

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**ATIVIDADES DE ÓTICA EXPLORADAS NO ENSINO MÉDIO
ATRAVÉS DE REFLEXÕES EPISTEMOLÓGICAS COM O EMPREGO
DO V DE GOWIN**

CARMES ANA DA ROSA BATISTELLA



Porto Alegre

2007

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**ATIVIDADES DE ÓTICA EXPLORADAS NO ENSINO MÉDIO
ATRAVÉS DE REFLEXÕES EPISTEMOLÓGICAS COM O EMPREGO
DO V DE GOWIN***

CARMES ANA DA ROSA BATISTELLA

Dissertação realizada sob a orientação da Profa. Dra. Rejane Maria Ribeiro Teixeira e apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial aos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.



Porto Alegre

2007

*Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Aos
meus filhos:
Bruno e Fhelipe

AGRADECIMENTOS

- a minha orientadora, professora Rejane Maria Ribeiro Teixeira, pela dedicada e competente orientação;
- à professora Eliane Angela Veit, pelo incentivo e orientações, principalmente, no início deste trabalho;
- ao professor Marco Antonio Moreira, pelo incentivo e discussões referentes ao uso de diagramas V no ensino de Física.
- aos professores do Mestrado Profissional em Ensino de Física pelos ensinamentos;
- aos colegas da turma MPEF/2005, pelos incansáveis momentos de estudo e, também, pelos momentos de descontração; em especial à Lizandra Botton Morini, Lisiane Araújo Pinheiro e ao Rafael Werlang;
- ao professor Fernando Roque Tosatti, amigo e colega da Escola Estadual de Ensino Médio “Dr. Araby A. Nácul”, pelo auxílio na sala de informática e pelo incentivo na aplicação desta proposta;
- aos alunos da turma da 3 ° série “E”, da Escola Estadual de Ensino Médio “Dr. Araby A. Nácul”, pela participação ativa durante toda a aplicação desta proposta metodológica;
- aos ex-alunos e amigos: Angela e Christina Frizon, Iuri Rates, Ana Paula da Luz e Robson Mesquita, pela ajuda no desenvolvimento dos *gifs* animados;
- aos meus familiares, principalmente, meus pais - Maria e Arlindo -, meus irmãos e cunhados, e minhas sobrinhas: Nathana e Bárbara;

RESUMO

A Física tem uma maneira própria de olhar a natureza e de estudar seus fenômenos. Por essa razão, o ensino-aprendizagem de Física não pode estar centrado na transmissão de informações, mas sim na construção do conhecimento em um contexto amplo que envolva conteúdos, novas metodologias e novos instrumentos adequados à realidade da escola, que venham a contribuir para uma aprendizagem significativa. Dentro dessa concepção, apresenta-se uma proposta de ensino de ótica, com ênfase no estudo através de módulos didáticos. Para tal, foram elaboradas atividades didáticas incluindo simulações de eventos com o uso de novas tecnologias e, também, em laboratório convencional, exploradas em uma visão construtivista fundamentada nas teorias de Vygotsky e de Ausubel. No desenvolvimento dessas atividades procurou-se propiciar o compartilhamento de significados através de diagramas fundamentados no V de Gowin, na busca de uma aprendizagem significativa. A composição dos módulos didáticos apresenta uma motivação inicial através de exposição oral questionada, com o objetivo de despertar no aluno seus conhecimentos prévios. Em cada um dos módulos didáticos são sugeridas uma ou mais atividades a serem trabalhadas em grupos de 3 a 4 alunos, constando de experimento virtual (*applets*, simulações) ou real, acompanhado de guia simplificado. Essa dinâmica de trabalho gerou uma maior interação social entre os alunos; ao professor, coube o papel de mediador da atividade. Paralelamente a cada atividade, cada grupo de alunos construiu um diagrama V, que era apresentado à turma posteriormente, com o objetivo de promover discussões. A aplicação da proposta foi realizada no quarto bimestre letivo do ano de 2006, em uma turma de terceira série de Ensino Médio, noturna, da Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Araby Augusto Nácul, em Lagoa Vermelha, RS. O material instrucional elaborado, na forma de página da *Web*, contém as atividades propostas nos módulos didáticos e também os correspondentes diagramas V a serem construídos pelos alunos. Também são incluídos na página da *Web*, como *links*, um material de apoio, com os conteúdos desenvolvidos nos vários módulos, e uma seção contendo exercícios de fixação. Com os alunos trabalhando em um determinado módulo didático, o material era disponibilizado nos computadores da Escola, gradualmente, para evitar que avançassem para os módulos seguintes antes de refletir sobre o conteúdo da atividade em andamento. O produto educacional, contendo o material instrucional e orientações para o seu uso, será divulgado na série *Hipermídias de Apoio ao Professor de Física* para que outros professores da rede de ensino possam adaptá-lo a sua realidade escolar.

Palavras-chave: Atividades experimentais reais e virtuais; Diagramas adaptados do diagrama V de Gowin; Teorias da aprendizagem significativa de D. Ausubel e da interação social de L. Vygotsk.

ABSTRACT

Physics has its own way of looking at nature and its phenomena. For this reason the Physics' teaching must not only be centered in lecturing information, but must also construct the knowledge in a wide context involving new technologies and tools fitted to the schools' reality. This, together with physics concepts, is to build a meaningful learning. To accomplish these goals we propose an approach to Optics teaching, structured in six didactic modules based on the meaningful learning's theory by D. Ausubel and the social interaction's theory by L. Vygotsky. Each didactic module starts with an oral exposition presenting the motivation through challenging questions, in order to instigate the students' previous knowledges. We then suggest one or more activities based on virtual (e.g., simulations, applets) or real experiments, with a schematic activities guide, to be worked out by groups of three or four students, with the teacher mediation, in order to deepen social interaction. Besides each experimental activity, they construct an adapted Gowin V diagram, intended to promote a meaningful learning, and finally they discuss with the rest of the class, encouraging an exchange of views about the proposed issue. This methodological proposal has been applied to 18 third high school year students, of the nightclass at "Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Araby Augusto Nácul" at Lagoa Vermelha, RS, during the fourth bimester of the school year of 2006. The instructional material was developed as a webpage, including the proposed experimental activities and the related V diagrams. Among the webpage links, we also included additional material with the physics contents of the didactic units and exercises. The whole instructional material has gradually been made available on the School's computers to prevent the students from going to a forthcoming activity before having made deep reflections on the lectures/subjects that were being worked out at each moment. This work is to be published in the series *Hipermídias de Apoio ao Professor de Física*, of Instituto de Física of UFRGS, so that other teachers can access this material and use it in their school's context.

Keywords: Real and virtual experimental activities; Adapted Gowin V diagrams; D. Ausubel's meaningful learning and L. Vygotsky's social interaction theories.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1:** Diagrama V de Gowin original..... 19
- Figura 4.1:** Página inicial de apresentação do material desenvolvido na proposta metodológica para o ensino de conteúdos de ótica usando diagramas adaptados do V de Gowin.. 26
- Figura 4.2:** Versão explicativa do diagrama V adaptado do diagrama V de Gowin utilizado no trabalho com os alunos..... 31
- Figura 4.3:** Página inicial do hipertexto referente ao “Material de apoio” 32
- Figura 5.1:** Na figura da esquerda, é mostrado o traçado de linhas definindo alguns ângulos determinados pelos raios de incidência e de reflexão da luz em relação à reta normal à superfície do espelho; na figura da direita, uma foto dos alunos de um dos grupos trabalhando nesta atividade..... 37
- Figura 5.2:** Na figura da esquerda, é mostrada a página inicial da modelagem de espelhos planos criada com o programa *Modellus*; na figura da direita, uma foto dos alunos trabalhando nesta atividade no computador..... 38
- Figura 5.3:** São apresentadas as fotos dos espelhos usados (à esquerda) e dos alunos de um dos grupos, durante a realização da atividade (à direita)..... 39
- Figura 5.4:** São apresentadas as fotos dos dois espelhos colocados formando certo ângulo (à esquerda) e dos alunos de um dos grupos, durante a realização da atividade (à direita)..... 40
- Figura 5.5:** Página inicial da modelagem de espelhos esféricos convexos, criada com o programa *Modellus*. Para um espelho côncavo, a simulação é similar, porém adaptada às características peculiares deste tipo de espelho..... 41
- Figura 5.6:** *Applet* criado por W. Fendt, que simula a reflexão e a refração de um raio de luz, que incide na superfície de separação de dois meios (no caso representado na figura, o raio de luz incide na superfície entre ar e água)..... 42
- Figura 5.7:** Página inicial da modelagem de uma lente esférica delgada convergente criada com o programa *Modellus*..... 43
- Figura 5.8:** À esquerda, são mostradas as três lâmpadas coloridas de 40 W; no centro, a adaptação da lâmpada de 100 W à caixa de papelão, com um orifício tapado com papel celofane colorido; à direita, a montagem das três caixas de papelão com os orifícios tapados com papel celofane nas cores: vermelha, azul e verde..... 44
- Figura 5.9:** À esquerda, um grupo de alunos realizando o experimento com as caixas de papelão com orifícios, tapados por papel celofane colorido, antes de a sala ser escurecida; à direita, um aluno olhando sua mão e a sombra dela quando iluminada por luz colorida..... 45
- Figura A.1:** Versão final do diagrama V.1, correspondente ao conteúdo de reflexão da luz, construído pelos alunos do Grupo 03..... 72

