando possível visualizar o nível de compreensão conceitual dos alunos e pode tornar mais rica a interação entre alunos e professor, pois colabora para a amplificação da discussão do tema em questão.

Ao somarmos os resultados acima com o que nos traz Andres et al. (2007) sobre a coerência trazida ao trabalho como um todo pelo Diagrama V e a facilidade de síntese dos resultados que o mesmo proporciona notamos o quanto o Diagrama V tem potencial para a estruturação de uma atividade experimental, em particular a aplicação da vídeo-análise no estudo de um movimento que é o foco desse estudo.

1.2 O Diagrama V como Estruturador da Atividade Experimental com o software Tracker®

O estudo foi estruturado de forma a permitir a orientação e acompanhamento tanto da dimensão conceitual quanto da dimensão metodológica da atividade experimental planejada. Para se atingir esse objetivo, foram construídas duas versões do Diagrama V que são descritas a seguir.

Primeiramente, numa tentativa de utilizar uma linguagem mais familiar aos estudantes do Ensino Médio, tomou-se como base o trabalho de Prado e Ferracioli (2014), onde os autores propõem uma adaptação do Diagrama V que traduza a estrutura ***Pensar-Fazer*** de Gowin (1981). Porém, dos elementos referentes ao *Domínio Conceitual* solicitados aos estudantes, mantivemos apenas o campo dos ***Conceitos***, por entender que no contexto das atividades experimentais propostas com a utilização do Tracker® este campo promoveria o grau de aprofundamento adequado. Um segundo ponto importante foi, assim como em Batistella (2007), adicionar elementos estruturantes com a finalidade de potencializar as reflexões originadas pelas atividades. Dessa forma, incluíram-se espaços para que houvesse ***Previsões*** e, ao final da atividade, ***Discussão*** acerca dos ***Resultados*** encontrados após a

realização dos experimentos levando o estudante a fazer uma crítica de suas previsões e dos resultados encontrados.

Não se encontrando literatura sobre a aplicação específica do Diagrama V em atividades desenvolvidas com a técnica da vídeo-análise, procurou-se observar da metodologia **P**-**O**-**E** – **P**redizer-**O**bservar-**E**xplicar (TAO; GUNSTONE; 1999): a compreensão é de que essa abordagem alinha-se em harmonia com o processo contínuo de reflexão e interação entre o *Pensar-Fazer* proposto pelo Diagrama V.

A partir dessas considerações, duas versões Diagramas V foram produzidas para a realização da investigação, da qual o presente trabalho relata um aparcela dos resultados. A Figura 02 traz o primeiro **Diagrama V-*Conceitual*** que, com o foco na atividade experimental realizada pelos estudantes, busca leva-los à reflexão do *fenômeno* estudado e dos *conceitos físicos* envolvidos. Já a Figura 03 apresenta o **Diagrama V-*Experimental*** que, com o foco na utilização do software Tracker® pelos estudantes no computador, busca levá-los ao engajamento de uma postura atenta e reflexiva quanto aos processos de geração dos gráficos.

Dessa forma, a estratégia foi a de utilizar inicialmente o **Diagrama V-*Conceitual*** buscando levar os estudantes a fazer uma reflexão prévia sobre suas concepções acerca do fenômeno a ser estudado; na sequência leva-los a uma detalhada análise do tipo de movimento produzido no experimento a partir dos gráficos gerados pelo software Tracker® com a utilização do Diagrama V-Experimental e, finalmente, voltar a leva-los a refletir sobre as concepções por eles apresentadas a priori no Diagrama V-Conceitual, revendo seus posicionamentos iniciais e concluindo sobre todo o processo.

É importante ressaltar que os campos Transformações e Resultado no o Diagrama V-Experimental aparecem preenchidos, pois consistem em processos que se repetem ao utilizar o software com o computador seguida pela geração dos gráficos obtidos. Como salientado por Novak e Gowin (1984), o Diagrama V não deve ser encarado como um conjunto de itens a serem preenchidos mecanicamente. Posto isso, os itens em que sempre houvesse a repetição, sem proporcionar reflexão ou evolução conceitual, foram fornecidos aos discentes após discussão prévia realizada sobre esta abordagem.

2. Diagrama V-Conceitual

ESCOLA: _____

ALUNO: _____

PROFESSOR: _____ **DISCIPLINA:** _____

TURMA: _____ **DATA:** _____

MOVIMENTO ANALISADO: _____

UTILIZE O VERSO DA FOLHA SE FOR NECESSÁRIO.

PENSAR - Domínio Conceitual

FAZER - Domínio Metodológico

Questão Básica:

CONCEITOS-CHAVE – Escreva aqui os principais Conceitos relacionados às Questões Básicas.

PREVISÕES

DISCUSSÃO – Comente as diferenças encontradas entre o que previu e o Resultado encontrado.

INTERPRETAÇÃO E RESULTADO – Após analisar o movimento com o software, registre aqui suas interpretações sobre o movimento e a conclusão sobre as respostas das Questões Básicas.

TRANSFORMAÇÕES

Análises utilizando o Software Tracker.

Siga para o Diagrama V-Experimental

REGISTROS

Vídeo do Movimento com medida para Calibração do Software.

EVENTO

Figura 068: Diagrama V-Conceitual

3. Diagrama V-Experimental

ESCOLA: _____

ALUNO: _____

PROFESSOR: _____ **DISCIPLINA:** _____

TURMA: _____ **DATA:** _____

MOVIMENTO ANALISADO: _____

UTILIZE O VERSO DA FOLHA SE FOR NECESSÁRIO.

PENSAR - Domínio Conceitual

FAZER - Domínio Metodológico

CONCEITOS-CHAVE – Escreva aqui os principais Conceitos relacionados às Questões Básicas.

Questão Básica:

DISCUSSÃO – Caso alguma das Grandezas expressas nos Gráficos seja diferente do que você previu, discuta as diferenças.

HIPÓTESES

RESULTADO

Gráficos gerados = Enviar as imagens para o e-mail do professor identificando o número do Grupo e os nomes dos integrantes.