Figura A.2: Versão final do diagrama V.2.1 , correspondente ao conteúdo de imagens formadas por espelhos planos, construído pelos alunos do Grupo 01	73
Figura A.3: Versão final do diagrama V.2.2 , correspondente ao conteúdo de imagens formadas por espelhos planos, construído pelos alunos do Grupo 02	74
Figura A.4: Versão final do diagrama V.2.3 , correspondente ao conteúdo de imagens formadas por espelhos planos, construído pelos alunos do Grupo 06	75
Figura A.5: Versão final do diagrama V.3.1 , correspondente ao conteúdo de imagens formadas por espelhos esféricos côncavos, construído pelos alunos do Grupo 06	76
Figura A.6: Versão final do diagrama V.3.2 , correspondente ao conteúdo de imagens formadas por espelhos esféricos convexos, construído pelos alunos do Grupo 04	77
Figura A.7: Versão final do diagrama V.4 , correspondente ao conteúdo de refração da luz, construído pelos alunos do Grupo 02	78
Figura A.8: Versão final do diagrama V.5 , correspondente ao conteúdo de lentes delgadas convergentes e divergentes, construído pelos alunos do Grupo 05	79
Figura A.9: Versão final do diagrama V.6 , correspondente ao conteúdo decores dos objetos, construído pelos alunos do Grupo 05	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: O conteúdo, a carga horária e as atividades desenvolvidas em cada um dos módulos didáticos.....	29
Tabela 6.1: Resultados do pré e do pós-teste aplicados à turma, contendo a frequência de respostas para cada uma das alternativas. A incidência da alternativa cientificamente correta aparece sublinhada. O número de respondentes do pré-teste e pós-teste foi de 18 alunos.....	47
Tabela 6.2: São mostrados os assuntos, a(s) questão(ões)-foco e o evento referente a cada um dos diagramas V, construídos pelos alunos, associados ao módulo didático correspondente.....	51
Tabela 6.3: Protocolo de escores utilizado para avaliação dos diagramas V construídos pelos alunos.....	52
Tabela 6.4: Protocolo, com atribuição de nota, adotado na avaliação dos diagramas V construídos pelos alunos.....	53
Tabela 6.5: Resultados da avaliação de cada elemento dos diagramas construídos pelos alunos Grupo 01	54
Tabela 6.6: Resultados da avaliação de cada elemento dos diagramas construídos pelos alunos do Grupo 02	55
Tabela 6.7: Resultados da avaliação de cada elemento dos diagramas construídos pelos alunos do Grupo 03	55
Tabela 6.8: Resultados da avaliação de cada elemento dos diagramas construídos pelos alunos do Grupo 04	56
Tabela 6.9: Resultados da avaliação de cada elemento dos diagramas construídos pelos alunos do Grupo 05	56
Tabela 6.10: Resultados da avaliação de cada elemento dos diagramas construídos pelos alunos do Grupo 06	57

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 Utilização de atividades experimentais.....	15
2.2 Uso de novas tecnologias.....	16
2.3 Diagrama V de Gowin.....	18
CAPÍTULO 3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
3.1 Teoria da interação social de Lev Vygotsky.....	21
3.2 Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.....	23
CAPÍTULO 4- DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL INSTRUCIONAL	26
4.1 Contexto escolar.....	26
4.2 Conteúdos abordados.....	28
4.2.1 <u>Teste de concepções prévias</u>	30
4.2.2 <u>Material instrucional</u>	30
CAPÍTULO 5 - IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA	34
5.1 Perfil da turma.....	34
5.2 Relato das atividades desenvolvidas.....	35
5.2.1 <u>MÓDULO 1: Reflexão da luz</u>	35
5.2.2 <u>MÓDULO 2: Espelhos planos</u>	37
5.2.3 <u>MODULO 3: Espelhos esféricos</u>	40
5.2.4 <u>MÓDULO 4: Refração da luz</u>	41
5.2.5 <u>MÓDULO 5: Lentes esféricas delgadas</u>	42
5.2.6 <u>MÓDULO 6: Cores dos objetos</u>	43
CAPÍTULO 6 - ANÁLISE DE RESULTADOS	47
6.1 Análise comparativa entre os resultados do pré e do pós-teste.....	47
6.2 Avaliação dos diagramas V.....	49
6.2.1 <u>Relação dos diagramas V referentes aos módulos didáticos</u>	50
6.2.2 <u>Relação dos itens dos diagramas V e descrição dos critérios utilizados na sua avaliação</u>	52
6.2.3 <u>Resultados obtidos a partir da avaliação dos diagramas V</u>	54
CAPÍTULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	59

REFERÊNCIAS.....	62
ANEXO – TESTE DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS.....	64
APÊNDICE A - DIAGRAMAS V CONSTRUÍDOS PELOS ALUNOS.....	71
A.1 Versão final do diagrama V correspondente ao módulo didático 1.....	72
A.2 Versão final do diagrama V correspondente ao módulo didático 2.....	73
A.2.1 <u>Versão final do diagrama V.2.1.....</u>	73
A.2.2 <u>Versão final do diagrama V.2.2.....</u>	74
A.2.3 <u>Versão final do diagrama V.2.3.....</u>	75
A.3 Versão final do diagrama V correspondente ao módulo didático 3.....	76
A.3.1 <u>Versão final do diagrama V.3.1.....</u>	76
A.3.2 <u>Versão final do diagrama V.3.2.....</u>	77
A.4 Versão final do diagrama V correspondente ao módulo didático 4.....	78
A.5 Versão final do diagrama V correspondente ao módulo didático 5.....	79
A.6 Versão final do diagrama V correspondente ao módulo didático 6.....	80
APÊNDICE B – TESTE BIMESTRAL UTILIZADO NA AVALIAÇÃO.....	81
APÊNDICE C - CD-ROM COM MATERIAL INSTRUCIONAL.....	85

CAPITULO 1

INTRODUÇÃO

O ensino-aprendizagem de Física não pode centrar-se na veiculação de informações, mas sim enfatizar a construção do conhecimento em um contexto mais amplo que envolva os conteúdos, um ambiente adequado e o professor procurando sempre introduzir novas metodologias e novos instrumentos que venham a contribuir para este cenário.

O domínio dos conceitos físicos desempenha função fundamental na aprendizagem de Física e, como consequência, do entendimento dos fenômenos que ocorrem no mundo em que vivemos. Espera-se que a utilização de simulações e/ou de experimentações, tanto reais quanto virtuais, sirva para uma melhor compreensão conceitual, agindo como facilitadora do aprendizado. “Um bom modelo em Física é simples e capaz de boas previsões. Ele descreve e explica as partes principais dos fenômenos com os quais está relacionado e para os quais foi desenvolvido e é a mais importante ferramenta na compreensão dos resultados dos futuros experimentos.” (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p.82).

O estudo dos diversos conteúdos da disciplina de Física usando novas tecnologias pode oportunizar ao aluno uma melhor compreensão de eventos, que o levarão a explicar relações entre os conceitos relevantes do tema, que demandariam mais tempo em situação normal de sala de aula. As novas tecnologias desafiam o aluno a investigar o que ele desconhece, podendo motivá-lo a aprender através de recursos específicos, como simulações de fenômenos físicos (*applets*¹ ou modelagens).

Considerando a realidade da escola pública, na qual usualmente a carga horária da disciplina de Física é de 2 e, no máximo, de 3 períodos semanais de 50 minutos, o ensino costuma ocorrer de forma tradicional (giz e quadro-negro), com exposição de conteúdos existentes em livros didáticos. Frequentemente, o professor apresenta um resumo e uma lista de exercícios, que, muitas vezes, acabam sendo resolvidos por ele mesmo em sala de aula. Neste trabalho, apresenta-se uma proposta de ensino-aprendizagem de ótica, utilizando atividades experimentais com uso de novas tecnologias e no laboratório convencional, com um enfoque voltado para o desenvolvimento cognitivo do aluno. Esta proposta está em consonância com o que preconizam os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino

¹ *Applet* é um aplicativo que é executado no contexto de outro programa, neste caso em Java. São geralmente usados para adicionar interatividade e aplicações da *Web*, que não podem ser geradas em HTML. (Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Applet_Java).

Médio (BRASIL, 1999), PCNEM, quanto a desenvolver competências e habilidades na utilização de tecnologias de informação e comunicação, em uma abordagem mais conceitual, que leve o aluno a fazer a contextualização do tema em estudo no seu dia-a-dia.

Nesta perspectiva, propõe-se aqui a utilização de diagramas, adaptados² do Vê epistemológico de Gowin, como instrumento de ensino-aprendizagem, onde se evidencia a interação entre os domínios indispensáveis, teórico-conceitual e o metodológico, que colocam o aluno entre o pensar e o fazer do aprendizado que almeja alcançar. (MOREIRA, 1990)

Propõem-se, portanto, atividades experimentais como eventos dos diagramas V, planejadas e aplicadas de forma a levar o aluno de Ensino Médio a se interessar mais em aprender Física, compreendendo os modelos físicos e suas relações com o cotidiano.

Além de uma boa relação entre aluno e professor, é importante, para que ocorra a aprendizagem desejada, a valorização do potencial do aprendiz, bem como a aplicação de metodologias modernas e mais ousadas. Segundo Gaspar (2001, p. 7):

O aprendizado em Ciências e Matemática, iniciado no ensino fundamental, deve aprofundar-se e complementar-se no ensino médio. Nessa nova etapa o aluno tem mais maturidade, por isso os objetivos educacionais podem ser mais ambiciosos, tanto em relação à natureza das informações abordadas e dos procedimentos e atitudes como em termos das habilidades, das competências e dos valores envolvidos.

Para facilitar o desenvolvimento da metodologia proposta, alguns conteúdos de ótica foram organizados em seis módulos didáticos.

Esta proposta metodológica está fundamentada nas teorias construtivistas de interação social de Lev Vygotsky e de aprendizagem significativa de David Ausubel. De acordo com esse embasamento teórico, os módulos didáticos foram desenvolvidos dentro de uma visão construtivista, propiciando compartilhar significados através do emprego de diagramas V.

Com o uso de diagramas V, associados às atividades previstas em cada módulo, procurar-se-á buscar uma aprendizagem significativa. A composição dos módulos prevê uma motivação inicial, através de exposição oral questionada, também com o objetivo de despertar no aluno seus conhecimentos prévios. Em cada um dos módulos, propõem-se um ou mais experimentos acompanhados de um guia simplificado, a serem trabalhados em grupos de três ou quatro alunos.

Os diagramas V propostos procuram promover reflexões, debates, análises de modelos físicos (eventos) significativas para a aprendizagem do assunto estudado. Após sua construção

² O termo **diagrama V** será usado para identificar o diagrama V adaptado a partir do diagrama Vê de Gowin.

pelo grupo, foram apresentados à turma, com o objetivo de promover discussões também no grande grupo.

O produto educacional gerado neste trabalho de dissertação compreende seis módulos didáticos, com atividades experimentais (reais e virtuais) e os correspondentes diagramas V.

É incluído um material de apoio envolvendo os conteúdos abordados e, também, alguns exercícios. Todo o material instrucional, na forma de página da *Web*, está disponível em CD-ROM e foi disponibilizado nos computadores da escola onde foi aplicada a proposta.

No Capítulo 2, apresenta-se uma revisão sucinta da literatura com algumas citações sobre o uso de experimentos, de novas tecnologias e de diagramas V de Gowin.

No Capítulo 3, são apresentados os pressupostos das teorias de aprendizagem de L. Vygotsky e D. Ausubel, que orientaram o desenvolvimento deste trabalho.

A metodologia empregada na implementação da proposta é apresentada no Capítulo 4.

No Capítulo 5, relata-se como ocorreu a aplicação da proposta metodológica na 3ª série, noturna, de Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Médio “Dr. Araby Augusto Nácul”.

No Capítulo 6, são apresentados os resultados obtidos nos diferentes instrumentos de avaliação utilizados.

As considerações finais são apresentadas no Capítulo 7.

O teste utilizado para detectar as concepções alternativas sobre tópicos introdutórios de ótica geométrica, aplicado como pré e pós-teste, é apresentado como Anexo.

O Apêndice A contém uma amostragem dos diagramas V construídos pelos alunos no desenvolvimento dessa proposta. No Apêndice B é apresentado o teste final utilizado na avaliação do bimestre letivo. Para finalizar, o produto educacional desenvolvido neste trabalho de dissertação está disponibilizado em um CD-ROM e integra o Apêndice C.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

A aprendizagem de Física é um desafio para educadores e, principalmente, para os alunos que freqüentemente apresentam grandes dificuldades em sua compreensão. Eles não entendem o porquê e tampouco para quê estudar Física.

É comum que o ensino se dê mediante a apresentação de um resumo de leis, conceitos e fórmulas. As fórmulas são enfatizadas pelo professor para a realização de problemas com resultados numéricos, não se estabelecendo nenhuma relação da linguagem matemática com o significado físico do resultado.

O aluno não consegue estabelecer uma relação do ensino de Física com sua vida cotidiana, ou seja, não vê significação nem aplicabilidade do que é ensinado em Física com o seu contexto social. Muitas vezes os exercícios propostos são resolvidos pelo professor com uma participação passiva do aluno durante as aulas.

Esse quadro caótico fundamenta-se no ensino ainda moldado nos objetivos da versão anterior da Lei das Diretrizes e Bases (LDB) 5692/71, que privilegiava o desenvolvimento do raciocínio de forma isolada, adiando a compreensão mais profunda para outros níveis de ensino. Com a promulgação da nova Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional, lei nº 9394/96, e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM), novos objetivos foram definidos para o Ensino Médio, pois este nível de ensino passa a ser considerado etapa final da educação básica. (BRASIL, 1999, p.48)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio apontam competências e habilidades para o ensino de Física nesse nível de ensino, que são: representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sócio-cultural.

É relevante para este trabalho o item “investigação e compreensão”, que preconiza o desenvolvimento, pelo aluno, da capacidade de investigação. Sendo assim, o aluno deverá ser capaz de classificar, organizar, sistematizar dados, identificar regularidades, observar, testar, relacionar grandezas físicas, conhecer e utilizar leis e conceitos físicos, conhecer a física do seu cotidiano, utilizar modelos físicos e entendê-los.

Ao fazer esta breve revisão da literatura, na intenção de buscar uma metodologia que esteja de acordo com os novos objetivos propostos para o ensino de Física, separamos os itens

pesquisados em três tópicos: (2.1) Utilização de atividades experimentais; (2.2) Inclusão de novas tecnologias; (2.1) Uso de um diagrama adaptado do Vê epistemológico de Gowin.

2.1. Utilização de atividades experimentais

Segundo Gaspar (2003), nas escolas brasileiras a experimentação, em nenhum momento da história, foi considerada uma prática pedagógica rotineira. Até meados do séc. XX algumas escolas possuíam aparelhos que facilitavam a demonstração de experimentos. Por volta da década de 50, já existiam em algumas escolas materiais e ambientes (laboratórios) mais adequados para a atividade criadora do aluno. Entretanto, as atividades eram propostas com roteiros pré-estabelecidos, fazendo com que o aluno apenas seguisse passos, sem investigar o experimento ou pensar nos dados obtidos. Essa metodologia tem provocado críticas por parte dos pesquisadores que argumentam não haver surpresas e nem descobertas na atividade experimental. (ARAUJO: ABIB, 2003)

Gaspar ainda afirma que até as três últimas décadas o ensino era tradicional, sendo que a aula teórica e a prática eram distintas, ou seja, formas diferentes de expor o conteúdo.

Moreira (2000), quando faz uma retrospectiva do ensino de Física no Brasil, relata que até 1960 o ensino era referenciado por livros e algumas atividades experimentais. Ainda hoje continua referenciado por livros, porém de má qualidade, com muitas cores, pouco texto, direcionado para o vestibular. Na década de 60, o paradigma dos livros foi substituído pelo de projetos, os quais foram muito claros em dizer como se deveria ensinar Física (experimentos, demonstrações), mas não disseram como se aprenderia essa mesma Física. O que se pode dizer é que durou muito pouco essa fase.

Moreira afirma ter sido iniciada em 1970, ou seja, há três décadas, a pesquisa em ensino de Física, com o estudo das chamadas concepções alternativas, seguido de grandes contribuições como “Física do cotidiano”, “equipamentos de baixo custo” e outros. Atualmente essa pesquisa pode ser considerada bem desenvolvida, com investigações bastante diversificadas, dentre elas “Física contemporânea” e “Novas tecnologias”.

Em uma revisão de literatura realizada por Araujo e Abib (2003), no período de 1992 a 2001, utilizando a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), atividades experimentais foram apontadas por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas na promoção da aprendizagem significativa.

É relevante destacar as observações desses autores (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.190-191):

De um modo geral, independente da linha ou modalidade adotada, constata-se que todos os autores são unânimes em defender o uso de atividades experimentais, podendo-se destacar dois aspectos fundamentais pelos quais eles acreditam na eficiência desta estratégia: **(a)** Capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, despertando a curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem; **(b)** Tendência em propiciar a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender Ciências.

Neste trabalho, em que é usada uma adaptação do diagrama V de Gowin, propõe-se a integração entre as aulas teóricas e a aula prática, em que o aluno, ao mesmo tempo em que tem contato com a teoria, realiza atividades experimentais. Essa metodologia proporciona ao aluno fazer correlações de significados físicos, passando de uma atitude passiva para uma postura de descobridor, pesquisador, tendo o professor como mediador do conhecimento e não mais o “dono do saber”.

2.2. Uso de novas tecnologias

Hoje as tecnologias modernas estão presentes em grande parte das escolas brasileiras, disponíveis para os professores utilizarem como recurso didático. Muitos alunos já estão familiarizados com o computador, pois têm acesso a ele em suas residências ou seus locais de trabalho, ainda que seu uso esteja restrito a jogos, a conversas no MSN³ e a algumas pesquisas na Internet.

Alguns autores, em seus trabalhos de revisão da literatura, agregam grande valor às novas tecnologias como instrumento didático, enquanto meio da construção do conhecimento, de modo geral em todas as disciplinas e na Física, em particular.

Em sua análise da literatura, Araújo e Abib (2003, p. 186 a 189) indicam o computador como instrumento de valor considerável na execução de atividades experimentais. Entretanto, para eficiência de seu uso, faz-se necessário uma nova postura dos professores, para que usem esse instrumento didático de forma adequada a um ensino significativo.

Acrescentam, então,

³ O MSN Web Messenger permite conversar online e em tempo real com amigos e familiares usando apenas um navegador da Web. Disponível em: <<http://webmessenger.msn.com/?mkt=pt-br>>. Acesso em: 15 jun. 2007.

De acordo com a maneira com que os computadores são utilizados é possível dispor de uma importante ferramenta capaz de criar condições que podem auxiliar no aprimoramento de diversas habilidades dos estudantes, como a sua capacidade crítica de interpretação e análise, a criatividade, a elaboração de hipóteses, entre outras, ao mesmo tempo em que os coloca em contato direto com instrumentos tecnológicos bastante atuais.