TRANSFORMAÇÕES

Geração dos Gráficos;

REGISTROS

Vídeo do Movimento da Pessoa Caminhando;
Valor da Medida de Calibração: _____

EVENTO

DESCREVA OS DETALHES IMPORTANTES NA GRAVAÇÃO DO VÍDEO

QUAL ITEM FOI MEDIDO PARA CALIBRAÇÃO?

DESCREVA AS ETAPAS DO PROCESSO REALIZADO COM O SOFTWARE TRACKER®

Figura 069: Diagrama V-Experimental

4. Tecnologia no Ensino de Física: a vídeo-análise e o *software Tracker*

Abordando a perspectiva atual onde a tecnologia perpassa pelo cotidiano de nossas vidas, Ferracioli et al (2012) aponta a necessidade de se integrar recursos tecnológicos no contexto de sala de aula sem torná-las um fim, mas sim um meio de se alcançar os objetivos educacionais.

Araújo, Veit e Moreira (2004) em um levantamento bibliográfico sobre o uso do computador no Ensino de Física encontram três diretrizes básicas para esse fim. Em primeiro lugar os estudos apontam para a necessidade do desenvolvimento e teste de estratégias instrucionais usando o computador e endereçadas às dificuldades específicas dos estudantes; em segundo lugar, exame preciso do que o estudante está aprendendo enquanto trabalha com o computador; e em terceiro lugar, propiciar a análise de situações em ambientes reais de aprendizagem, em vez de sequências esquemáticas.

Nesse contexto, um tópico de constante dificuldade entre os estudantes é a análise e interpretação de gráficos que na Física pode ser alocada no estudo da Cinemática. Em relação ao exame da aprendizagem foi escolhido o Diagrama V como ferramenta de acompanhamento dos estudantes durante o desenvolvimento da atividade experimental, além de fornecer dados para análise do desenvolvimento conceitual e metodológico dos estudantes. Já para propiciar a análise de situações reais optou-se por utilizar o software gratuito Tracker® que parte da gravação de fenômenos do cotidiano e realizáveis no contexto escolar para posterior análise, ou vídeo-análise.

Para Leitão, Teixeira e Rocha (2011) a vídeo-análise consiste em fazer uma tomada de vídeo de um fenômeno simples e depois executar uma análise minuciosa sobre este vídeo através de ferramenta que relacionem o fenômeno que se quer estudar com grandezas (observáveis) da Física e suas quantificações. Assim, para se estudar movimentos clássicos da Cinemática através da vídeo-análise, pode-se estabelecer 3 passos: inicialmente utiliza-se a base de tempo do equipamento que vai filmar o evento, seja uma câmera de vídeo, celular, webcam; na sequencia, durante a análise do vídeo, informar ao software Tracker® qual é o fator de escala entre o espaço físico real e a relação de espaço do vídeo expressa em pixel na imagem filmada em um quadro de referência escolhido entre a sucessão de quadros que compõem o vídeo. Isso pode ser feito facilmente se, ao filmarmos o fenômeno, tivermos o cuidado de medir previamente o tamanho real de algum objeto que fará parte do filme. Este objeto que pode ser, por exemplo, uma régua, deve estar posicionado no plano do movimento a ser analisado. Para finalizar, procede-se a vídeo-análise através do software.

5. MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO *SOFTWARE TRACKER®*

5.1. Apresentação do software

O Tracker é um software aberto de análise de imagens e vídeos que foi projetado por Douglas Brown, professor da faculdade de Cabrillo College, Califórnia, EUA e criado em parceria com o Open Source Physics, uma comunidade de colaboração em âmbito mundial. Este software pode ser executado em qualquer sistema operacional, pois depende apenas da máquina virtual Java instalada.

A seguir será apresentada a tela inicial e a localização de cada uma das principais ferramentas que são empregadas na análise.

5.2. Tela inicial

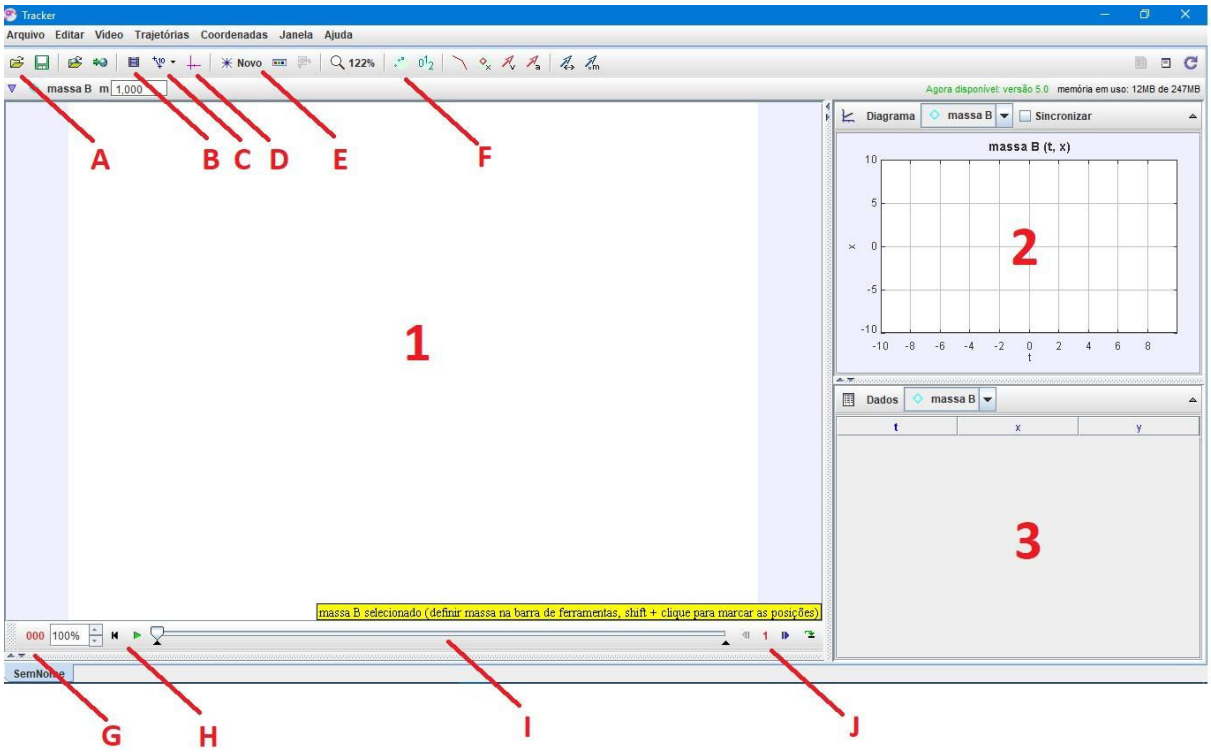


Figura 070: Tela inicial do *software Tracker* com os principais recursos em destaque

LEGENDA DA FIGURA 04:

- **Espaços de exibição:**

1 – Região de exibição da Imagem do vídeo;

2 – Região de exibição dos gráficos gerados durante a análise;

3 – Região de exibição da tabela gerada durante a análise.

- **Principais ferramentas**

A – Abrir vídeo;

B – Configurações de reprodução do vídeo;

C – Configurar calibração das medidas de espaço;

D – Configurar referenciais cartesianos;

E – Configurar a marcação e a identificação das posições ocupadas por um móvel de maneira manual;

F – Configurar a densidade de exibição das posições ocupadas pelo móvel;

G – Configura a forma de marcação das posições do móvel;

H – Controle de reprodução do vídeo;

I – Barra de reprodução do vídeo;

J – Configura o andamento do vídeo.

As próximas seções destinam-se à descrever como empregar cada uma das ferramentas principais identificadas.

6.3. Abrir vídeo

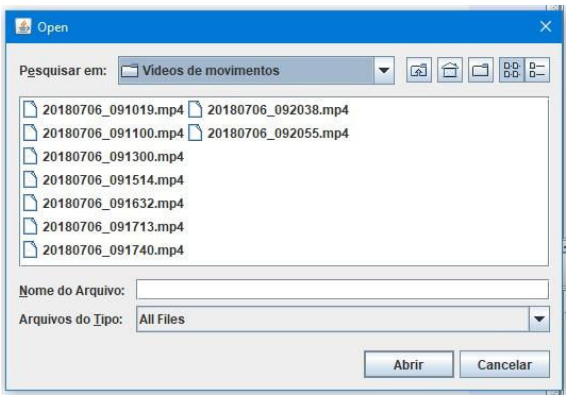


Figura 071: Janela de abertura de vídeo para análise

Ao clicar nesta ferramenta, abrirá uma janela de navegação para que se localize o local do computador em que está salvo o vídeo a ser analisado, como na figura xx.

5.4. Configurações de reprodução do vídeo

Clicando nesta ferramenta abrirá uma pequena janela, como na figura xx, na qual poderão ser configurados os seguintes itens:

“Start frame” = Quadro inicial – É o quadro em que se inicia a análise do movimento. Com isto, pode-se descartar um trecho inicial desnecessário do vídeo.

“End frame” = Quadro final - É o quadro em que se finaliza a análise do movimento. Com isto, pode-se descartar um trecho final desnecessário do vídeo.

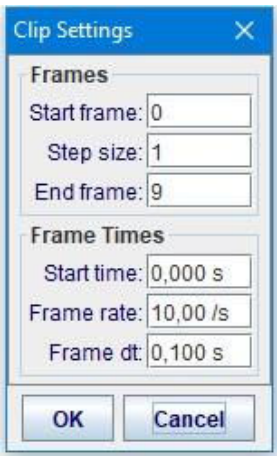


Figura 072: Janela de configuração da reprodução do vídeo durante a análise

"Step size" = Tamanho do passo – ajusta o andamento em que o vídeo será reproduzido, isto é, a quantidade de quadros que serão "pulados" por vez durante a reprodução e a análise do vídeo.

É possível também fazer as configurações tomando como base o tempo, isto é, ajustar o *start frame* - quadro de início , a *frame rate* - velocidade dos quadros e o *frame dt* – intervalo de tempo entre os quadros com base nos instantes de tempo durante a reprodução do vídeo.

5.5. Configurar calibração das medidas de espaço

Clicando neste item, irá se escolher a forma como se calibrará o *software* para a medição do espaço a fim de determinar valores distâncias e deslocamentos efetuados, bem como o valor de grandezas derivadas destas como velocidade e aceleração.

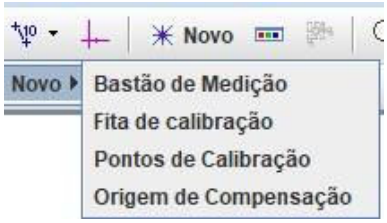


Figura 073: Janela de seleção da ferramenta de calibração das medidas de espaço

Utilizando o bastão de calibração irá aparecer sobre a imagem da reprodução do vídeo uma pequena barra azul que funcionará como uma trena para a medição e identificação de uma medida de referência. Após posicionado o bastão de calibração, deve-se clicar no espaço de texto sobre o mesmo e digitar o valor correspondente já feita a correspondência para a unidade de medida que for mais apropriada para o fenômeno analisado.

Dicas:

1. Utilize o zoom para ampliar a imagem e poder fazer um melhor ajuste do bastão nas extremidades do objeto a ser medido;

2. Sempre faça a medida de calibração no mesmo plano em que ocorre o movimento.

5.6. Configurar referencial cartesiano

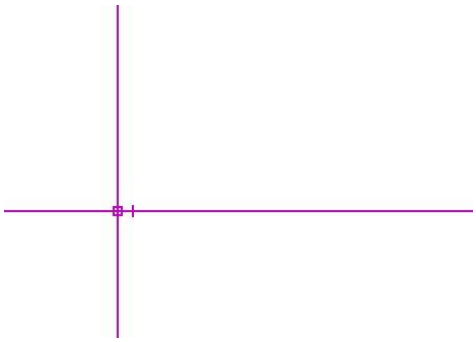


Figura 074: Imagem do par de eixos cartesianos que são utilizados como referencial no *Tracker*

Ao clicar nesta ferramenta, irá aparecer sobre o espaço de exibição do vídeo um parte de eixos cartesianos na cor rosa. Deve-se ajustar o posicionamento e a inclinação deste de forma que as medidas de espaço sejam realizadas de maneira inadequada.