Araujo e Veit (2004) analisaram 109 trabalhos referentes ao uso de novas tecnologias no ensino de Física, publicados a partir da década de 90. Evidenciaram haver poucas publicações sobre tecnologias como meio de acesso ao conhecimento. Do que há publicado, poucas são brasileiras. Na sua maioria, foram realizados e/ou publicados fora do Brasil.

Esses autores consideram de fundamental importância haver um referencial teórico que dê sustentação à aplicação das novas tecnologias como instrumento didático. Para eles, não basta contarmos com recursos sofisticados, como o computador, se o professor não tiver clareza dos objetivos a serem atingidos e dos conceitos a serem aprendidos.

Araújo, Veit e Moreira (2006, p. 96) destacam atividades de modelagem e simulação como recursos potencialmente significativos no uso do computador no ensino de Física, acrescentando que essas atividades representativas de modelos físicos proporcionam melhor compreensão de fenômenos científicos, permitindo verificar relações entre variáveis, visualização de elementos abstratos e, entre outras coisas, interação com o conteúdo a ser aprendido.

Fiolhais e Trindade (2003) vêem no uso do computador em sala de aula a possibilidade de diversificar métodos, bem como uma alternativa para combater o fracasso escolar, muito evidente nas ciências exatas, especialmente, em Física. Ressalvam, também, não ser o computador a “chave mágica do sucesso educativo”. Com isso, querem alertar os educadores para a importância de trabalharem com programas de qualidade, sempre buscando relacioná-los com os currículos.

Moreira, no trabalho “Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas” (2000, p. 95), também destaca a importância das tecnologias no ensino de física, mas acrescenta: *Tampouco o microcomputador será um bom recurso metodológico, se for usado com exclusividade, dispensando a interação pessoal, a troca, ou negociação, de significados que é fundamental para um bom ensino de Física.*

No trabalho aqui descrito, com a utilização de simulações e *applets*, como também do diagrama V, pretende-se utilizar o computador como um recurso facilitador na execução de

alguns experimentos virtuais que apresentam dificuldades para serem realizados em laboratório convencional.

2.3. Diagrama V de Gowin

A virada do milênio apresenta uma variedade de recursos tecnológicos (neste contexto, o computador), acessíveis na maioria das escolas. Há, também, uma extensa produção de obras escritas: livros, revistas, periódicos. Entretanto, não há um aproveitamento efetivo desses recursos para a promoção da aprendizagem.

Por outro lado, percebe-se nas escolas a necessidade de uma releitura, de um *ressignificado* do ensino enquanto construção do conhecimento.

O diagrama Vê de Gowin atende a essa necessidade, pois permite a pesquisa, a descoberta, podendo vir a promover a aprendizagem significativa. É um instrumento heurístico, criado por D. B. Gowin (1981 *apud* MOREIRA, 1985, p. 106), para análise do processo de produção do conhecimento. Portanto, é também chamado de V epistemológico, V do conhecimento, V heurístico e V de Gowin.

Moreira (1985) afirma que o diagrama Vê foi pensado pelo autor, inicialmente, de forma simplificada, resumindo-o em cinco questões básicas: *Qual(is) a(s) questão(ões)-foco? Quais os conceitos chave? Qual(is) o(s) método(s) usado(s) para responder a(s) questão(ões)-foco? Quais as asserções do conhecimento? Quais as asserções de valor?* Muitos docentes utilizam nas suas atividades essas questões, que podem servir, também, como recurso no planejamento das aulas, delimitando com clareza o que pretendem ensinar.

Mais tarde, as cinco questões foram redimensionadas e distribuídas, originando o diagrama Vê, sempre em uma perspectiva de interação constante entre todos os elementos que o compõem (conceitos, eventos e fatos) sendo, portanto, considerado uma maneira de gerar estruturas de significados. Essa articulação ocorreu de forma harmoniosa na criação do Vê.

O Vê de Gowin é constituído de duas partes distintas - o domínio conceitual e o domínio metodológico, que interagem entre si, com a questão-foco que se encontra no seu centro e, ainda, com os eventos estudados, situados na base do mesmo.

No lado esquerdo do Vê, denominado lado do Pensar, encontram-se elementos que se referem ao domínio conceitual, tais como: conceitos, leis, princípios e teorias que têm filosofias adjacentes. No lado direito, está o domínio metodológico, relativo ao Fazer, onde se fazem registros do experimento associados ao evento já mencionado, obtendo-se parâmetros,

índices, coeficientes, colocados em gráficos, tabelas, que servem de base para as asserções de conhecimento e valor.

É relevante destacar a definição para alguns elementos pertencentes ao diagrama V, que são:

Conceitos: são signos ou símbolos que apontam regularidades em eventos, e que utilizamos para pensar, pesquisar, ou seja, dar respostas rotineiras e estáveis ao fluxo de eventos.

Sistemas conceituais: conjunto de conceitos interligados, que permitem raciocinar, relacionando conceitos entre si.

Princípios e teorias: são sistemas conceituais mais abrangentes.

Fatos: podem ter três significados distintos, entretanto relacionados entre si: podem significar o próprio evento que ocorre naturalmente ou que é feito pelo pesquisador; podem referir-se ao registro do evento ou, ainda, referir-se a asserções verbais ou matemáticas, baseadas nos registros dos eventos.

A Figura 2.1 apresenta o diagrama V original de Gowin. (MOREIRA, 2006, p.83).

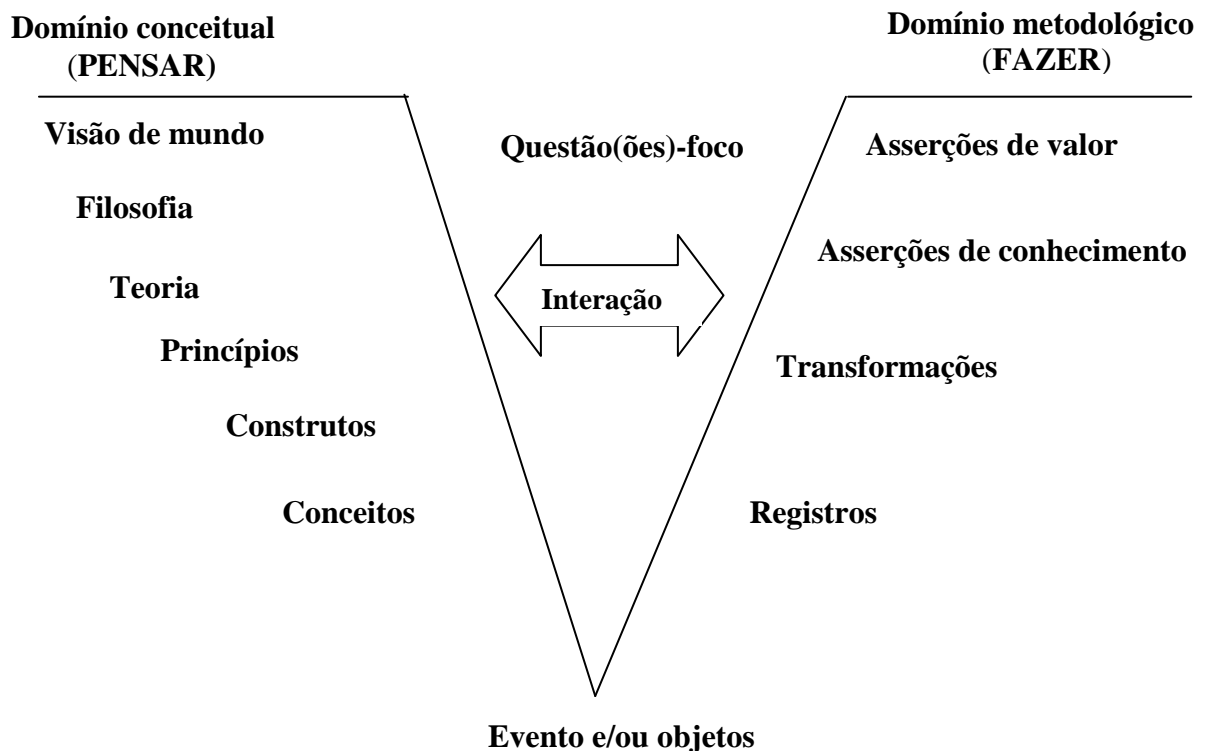


Figura 2.1: Diagrama V de Gowin original⁴.

⁴ Figura extraída de: MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e diagramas V*. Porto Alegre: Ed. do autor, 2006. 103p.

É importante salientar que o V proposto não deve ser interpretado como se fosse um formulário a ser simplesmente preenchido pelos estudantes. A importância desse instrumento destaca-se justamente pelos ... *aspectos relevantes a serem considerados: interação entre o pensar e o fazer na construção do conhecimento e sua convergência nos objetos ou eventos sobre os quais são formuladas as questões de pesquisa.* (MOREIRA, 2006, p. 81)

Moreira afirma que Gowin utilizou diagramas V inicialmente com estudantes de pós-graduação e criados para identificar os componentes de produção do conhecimento. Como o conhecimento é construído, ele tem uma estrutura que pode ser analisada. Esses diagramas hoje são utilizados em todos os níveis de instrução, desde o ensino fundamental até em cursos de pós-graduação, e em diferentes disciplinas, passando por adaptações indispensáveis ao seu uso.