Dicas:

1. Deve-se posicionar o par de eixos no plano do movimento que se deseja analisar;

2. A origem do sistema de coordenadas deve coincidir com pontos que propiciem medidas que facilitem a interpretação, como o solo para o eixo horizontal e a margem esquerda da tela de exibição do vídeo para o eixo vertical.

5.7. Configurar a marcação e a identificação das posições ocupadas por um móvel de maneira manual

Figura 075: Janela de inserção do objeto para marcação das posições ocupadas

Ao clicar em “Novo” e escolher a opção “Massa Pontual”, poderá ser feita a marcação de cada posição ocupada por um móvel que esteja no vídeo. Para isto, basta que se segure a tecla *Shift* do teclado do computador enquanto se clica sobre o ponto do objeto.

Dicas:

1. Sempre clique sobre o mesmo ponto do objeto que estiver analisando o movimento, para evitar distorções na análise;

2. Escolha pontos e regiões do móvel para fazer as marcações que se movam junto com o centro de massa do mesmo. Por exemplo, privilegie o ombro ou o quadril em detrimento de mãos e pés para analisar o movimento de uma pessoa caminhando.

5.7.1 Configurar a densidade de exibição das posições ocupadas pelo móvel

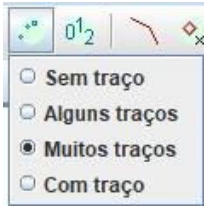


Figura 76: Janela de seleção da densidade de exibição das marcações feitas sobre a imagem do vídeo

De acordo com o fenômeno analisado pode se preferir que sejam exibidas mais ou menos marcações de posição sobre o espaço de exibição do vídeo. Obtém-se estas opções ao clicar sobre a ferramenta indicada na Figura 10.

5.7.2 Configurar a forma de identificação das posições do móvel

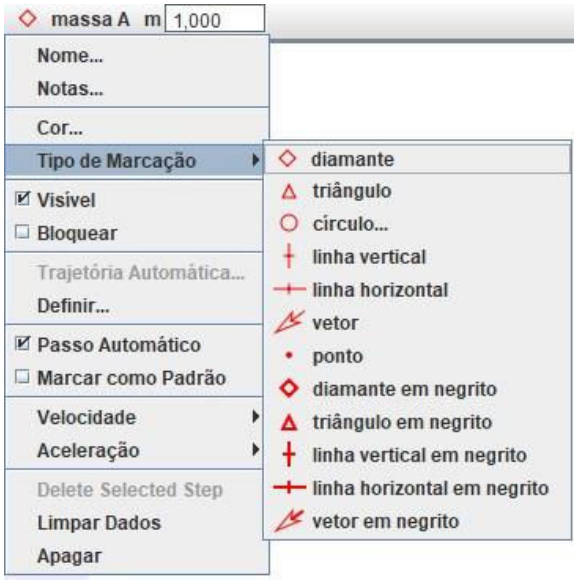


Figura 77: Janela de seleção da forma como as marcações são exibidas sobre a imagem do vídeo

Dependendo da análise que se deseja realizar, pode ser conveniente mudar a forma como cada posição é identificada sobre a imagem do vídeo, desde pontos até linhas que facilitam a identificação dos deslocamentos ou vetores.

Para realizar este ajuste é necessário ter inserido uma “Massa Pontual”, conforme a seção 7, e clicar sobre o nome “massa A” que aparecerá na cor vermelha e ir até a opção “Tipo de Marcação”, conforme a figura 11.

Repetindo os procedimentos das seções 5.7, 5.7.1 e 5.7.2 é possível inserir marcações diferentes para diferentes pontos de um móvel ou para analisar o movimento de diferentes móveis que aparecem no mesmo plano do movimento. Estes aparecerão como massa “B”, “C”, e assim por diante.

A próxima seção descreve como manipular a exibição dos gráficos gerados pelo *software*.

5.8. Gráficos

Os gráficos são gerados automaticamente durante o processo de marcação das posições ocupadas pelo móvel. É possível acompanhar cada ponto marcado sendo assinalado no gráfico no mesmo instante em que se clica sobre a imagem do movimento.

5.8.1 Ampliando a imagem do gráfico

Utilizando as setas destacadas na figura 12, podemos aumentar ou diminuir o tamanho do espaço de exibição dos gráficos, possibilitando uma melhor visualização do mesmo.

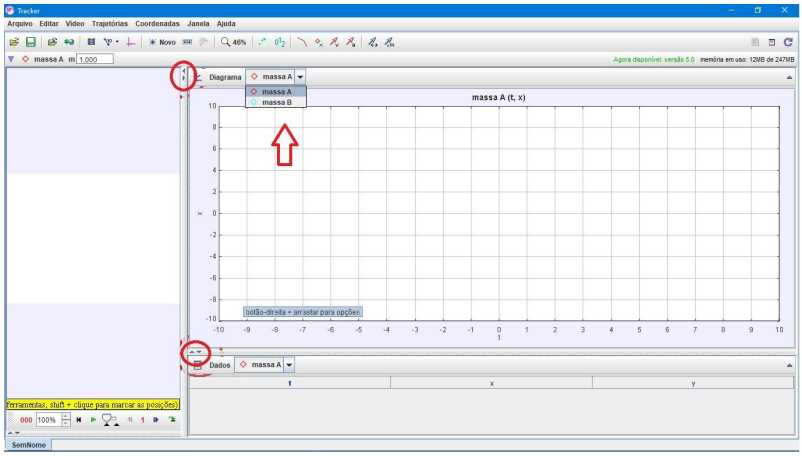


Figura 78: Locais de ajuste do tamanho do campo dos gráficos e de seleção do móvel sob análise

A seta em vermelho na figura xx indica onde clicar para poder escolher de qual dos móveis desejamos visualizar os gráficos.

5.8.2 Determinando as grandezas expressas nos gráficos e a densidade de gráficos visualizada ao mesmo tempo

Ao clicarmos sobre o símbolo da grandeza expressas em cada um dos eixos do gráfico podemos modificar a grandeza que está expressa ali, conforme mostra a figura 13.

Ao clicar onde está escrito Diagrama na Figura 13, podemos escolher se desejamos visualizar 1, 2 ou 3 gráficos ao mesmo tempo, sendo que para cada gráfico podemos escolher grandezas diferentes para serem expressas. Não é possível visualizar gráficos de móveis diferentes ao mesmo tempo utilizando este recurso.

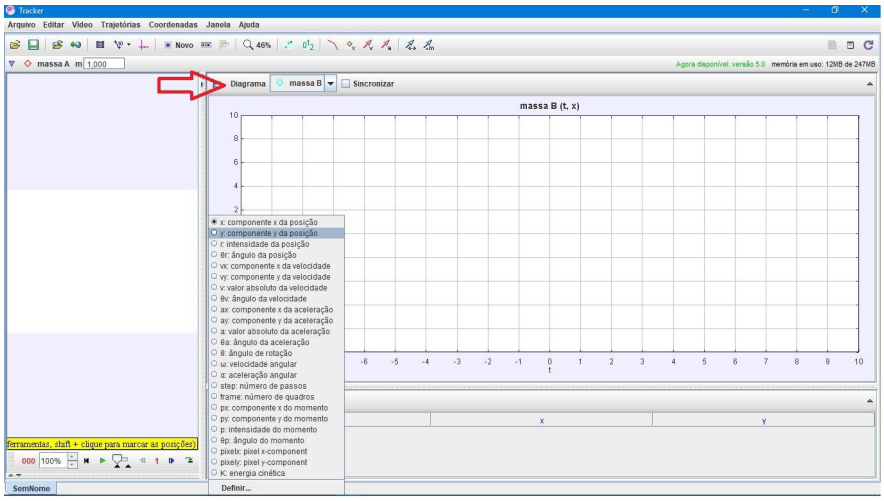


Figura 79: Local de identificação do número de gráficos que se deseja ver simultaneamente e Forma de alternar as grandezas exibidas nos eixos dos gráficos

5.8.3 Ajustando o fundo de escala dos valores das grandezas de cada eixo

As setas vermelhas mostradas na figura xx abaixo indicam as regiões em que se clicarmos com o botão esquerdo e mantê-lo segurado enquanto arrastamos nos sentidos indicados podemos ajustar a ordem de grandeza e a precisão dos valores que são mostrados nos eixos. Isto é especialmente útil ao lidarmos com experimentos em que os valores apresentam pequenas oscilações, causadas até mesmo no momento em que estamos clicando para marcar as posições ocupadas pelo móvel.

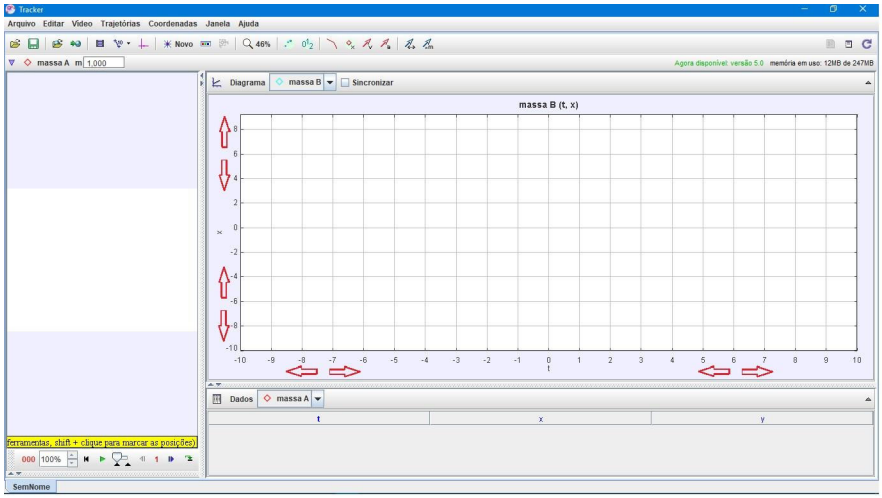


Figura 80: Local para ajuste do fundo de escala dos valores exibidos nos eixos dos gráficos

5.8.4 Copiando a imagem dos gráficos gerados

Para copiar as imagens dos gráficos gerados, basta clicar com o botão direito do mouse sobre a área do gráfico e escolher a opção “copiar imagem”. Depois disso, pode-se colar esta imagem no programa ou arquivo desejado.

5.9. Tabela

A tabela é gerada automaticamente durante o processo de marcação das posições ocupadas pelo móvel.

Na figura xx podemos ver destacados os seguintes recursos:

1º - Estão circuladas as setas de ajuste do tamanho do campo de visualização da tabela, o que permite aumentar ou reduzir este campo conforme for conveniente;

2º - Está indicado o local onde pode ser escolhido o móvel sobre o qual os dados serão visualizados na tabela, na imagem podem ser escolhidos “massa A” ou massa B” como móveis;

3º - Caso clique em “Dados”, conforme está indicado na figura, aparecerá uma janela, conforme está circulado na figura xx, na qual se faz a escolha de quais grandezas se quer que os dados sejam mostrados na tabela.