Podemos citar Escudeiro e Moreira (1999), que consideram o V de Gowin um instrumento útil para o ensino-aprendizagem, especialmente para a resolução de problemas, que é uma das linhas prioritárias do ensino de Física. Fizeram, então, uma análise de algumas estratégias metodológicas do uso do Vê. Para esses autores, o diagrama Vê representa uma ferramenta útil para análise epistemológica de enfoques em resolução de problemas em Física, ou seja, permite a interação entre o domínio conceitual e o domínio metodológico, que vai produzir o conhecimento.

Outra aplicação do Vê relatada na literatura se deu em atividades de aprendizagem de ótica, na disciplina de Física, com alunos de 8ª série, utilizando-se a metodologia com base no V de Gowin. O trabalho consistiu de duas partes: a primeira, correspondente ao componente conceitual, procurou definir o ambiente, a seqüência temática e a estratégia a adotar; a segunda, referente ao componente metodológico, que foi a aplicação da experimentação, com diagrama Vê, em um ambiente construtivista de aprendizagem (VALADARES; FONSECA, 2005, p. 605-606). Na realização da atividade, a turma foi dividida em dois grupos, um de controle, outro experimental, sendo que no pré-teste o grupo experimental apresentou menos conhecimentos do que o grupo de controle. Constatou-se que o grupo experimental obteve crescimento relevante na investigação e no desempenho.

Como não foram encontrados registros na literatura analisada de aplicação do diagrama V, em Física, no Ensino Médio, o presente trabalho se apropria dessa metodologia e o aplica na tentativa de os alunos apresentarem melhores resultados na disciplina, bem como de, em uma linha construtivista, dar significação mais relevante à aprendizagem.

No próximo capítulo são apresentados os referenciais teóricos que embasam a metodologia aplicada nesse trabalho.

CAPÍTULO 3

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho está fundamentado nas teorias da interação social de Lev Vygotsky e da aprendizagem significativa de David Ausubel.

3.1 Teoria da interação social de Lev Vygotsky

Lev S. Vygotsky (1896-1934), embora tenha vivido poucos anos, desenvolveu junto a seus colaboradores uma teoria construtivista, denominada interacionista, que está alicerçada na concepção de que o desenvolvimento cognitivo de cada indivíduo ocorre a partir de suas relações com outros seres humanos, no meio sócio-cultural em que vive. Afirma que nas relações estabelecidas com o mundo, mediadas por instrumentos e signos (merece destaque a linguagem), o ser humano cria as formas de ação que o distinguem de outros animais. (MOREIRA, 2003, p. 109-112)

Nessa interação social, no contexto onde o indivíduo se insere, recebe informações, que permitem a construção individual da visão de mundo.

Para Vygotsky, o indivíduo se desenvolve em um contexto sócio-histórico cultural, onde ele reconstrói internamente uma atividade externa, em resposta a processos interativos que lhes são proporcionados ao longo de sua existência. A internalização se dá quando uma função interpessoal (na socialização) passa a ser intrapessoal (no interior do indivíduo).

O desenvolvimento do indivíduo ocorre quando funções psicológicas elementares transformam-se em funções psicológicas superiores.

O ser humano tem a possibilidade de pensar em objetos ausentes, imaginar eventos nunca vividos, planejar ações a serem realizadas em momentos posteriores. Esse tipo de atividade é considerado superior, na medida em que se diferencia de mecanismos mais elementares tais como ações reflexas (a sucção do seio materno pelo bebê, por exemplo), reações automatizadas (movimento da cabeça na direção de um som forte repentino, por exemplo) ou processos de associação simples entre eventos (o ato de evitar o contato da mão com a chama de uma vela, por exemplo). (OLIVEIRA, 1997, p. 26)

Para que haja essa conversão de uma função para outra mais dinâmica, é necessária uma mediação, que é proporcionada pela linguagem, considerada um instrumento simbólico fundamental na interação social.

É importante ressaltar que tanto signos como instrumentos são criados pela sociedade, ao longo da história, sofrendo modificações e influenciando o desenvolvimento social e cultural de um povo. Em vista disso, podem assumir diferentes significados em diferentes culturas ou sociedades.

Para Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo do ser humano está atrelado à aprendizagem, que é essencial para que este ocorra. Ele atribui grande valor à cultura, à experiência de vida do aluno. Trabalha com dois conceitos básicos (entende que assim acontece a aprendizagem), que o autor chama de: nível de desenvolvimento real, que é o que a pessoa pode aprender sozinha, e um segundo nível, nível de desenvolvimento potencial, que é aquilo que o sujeito não sabe, mas tem condições de aprender com o auxílio de outros indivíduos mais capazes. Um conceito importante nesta teoria, denominado de **Zona de desenvolvimento proximal**, é definido como a distância entre os níveis descritos acima, tratando-se de um espaço abstrato de desenvolvimento. (MOREIRA, 1999)

Para Vygotsky, o sujeito aprende quando lhe é proporcionado um ensino organizado dentro de seu nível de desenvolvimento potencial. Cabe ao professor preparar material didático que atenda as necessidades de conhecimento do aluno, de forma que seja relevante o auxílio de outros indivíduos que possam ajudá-lo a aprender.

Na metodologia aplicada, no presente trabalho, optou-se por um diagrama adaptado do V de Gowin, diagrama V, uma vez que:

- ✓ permite a interação constante aluno versus professor versus conhecimento, pois a metodologia prevê a construção dos diagramas V pelos alunos, trabalhando em grupos, com acompanhamento do professor. O material a ser trabalhado é elaborado para proporcionar um ensino dentro do nível de desenvolvimento potencial do aprendiz;
- ✓ o professor assume o papel de mediador, aquele que interfere no processo sempre que solicitado, e há uma troca de conhecimentos, onde ambos (professor e aluno) são sujeitos construtores do conhecimento;
- ✓ a linguagem, enquanto signo, está presente em toda a metodologia aplicada, nos questionamentos, nas anotações e nas conclusões.

3.2 Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel

Ausubel é um defensor e representante da aprendizagem cognitiva, onde o conhecimento, ao ser construído pelo indivíduo, é armazenado de forma organizada em sua mente. A esse complexo organizacional do conhecimento ele denomina estrutura cognitiva.

O fator mais relevante para que ocorra a aprendizagem são as informações e idéias que o aluno já sabe, necessárias à aprendizagem significativa de novos assuntos. A esse material pré-existente na estrutura cognitiva denomina-se *subsunçor*⁵, que pode ser um conceito, uma proposição, uma imagem, um símbolo, enfim, um conhecimento específico, apresentado com clareza, estabilidade e diferenciação.

Toda a sua teoria está direcionada para a “aprendizagem significativa”, que ocorre quando há interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, os quais devem se organizar na estrutura cognitiva de forma não arbitrária e substantiva (não literal).

Ausubel define aprendizagem significativa da seguinte forma:

É um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito *subsunçor*; ou simplesmente *subsunçor*, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. (MOREIRA, 1999, p. 153)

Na estrutura cognitiva, o novo conhecimento, ao interagir com o conhecimento prévio, faz com que este se modifique, ficando mais elaborado, mais rico. A esse processo dá-se o nome de diferenciação progressiva. O conhecimento novo pode interagir de forma que os *subsunçores* sejam percebidos, relacionados e reorganizados, adquirindo novos significados. A este processo dá-se o nome de reconciliação integrativa.

Mas esse processo não é tão simples assim. Destacam-se alguns critérios para a ocorrência desses fenômenos:

⁵ Moreira (1999) destaca que a palavra *subsunçor* não existe em português; trata-se de uma tentativa de aportuguesar a palavra inglesa *subsumer*. Seria mais ou menos equivalente a *inseridor*, facilitador ou subordinador.

- o material apresentado tem que ser potencialmente significativo, ou seja, tem que ter significado imediato ao aprendiz;
- o aprendiz tem que estar pré-disposto a aprender, ou seja, ele precisa estar motivado, querer aprender o que se está propondo.

É importante ressaltar que no trabalho dessa dissertação os conteúdos foram organizados em módulos didáticos. No início de cada um dos módulos, é apresentado um item denominado *Motivação*, que tem por objetivo estimular o aluno para o tema a ser desenvolvido, de modo a evidenciar seus conhecimentos prévios. A utilização do lado esquerdo do diagrama Vê possibilita ao aluno rever conceitos já estudados e discutí-los com os colegas no seu grupo, procurando prever o resultado do experimento sugerido.

A motivação apresentada de forma questionada, mesmo quando é uma afirmação, pode assumir a função de organizador prévio, pois é material introdutório, apresentado antes do próprio conteúdo a ser aprendido, porém em nível mais elevado de abstração. Tem como principal função preencher a lacuna entre o que o aluno já sabe e o que ele precisa saber, a fim de promover uma aprendizagem significativa.

Paralela à aprendizagem significativa, está a aprendizagem mecânica (automática), também importante segundo Ausubel, pois pode servir de suporte para a aprendizagem significativa. A aprendizagem mecânica é definida como recebimento de novas informações, com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. As novas informações são armazenadas de maneira arbitrária, não se ligam a *subsunçores* já existentes, mas com o passar do tempo podem vir a se tornar *subsunçores*, embora não tão elaborados, mas que facilitam a aquisição de novos conhecimentos nessa área.

Ausubel também trabalha com outros dois conceitos para a aprendizagem: aprendizagem receptiva e aprendizagem por descoberta. Aprendizagem receptiva é definida como aquela em que o professor apresenta o conteúdo na sua forma final, enquanto que na aprendizagem por descoberta dirigida o professor proporciona caminhos para que o conteúdo seja descoberto pelo aprendiz. Entretanto, qualquer uma das duas pode ser significativa ou não, dependendo do modo como o estudante relaciona o conteúdo com os conceitos presentes na sua estrutura cognitiva. A opção

feita no presente trabalho pelo uso de diagramas adaptados do V de Gowin representa uma escolha para promover a aprendizagem por descoberta dirigida.