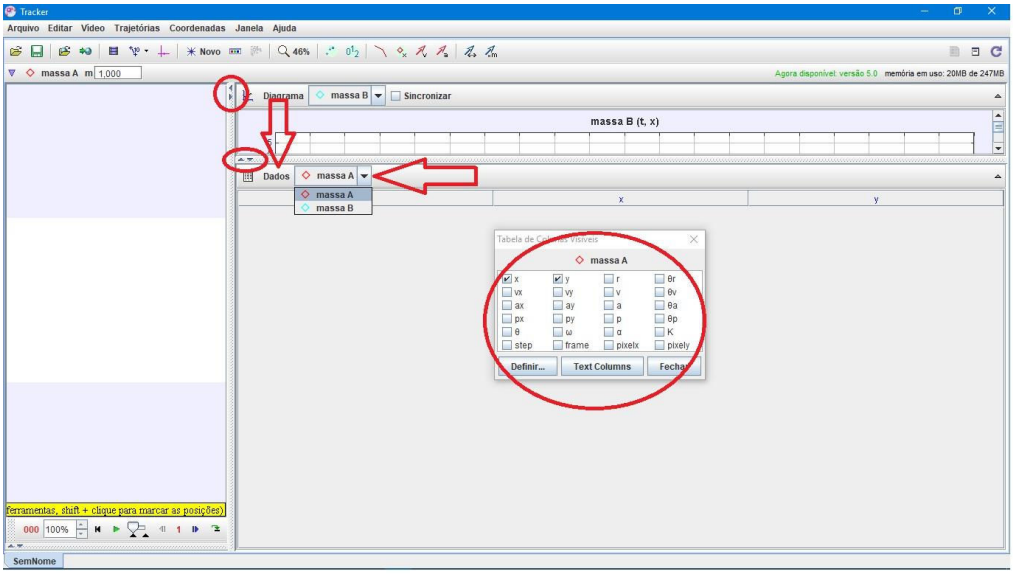


Figura 81: Ajustes no tamanho do campo de exibição da tabela e nas grandezas cujos valores serão exibidos

5.9.1 Copiando ou exportando os dados da tabela

A figura xx mostra a janela que se abre quando clicamos com o botão direito do mouse sobre a área da tabela.

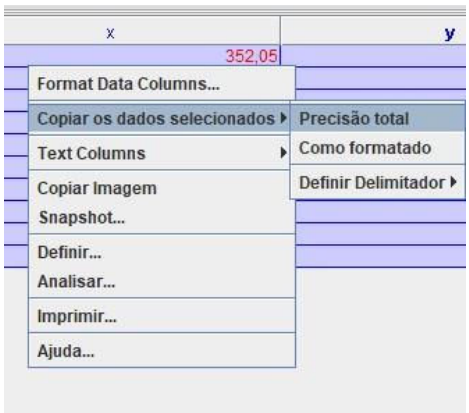


Figura 82: Como copiar a imagem e os dados da tabela gerada pelo *Tracker*

Podemos copiar a imagem da tabela selecionando a opção "Copiar imagem" nesta janela que se abre ou podemos escolher exportar os dados para analisá-los utilizando algum outro software que construa planilhas de análise de dados. Para fazer esta exportação dos dados é necessário que se selecione os dados que se deseja exportar e, sobre os dados selecionados se clique como o botão direito do mouse e se escolha a opção ""Copiar os dados selecionados" para então os colar no aplicativo construtor de planilhas.

5.10. Salvar o trabalho

Figura 83: Salvando o trabalho realizado

Para salvar o trabalho realizado serão necessárias duas etapas:

1ª – Selecionar **Arquivo >>Guardar como...**, para salvar os dados de vídeo num arquivo compatível com o *Tracker;*

2ª – Selecionar **Arquivo>>Guardar Tabset como...**, para salvar toda a pasta de trabalho realizada com o *software* para uma trabalho futuro com base na mesma análise do vídeo.

5.11. Tutorial em vídeo

Caso queira assistir um tutorial em vídeo no qual veja como empregar os recursos detalhados neste manual é só ir acessar o link abaixo:

HTTPS://youtu.be/73mBrpHV3_0

6. Roteiro Básico de utilização do *Tracker*

Roteiro da Atividade no Laboratório de Informática
Análise do Movimento _____

ESTE ROTEIRO FOI ELABORADO COMO UM PASSO-A-PASSO PARA REALIZAR A ANÁLISE DOS VÍDEOS UTILIZANDO O SOFTWARE *TRACKER.*

PASSO 01: CARREGANDO O VÍDEO NO PROGRAMA

Com o Programa aberto, siga o caminho:

PASSO 02: CALIBRANDO O PROGRAMA
Agora que o vídeo já está carregado, vamos preparar o programa para análise:

Primeiro vamos escolher o quadro inicial no qual o móvel esteja aparecendo e o andamento do vídeo para que não seja rápido demais para a análise correta.

Clique em e selecione o quadro inicial ("Start frame") e o andamento ("Step size") apropriados na tela que surgirá e dê “ok”:

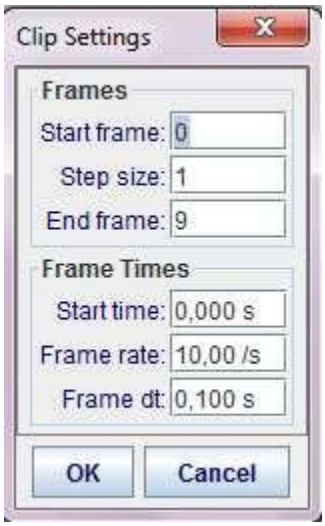


Figura 84: Ajustes no andamento da reprodução do vídeo

Marcado o início, vamos acrescentar agora os eixos coordenados para deixar os gráficos que irão ser elaborados perfeitamente ajustados.

Clique em e, após surgir o par de eixos na tela, clique no meio do mesmo e o posicione com o seguinte alinhamento:

- Parte horizontal: Alinhada com o piso ou mesa.
- Parte Vertical: Alinhada com a posição inicial do móvel.

Agora sim, o elemento chave da calibração: A fita métrica que indicará uma medida de comprimento.

Clique na seta ao lado da tecla e, em seguida

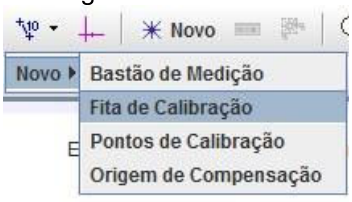


Figura 85: Calibração das medidas de espaço

Posicione as extremidades da fita de calibração nas extremidades do objeto medido em sala que aparece no vídeo analisado. Por fim, assinale no número central da fita de calibração o valor medido em sala para o comprimento do objeto.
IMPORTANTE: Só assinale o valor do objeto depois de posicionar a fita de calibração em suas extremidades, para evitar distorções de valor.
Por fim, vamos adicionar o elemento que permitirá registrar o movimento do móvel, em sua trajetória.

Clique em

e, em seguida, em

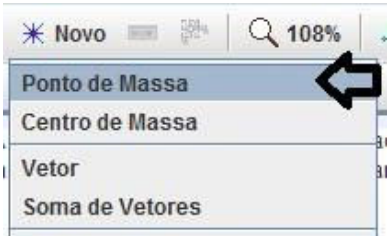


Figura 86: Inserção do ponto de marcação das posições

A partir daí, é só segurar pressionada a tecla *Shift* (Pode ser encontrada sobre a tecla *Ctrl*, com uma seta apontando para cima) e clicar sobre o ponto no qual se encontrar o móvel, até o final de sua trajetória.

PASSO 03: OBTENDO AS TRANSFORMAÇÕES GERADAS PELO SOFTWARE

Após marcar todas as posições do objeto, o programa irá fornecer gráficos e tabelas para o movimento do mesmo, na parte direita da tela. Para melhor visualizá-los, utilize as setas indicativas abaixo para a imagem deles ocuparem a tela inteira:

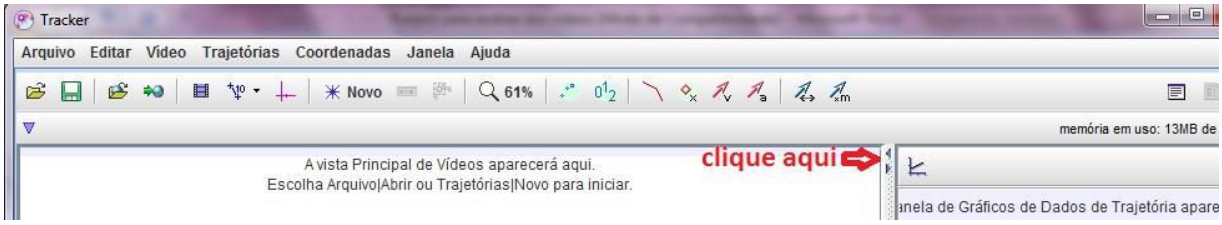


Figura 87: Alteração do tamanho do campo de visualização dos Gráficos

- Para <u>alternar entre os vários gráficos gerados</u>, clique na letra que se encontra ao lado esquerdo do eixo do gráfico gerado e selecione a que for necessária

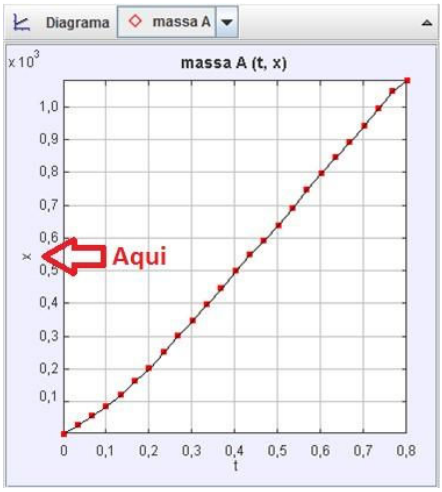


Figura 88: Alteração nas grandezas expressas no Gráfico

- ***<u>Para copiar os gráficos, basta clicar com o botão direito do Mouse sobre os mesmos e escolher a opção "Copiar Imagem" e colando onde convir.</u>***

7. Referências Bibliográficas

ANDRÉS, M.; MENESES, J.; PESA, M. (2006ª). **Efectividad meta cognitiva de La heurística V de Gowin em trabajos de laboratório centrados em la resolución de situaciones problemáticas.** *Memorias Del V encuentro sobre Aprendizaje Significativo*. Madrid. Publicada em Indivisa: Boletín de Estudios e Investigación, 2007, Nº extraordinário. PP. 203-216.

ARAÚJO, I. S., VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. (2004) Atividades de Modelagem Computacional no Auxílio à Interpretação de Gráficos da Cinemática. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, nº 2, p. 179-184.

BATISTA, I. L; NASCIMENTO, E. G. **União da História da Ciência com o V de Gowin: um estudo na formação de professores nas séries iniciais**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 11 No 2, 2011.

BATISTELLA, C.A.R. **Atividades de Ótica Exploradas no Ensino Médio através de Reflexões Epistemológicas com o Emprego do V de Gowin.** Dissertação (mestrado em Ensino de Física – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física- Instituto de Física- UFRGS), Porto Alegre, 2007.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física 19(3), 291–313. 2002.

CAPPELLETO, E. **O VÊ de Gowin Conectando Teoria e Experimentação em Física Geral:** Questões Didáticas, Metodológicas e Epistemológicas Relevantes ao Processo. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

FERRACIOLI, L. O V epistemológico como Instrumento Metodológico para o processo de Investigação. 2005, **Revista Didática Sistêmica**, Fundação Universidade Federal do Rio Grande.

FERRACIOLI, L.; GOMES, T. MARQUES, R.; MULINARI, M.H.; OLIVEIRA, R.R.; CAMILETTI, G.G.; MORELATO, F.; FEHSENFELD, K.; VERBENO, C.H. **Ambientes de Modelagem Computacional no Aprendizado Exploratório de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.29, n.2 Especial, p. 679-707, 2012.

FERRACIOLI, L. **O Diagrama V no Ensino Experimental**. 2018, Publicação Interna do ModeLab. Departamento de Física, Universidade Federal do Espírito Santo.

GOWIN, D.B.(1981) **Educating**. Ithaca, Cornel University Press.

GOWIN, D.B.; ALVAREZ, M.C. **The Art Educating with V Diagrams.** Cambridge University Press, New York, 2005.

LEBOEUF, H. .A; BATISTA, I. L. **O uso do "v" de Gowin na formação docente em ciências para os anos iniciais do ensino fundamental.** Investigações em Ensino de Cências**.** V. 18, n.3, 2013. P. 697-721.