A avaliação dos trabalhos fundamentados na teoria de Ausubel deve acompanhar a aprendizagem significativa que é “progressiva”. Os diagramas V, propostos neste trabalho e construídos pelos alunos, possibilitam a organização da estrutura cognitiva e, cada diagrama construído, serve para a próxima atividade como um organizador prévio.

Seguindo a teoria de Ausubel o professor precisa estar atento aos seguintes aspectos na construção do conhecimento:

- ter clareza quanto aos conhecimentos prévios dos alunos;
- desenvolver conceitos que sirvam de pré-requisitos, quando necessário, facilitando a aquisição do novo conhecimento;
- apresentar material significativo, que desperte motivação para a aprendizagem.

O trabalho proposto é fundamentado nesta teoria que prevê uma aprendizagem significativa na qual o aluno vai adquirindo o conhecimento de forma organizada, progressiva, agradável e participativa.

No Capítulo 4 são descritos a metodologia utilizada no desenvolvimento do material instrucional, o contexto escolar, bem como os conteúdos de Ótica abordados.

CAPÍTULO 4

DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL INSTRUCIONAL

Este capítulo tem por objetivo descrever a metodologia utilizada no desenvolvimento do material instrucional. Inicialmente, apresenta-se o contexto escolar no qual esta proposta foi pensada, desenvolvida e aplicada. A seguir, são listados os conteúdos de Ótica abordados, e, por fim, é feito um relato sobre a elaboração das atividades, tais como: teste de concepções prévias, módulos didáticos, material de apoio e exercícios. Esse material encontra-se disponível em CD-ROM, como página da *Web*.




	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL INSTITUTO DE FÍSICA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA	
ÓTICA Módulos didáticos: 1. Reflexão da luz 2. Espelhos planos 3. Espelhos esféricos 3.1 Côncavos 3.2 Convexos 4. Refração da luz 5. Lentes delgadas 6. Cones dos objetos Material de apoio Exercícios Referências	 Fotografia de uma paisagem e de sua imagem formada pela superfície da água de um agude em Lagoa Vermelha, RS. (Fotografado por C. A. R. Batistella em 17/10/2006).	
MESTRANDA: Carmes Ana da Rosa Batistella (carnesrosa@terra.com.br) ORIENTADORA: Profa. Dra. Rejane Maria Ribeiro Teixeira (rejane@if.ufrgs.br)		

Figura 4.1: Página inicial de apresentação do material desenvolvido na proposta metodológica para o ensino de conteúdos de ótica usando diagramas adaptados do V de Gowin.

4.1 Contexto escolar

Esta proposta metodológica foi aplicada a uma turma de 18 alunos, da 3ª série noturna de Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Médio “Dr. Araby Augusto Nácul”, localizada na cidade de Lagoa Vermelha, RS, no período de 04/10 a 07/12 do ano letivo de 2006, totalizando 32 horas-aula. A opção por essa turma se deu em função do conteúdo escolhido (Ótica), que é trabalhado nesta série e nesse período do ano letivo.

É interessante destacar que 18 alunos é um número ideal, se pensarmos em qualidade de ensino, e na possibilidade de acompanhamento dos alunos nas suas dificuldades individuais. Entretanto, nada impede que a proposta seja aplicada com turmas mais numerosas.

O referido estabelecimento de ensino atende aproximadamente 900 alunos, com turmas de 1ª série do Ensino Fundamental a 3ª série do Ensino Médio. Recebe alunos das redondezas da escola, de bairros e de localidades próximas (distritos). Conta com 60 professores em seu corpo docente, todos com curso superior, inclusive alguns com mestrado.

Quanto à estrutura física, pode-se dizer que a escola dispõe de uma estrutura básica, ou seja, possui 16 salas de aula, biblioteca, sala de leitura, sala de vídeo e dois laboratórios, um de informática e outro da área de ciências. Possui, ainda, um anfiteatro e um ginásio para esportes.

Quanto ao desenvolvimento da proposta, é importante destacar:

O laboratório de informática da escola dispõe de 10 computadores. Na oportunidade em que a proposta foi aplicada, somente seis deles puderam ser parcialmente utilizados, em função de defeitos de funcionamento. Esses computadores, nos finais de semana, ficavam disponíveis para a comunidade dentro do projeto Escola Aberta. Tanto pelo uso excessivo, quanto pela falta do acompanhamento de um profissional técnico, justificam-se as deficiências nos equipamentos.

O laboratório convencional de Ciências encontra-se muito precário e sucateado, sendo pouco utilizado pelos professores da área. Para a realização de um experimento neste ambiente, houve a necessidade de organizar previamente o local a fim de permitir a circulação dos alunos.

Para a implementação da proposta metodológica, que contou com seis módulos didáticos, foi necessária uma negociação entre a professora e alunos para que os períodos das aulas de Física e Matemática fossem utilizados somente para aulas de Física, até a conclusão da aplicação da proposta. Ao término da aplicação, para completar a carga horária prevista para a disciplina de Matemática, foram usados os períodos destinados às aulas de Física. Isso foi possível em função de a professora exercer docência nas duas disciplinas nessa turma.

Quanto ao aspecto administrativo escolar, cabe observar aqui que o período em que se aplicou a proposta foi de certa agitação e de mudanças no estabelecimento, já que coincidiu

com a eleição de diretores. Por ser um período de transição, de expectativas, a agitação envolveu praticamente todos os segmentos da escola.

Em algumas oportunidades, a Direção da Escola convocou a turma para outras atividades não associadas às aulas de Física. Para exemplificar: houve uma visita a uma instituição de ensino superior da região. Ficou clara a motivação dos alunos da turma pelo projeto, uma vez que todos tiveram a liberdade de escolher e optaram por participar da continuidade do trabalho proposto pela autora, permanecendo no laboratório, enquanto as demais turmas acompanharam a Direção na visita.

Todo esse cenário de mudanças e intervenções não interferiu nos propósitos e nem no desenvolvimento da proposta metodológica.

4.2 Conteúdos abordados

A opção pelos conteúdos de Ótica, para aplicação dessa abordagem metodológica, foi devido ao fato de esta estar presente em muitos fenômenos e instrumentos do cotidiano do aluno, por exemplo, a visualização dos objetos que nos rodeiam, o uso de óculos de grau e de lentes de contato e/ou aparelhos como lupas, binóculos, microscópios ópticos, telescópios. Outro aspecto, também relevante, é a disponibilidade de experimentos reais e virtuais neste assunto, que facilitam o desenvolvimento de atividades e de propostas de eventos a serem trabalhados em conjunto com o diagrama V de Gowin.

Na Tabela 4.1, apresenta-se o conteúdo, a carga horária e as atividades desenvolvidas em cada um dos módulos didáticos.

Tabela 4.1: O conteúdo, a carga horária e as atividades desenvolvidas em cada um dos módulos didáticos.

Aulas	Carga horária (40 min)	Conteúdos	Atividades desenvolvidas
Primeira (04/10/2006)	2 h-a	Ótica	❖ Aplicação do pré-teste. Apresentação de um vídeo sobre os conteúdos de ótica, acompanhada de discussão da metodologia a ser empregada.
Segunda (11/10/2006)	2 h-a	Diagrama V de Gowin e reflexão da luz	❖ Apresentação do diagrama V com explicações de cada um dos seus elementos (1º período). Atividades referentes ao Módulo didático 1 (2º período).
Terceira (18/10/2006)	2 h-a	Reflexão da luz	❖ Continuação das atividades referentes ao Módulo didático 1.
Quarta aula (19/10/2006)	1 h-a (*)	Reflexão da luz	❖ Continuação das atividades referentes ao Módulo didático 1: apresentação dos diagramas V construídos pelos alunos.
Quinta (25/10/2006)	2 h-a	Espelhos planos	❖ Atividades referentes ao Módulo didático 2.
Sexta aula (26/10/2006)	2 h-a (*)	Espelhos planos	❖ Continuação das atividades referentes ao Módulo didático 2.
Sétima (01/11/2006)	2 h-a	Espelhos esféricos: côncavos e convexos	❖ Atividades referentes ao Módulo didático 3.
Oitava (03/11/2006)	3 h-a (*)	Espelhos esféricos: côncavos e convexos	❖ Continuação das atividades referentes ao Módulo didático 3
Nona (08/11/2006)	2 h-a	Refração da luz	❖ Atividades referentes ao Módulo didático 4.
Décima (09/11/2006)	1 h-a (*)	Refração da luz	❖ Continuação das atividades referentes ao Módulo didático 4.
Décima primeira (16/11/2006)	2 h-a	Lentes esféricas delgadas: convergentes e divergentes	❖ Atividades referentes ao Módulo didático 5
Décima segunda (22/11/2006)	2 h-a	Cores dos objetos	❖ Atividades referentes ao Módulo didático 6
Décima terceira (23/11/2006)	2 h-a (*)	Ótica	❖ Apresentação e discussão do Material de apoio, bem como dos exercícios a serem realizados.
Décima quarta (29/11/2006)	2 h-a	Ótica	❖ Resolução dos exercícios, c/ auxílio do Material de apoio, pelos alunos reunidos em duplas.
Décima quinta (30/11/2006)	2 h-a (*)	Ótica	❖ Discussão dos exercícios.
Décima sexta (06/12/2006)	2 h-a	Ótica	❖ Aplicação do teste bimestral.
Décima sétima (07/12/2006)	1 h-a (*)	Ótica	❖ Aplicação do pós-teste.