PRADO, R. T.; FERRACIOLI, L. **Utilização do Diagrama V em Experimentos de Física em Sala de Aula de Ensino Médio**. In: 5º ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2014, Belém. Anais 5º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, Belém PA. ENAS, 2014.

PRADO, R. T. **A Utilização do Diagrama V em Atividades Experimentais de Física em Sala de Aula de Ensino Médio**. 2015. Dissertação de Mestrado – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

PRADO, R. T.; FERRACIOLI, L. (2017) **Utilização do Diagrama V em Atividades Experimentais de Magnetismo em Sala de Aula de Ensino Médio**, *Revista do Professor de Física*, 1(1), p. 1-14. Disponível em: http://periodicos.unb.br/ojs311/index.php/rpf/article/view/7083 (Acessado: 5agosto2018).

NOVAK, J.D. and GOWIN, D. B. **Learning How To Learn**. New York: Cambridge University Press. 1984.

LEITÃO, L. I.; TEIXEIRA, P F DornDeles; DA ROCHA, F S. **A vídeo-análise como recurso voltado ao ensino de física experimental: um exemplo de aplicação na mecânica**. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, v. 6, n. 1, p. 18-32, 2011.

PACHECO, S. M. V.; DAMASIO F. (junho de 2009), **Mapas conceituais e diagramas V: ferramentas para o ensino, a aprendizagem e a avaliação no ensino técnico**, disponível em http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_2/m318352.pdf; acessado em 8 de Abril de 2018.

PACHECO, S. M. V.; DAMASIO, F. **Mapas conceituais e Diagramas V: ferramentas para o ensino, a aprendizagem e a avaliação no ensino técnico**, Ciências & Cognição, v. 14, n. 2, p. 166-193, 2009.

SILVA, F. R.; SOUZA, M. C. S. **A formação inicial de professores de física para a abordagem de ensino CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e o uso do diagrama epistemológico de Gowin.** Revista Educação, Cultura e Sociedade, v. 2, n. 1, 2012.

TAO, P.K., GUNSTONE, R.F. **Conceptual Change in Science through Collaborative Learning at the computer. International Journal of Science Education**. v. 21(1), pp.39-57, 1999.

WESOLY, C. E.; COSTA, S. S. C. **O Vê de Gowin como mediador de significados para aulas de laboratório de Física no Ensino Médio**. In: ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2., 2008,

ANEXO A

Critérios de Avaliação dos Diagramas V

Empregou-se versões do Diagrama V, adaptadas aos estudantes de Ensino Médio, adaptando a isto também os critérios empregados. Seguem abaixo os critérios como foram empregados neste estudo, como pode ser observado nos Quadros 02 a 10.

Critérios de avaliação do Diagrama V – Conceitual (V-Conceitual)

Quadro 02: Critério de avaliação para os *Conceitos*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum Conceito é identificado
1	Conceitos são identificados, mas não estão relacionados com a Questão foco e/ou os Eventos
2	Conceitos são identificados e estão relacionados com a Questão foco e/ou os Eventos

Quadro 03: Critério de avaliação para as *Previsões* do Diagrama V conceitual

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Identifica incorretamente o tipo de movimento e a forma da maioria dos esboços dos gráficos
1	Identifica corretamente o tipo de movimento **MAS** a forma da maioria dos esboços dos gráficos **NÃO** condiz com o tipo de movimento identificado
2	Identifica corretamente o tipo de movimento e a forma da maioria dos esboços dos gráficos condiz com o tipo de movimento identificado

Quadro 04: Critério de avaliação para o *Evento*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Apresenta fatores/conceitos sem relação com a Questão foco e/ou Evento
1	Apresenta fatores/conceitos relacionados com a Questão foco e/ou Evento sem descrevê-los
2	Apresenta fatores/conceitos relacionados com a Questão foco e/ou Evento descrevendo-os de inadequadamente
3	Apresenta fatores/conceitos relacionados com a Questão foco e/ou Evento, descrevendo-os adequadamente

Quadro 05: Critério de avaliação para a *Interpretação e o Resultado*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma Interpretação e Resultado é apresentado
1	São apresentados Interpretação e Resultado relacionados com a Questão foco e/ou o Evento de forma inadequada
2	São apresentados Interpretação e Resultado relacionados com a Questão foco e/ou o Evento de forma adequada

Quadro 06: Critério de avaliação para a *Discussão*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma Discussão é apresentada
1	Discussão é apresentada relacionando as Previsões com Interpretação e Resultado de forma inadequada
2	Discussão é apresentada relacionando as Previsões com Interpretação e Resultado de forma adequada

Critérios de avaliação do Diagrama V – Experimental (V-Experimental)

Quadro 07: Critério de avaliação para os *Conceitos*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum *Conceito* é identificado
1	*Conceitos* são identificados, mas não estão relacionados com a *Questão foco* e/ou os *Eventos*
2	*Conceitos* são identificados e estão relacionados com a *Questão foco* e/ou os *Eventos*

Quadro 08: Critério de avaliação para as *Previsões* do Diagrama V - Tracker

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Identifica incorretamente as grandezas físicas e/ou as representam inadequadamente nos quadrados dos gráficos
1	Identifica corretamente a maioria das grandezas físicas e/ou as representam adequadamente em sua maioria nos quadrados dos gráficos
2	Identifica corretamente as grandezas físicas e/ou as representam adequadamente nos quadrados dos gráficos

Quadro 09: Critério de avaliação para o *Evento*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Evento é descrito de forma totalmente incoerente
1	Evento é descrito identificando apenas o item de calibração utilizado
2	Evento é descrito identificando o item de calibração utilizado e incluindo detalhes importantes na gravação.
3	Evento é descrito identificando o item de calibração utilizado e incluindo etapas do processo de utilização do Tracker
4	Evento é descrito identificando o item de calibração utilizado e incluindo detalhes importantes na gravação e etapas do processo de utilização do Tracker

Quadro 10: Critério de avaliação para a *Discussão*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma Discussão é apresentada
1	Discussão é apresentada relacionando as Previsões com Interpretação e Resultado de forma inadequada
2	Discussão é apresentada relacionando as Previsões com Interpretação e Resultado de forma adequada