4.2.1 Teste de concepções prévias

Iniciou-se o trabalho com a aplicação, no primeiro dia de aula, de um teste de concepções prévias, com a finalidade de detectar conceitos básicos sobre ótica geométrica (*subsunçores*) presentes na estrutura cognitiva do aluno, fundamentando-se na teoria de Ausubel, que os considera de grande importância para a aprendizagem.

O teste aplicado, elaborado e publicado por J. B. S. Harres (1993, p. 229), tem o objetivo de detectar se o aluno possui concepções cientificamente corretas em tópicos relacionados com ótica geométrica. O autor afirma que:

Indivíduos com diferentes idades apresentam, em geral, o mesmo padrão de concepções alternativas independentemente do tempo envolvido com a instrução tradicional da ciência. Além disso, as concepções alternativas possuem um amplo poder explicativo. Isto ocorre porque a criança, em geral, não se preocupa muito com a coerência e a abrangência das idéias e porque, ao mesmo tempo, apóia-se em uma visão egocêntrica do mundo.

Segundo Harres, são comuns entre os alunos estas concepções sobre o tema propagação da luz: a luz está na fonte ou no objeto; não há relação entre o processo de visão e a propagação da luz, ou seja, para o sujeito ver o objeto não há necessidade da luz se propagar até seus olhos; não reconhecem a reflexão em objetos opacos e, quanto aos espelhos planos, acreditam que a imagem se forma na superfície ou na frente do mesmo.

O teste proposto por Harres consta de 15 questões, que apresentam de 3 a 5 alternativas. Uma delas está relacionada com a concepção científica para o tópico elaborado. As demais representam as respostas mais comuns retiradas de trabalhos de investigação, adaptadas para o teste (HARRES, 1993, p. 223).

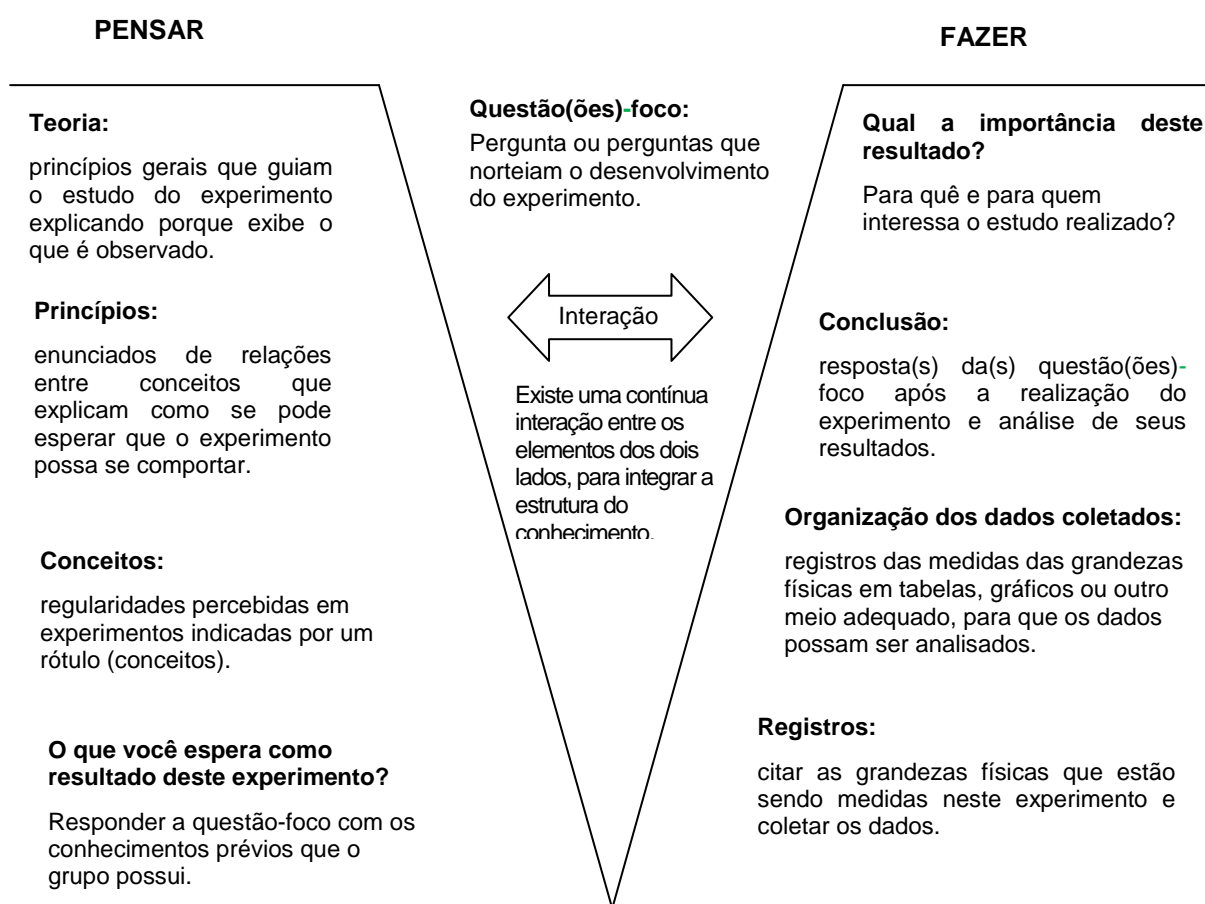
4.2.2 Material instrucional

Nesta proposta metodológica de ensino, os conteúdos de Ótica foram elaborados e distribuídos em seis módulos didáticos. Esses módulos foram planejados, apresentando cada um deles três momentos pedagógicos: motivação, atividade experimental e diagrama V.

Motivação: momento inicial, onde são apresentadas informações e/ou questionamentos referentes ao tópico em estudo, com o objetivo de estabelecer ligação entre o que o aluno já sabe e o que se propõe como aprendizagem e, principalmente, despertar interesse e expectativa em relação aos outros dois momentos pedagógicos que seguem.

Atividade experimental: neste item é apresentado ao aluno o experimento convencional ou virtual (modelagens criadas com o programa *Modellus*⁶ e um *applet*), acompanhado de um guia simplificado para o seu desenvolvimento, que ocorre paralelamente à construção do diagrama V correspondente ao módulo didático.

Diagrama V: A versão original deste instrumento didático, proposto por Gowin, já foi discutida no Capítulo 2. Para a aplicação desta proposta metodológica para alunos do ensino médio foram feitas algumas adaptações. Isto pode ser observado, a seguir, através do diagrama V adaptado do V de Gowin, que foi apresentado aos alunos e que inclui explicações sobre cada elemento que o compõe (V explicativo).



Evento: experimento que será realizado para responder a(s) questão(ões)-foco.

Figura 4.2: Versão explicativa do diagrama adaptado do diagrama V de Gowin utilizado no trabalho com os alunos.

Observações: Os alunos já recebiam prontos os elementos teoria e princípios do diagrama V com a finalidade de facilitar a reflexão dos demais elementos dos diagramas,

⁶ O *software* Modellus é uma ferramenta cognitiva de modelagem, de simulação e de cálculo, utilizada para auxiliar a internalização de conhecimentos simbólicos, permitindo ao usuário fazer e refazer representações, explorando-as sobre as mais diversas perspectivas. (VEIT; TEODORO, 2002)

como também, permitir que houvesse mais tempo para os alunos realizarem as discussões nos grupos. É importante salientar que os dois elementos mencionados se repetem em todos os diagramas, de todos os módulos didáticos, por tratarem de assuntos correlatos.

A questão-foco, norteadora do desenvolvimento do diagrama, já era apresentada aos alunos, de acordo com o experimento de cada um dos módulos.

Igualmente, o elemento filosofia não foi incluído em nenhum dos diagramas V, porque poderia intimidar os alunos, uma vez que o termo não lhes é familiar no dia-a-dia escolar, embora, se tenha consciência de que toda atividade desenvolvida sempre está submetida a uma filosofia, a uma visão de mundo.

Foi elaborado um hipertexto, denominado “Material de Apoio”, que descreve, de forma sucinta, os conteúdos de Ótica relacionados aos assuntos desenvolvidos nos módulos didáticos. Esse hipertexto contém figuras e animações, com o objetivo de possibilitar ao aluno se situar no contexto geral dos assuntos estudados, questionar-se a respeito de sua organização mental, bem como proporcionar-lhe o ganho efetivo de conceitos científicos significativos na sua estrutura cognitiva. Na Figura 4.3 é apresentada a página inicial do hipertexto “Material de Apoio”.

Figura 4.3: Página inicial do hipertexto referente ao “Material de apoio”.

O “Material de Apoio” só foi disponibilizado após a conclusão do último módulo didático. Assim, as atividades eram desenvolvidas pelo grupo, sem que os alunos tivessem

acesso a esse material, pois diferentes opiniões poderiam levá-los a uma maior discussão dentro do grupo.

No final da aplicação do último módulo didático foram disponibilizados, na própria página da *Web*, alguns exercícios. Na aplicação desta proposta, optou-se pela estratégia de entregar aos alunos os exercícios já impressos e de orientá-los para que usassem papel e lápis na sua resolução, com o objetivo de promover uma maior reflexão e discussão dos conteúdos abordados. Os alunos desenvolveram essa atividade em duplas.

O próximo capítulo trata dos aspectos relacionados à implementação da proposta metodológica.

CAPÍTULO 5

IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA

Este capítulo trata dos aspectos relacionados à implementação da proposta metodológica. São apresentadas as características da turma de alunos e são relatadas as atividades desenvolvidas em cada módulo didático.

5.1 Perfil da turma

A proposta metodológica foi aplicada em uma turma de 3ª série do Ensino Médio, noturna, com um total de 18 alunos.

A escolha recaiu sobre essa turma, pois esses alunos, além de serem mais participativos, eram mais assíduos que aqueles das outras turmas. Isto pode parecer curioso porque, geralmente, nas turmas do noturno é onde ocorre maior incidência de faltas ou de desinteresse pelo estudo. Entretanto, esses alunos sempre estudaram durante o dia e a transferência para o noturno se deu em função de a maioria deles ter ingressado no mercado de trabalho.

A turma apresentava características de turma regular tanto na idade, que variava de 17 a 19 anos, quanto no interesse e na participação em aula.

A aplicação da proposta foi bem aceita pelos alunos. No início ficaram excitados com a novidade e curiosos em relação à atividade experimental. A atuação da professora, como mediadora e orientadora, se deu sempre que solicitada pelos grupos. Isto ocorreu com frequência, principalmente, na construção dos diagramas V.

À medida que prosseguia a aplicação da proposta, este comportamento foi sendo, gradativamente modificado. Os alunos passaram a demonstrar mais tranquilidade e segurança, o que tornou as discussões nos grupos, referentes aos vários elementos do diagrama, mais acirradas, diminuindo a dependência do orientador.

Por serem alunos concluintes, já estavam acostumados com um ensino tradicional, onde é comum o professor expor o conteúdo, resumidamente, e depois apresentar exercícios que os alunos devem resolver. Esta foi uma oportunidade de possibilitar-lhes uma nova visão do ensino de Física, centrada na pesquisa, no trabalho em grupo e com experimentos.

Para traçar um perfil, no que se refere às concepções dos alunos, aplicou-se um teste (que se encontra no Anexo), como um pré-teste, e, após a aplicação da proposta, na forma de um pós-teste. O teste aborda alguns tópicos de ótica geométrica, como processo da visão, a propagação da luz e formação de imagens em espelhos planos. Os resultados apresentados no pré e no pós-teste serão analisados no Capítulo 6, seção 6.1.

Pelos resultados apresentados nos instrumentos didáticos acima, pode-se inferir que os alunos já possuíam algumas concepções cientificamente corretas, embora houvesse predominância de concepções alternativas que, mesmo respondendo as questões elencadas, não explicavam cientificamente os fenômenos físicos representados.

5.2 Relato das atividades desenvolvidas

No primeiro dia de aula, após a aplicação do pré-teste, foi apresentado o filme “Óptica geométrica” (ÓPTICA geométrica, [199-?]), com trinta minutos de duração, de forma a servir como organizador prévio no desenvolvimento das atividades subsequentes.

A distribuição dos alunos nos diversos grupos foi organizada por eles de forma espontânea e por afinidade. Mesmo com reduzido número de computadores na sala de informática, como o número de alunos na turma não era grande, cada grupo pôde dispor de um computador para realizar as atividades propostas. O material utilizado foi disponibilizado gradativamente, conforme o andamento do trabalho, em uma pasta no computador destinado ao grupo.

Tanto o Material de Apoio, construído na forma de hipertexto, como os exercícios planejados para identificar a aprendizagem dos conceitos estudados, foram disponibilizados somente após a conclusão das atividades de todos os módulos didáticos. O objetivo foi fazer com que os alunos refletissem sobre o trabalho que desenvolveram e sobre os conceitos estudados, levando-os a testarem seus conhecimentos através dos exercícios.

A seguir, apresenta-se um relato das atividades desenvolvidas em cada um dos módulos didáticos.

5.2.1 MÓDULO 1: Reflexão da luz

Este módulo iniciou com discussões referentes à visão, através do questionamento: *Grande parte das informações, que recebemos do ambiente que nos cerca é percebida*

através da visão. Observando a sala de informática iluminada e depois escurecida, você continuará percebendo os objetos do ambiente da mesma forma?

Inicialmente os alunos discutiram com seus colegas de grupo e, depois, cada grupo fez um breve relato de suas concepções acerca da questão motivadora. Em seguida, ocorreu a discussão no grande grupo.

Em continuação, o diagrama V (explicativo) foi apresentado à turma, introduzindo o significado de cada um dos seus elementos (apresentado na Figura 4.2). Cada item do diagrama foi comentado, sendo ressaltada a importância da constante interação entre seus elementos, de forma que, sempre que necessário, os alunos deveriam retomar, por exemplo, os conceitos, os princípios, para melhor compreensão do processo de construção do conhecimento.

Antes de ser realizada a atividade experimental proposta, solicitou-se aos alunos que lessem com atenção a questão-foco e todos os elementos do lado esquerdo (lado do Pensar) do diagrama V deste módulo (Diagrama V.1) e que preenchessem os elementos: “Conceitos básicos” e “O que você espera como resultado deste experimento”. Os estudantes foram encorajados a refletir sobre os elementos abordados, discutindo com os colegas do seu grupo.

Neste primeiro módulo, procurou-se introduzir a metodologia de forma simplificada. Optou-se por um experimento real cujo aparato necessário para o desenvolvimento da atividade experimental lhes foi entregue montado, juntamente com o restante do material a ser utilizado.

A turma foi incentivada a desenvolver a atividade como prevista no módulo didático: primeiro completando o lado do Pensar do diagrama V, refletindo sobre a questão-foco e a interação dos vários elementos, para somente depois realizar o experimento. Embora eles tenham sido alertados para assim procederem, imediatamente após receberem o material, já começaram a realização do experimento, sem prestar atenção à descrição da atividade proposta. Acredita-se que se comportaram dessa forma devido à curiosidade em relação à prática de laboratório e, também, à falta de experiência em atividades de acordo com a abordagem adotada. Ao perceber este comportamento, a professora ressaltou a necessidade de que eles trabalhassem de acordo com o previsto no módulo, justificando a eficácia dessa metodologia.

Como já se esperava, a construção do diagrama V neste primeiro módulo didático foi feita de forma incompleta por quase todos os grupos. Acredita-se que isto se deva a vários

fatores, como: falta de hábito em trabalhar com atividades que exijam reflexões, organização de idéias e seus registros, bem como a preocupação em escrever somente as opiniões que consideravam corretas.

Os diagramas V, já analisados pela professora, foram devolvidos aos alunos com orientações para elaboração de uma nova versão. Assim sendo, a avaliação dos diagramas V construídos pelos alunos se deu de forma recursiva.

No encontro seguinte da turma, cada grupo, usando retroprojektor, apresentou o seu diagrama V para compartilhar suas concepções com o grande grupo. O objetivo dessa apresentação foi promover uma maior reflexão, que possibilitou evidenciarem dúvidas que ainda persistiam. Após essas reflexões, alguns alunos perceberam que poderiam melhorar ainda mais seus diagramas. Foi, então, permitida a entrega da versão final dos diagramas na aula seguinte.

Na Figura 5.1 são apresentadas fotografias da montagem experimental (à esquerda) e de um grupo de alunos realizando o experimento (à direita).

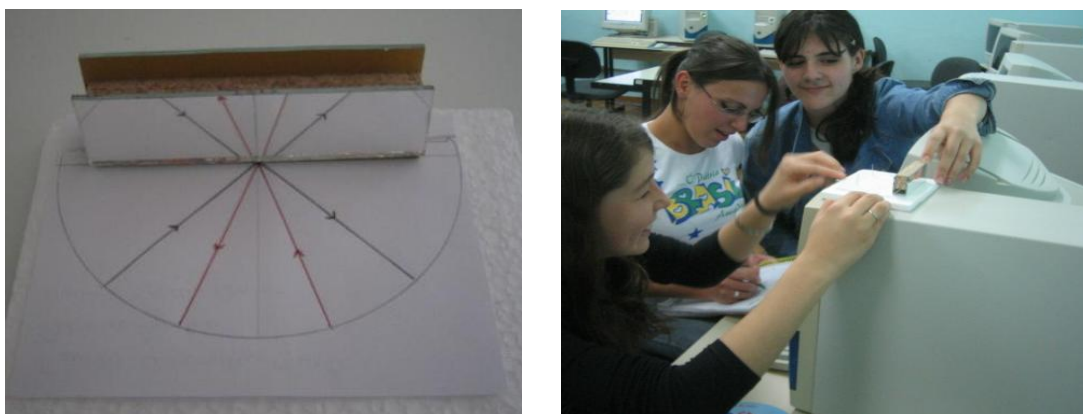


Figura 5.1: Na figura da esquerda, é mostrado o traçado de linhas definindo alguns ângulos determinados pelos raios de incidência e de reflexão da luz em relação à reta normal à superfície do espelho; na figura da direita, uma foto dos alunos de um dos grupos trabalhando nesta atividade.

5.2.2 MÓDULO 2: Espelhos planos

Procurou-se, neste módulo, introduzir espelhos planos com questões motivadoras:

Você já observou cuidadosamente sua imagem formada por um espelho plano? Anote uma lista de características que você observa nas imagens formadas por espelhos planos.

Um observador pode ver sua imagem por inteiro em qualquer espelho plano?

Dois espelhos planos são colocados formando diferentes ângulos entre si. O que você acha que acontece com a imagem de um objeto formada pelos dois espelhos?

Os alunos apresentaram vários comentários durante a discussão das questões apresentadas. O procedimento foi o mesmo adotado na atividade do Módulo 1: discussão dentro do grupo, relato dos comentários, seguido de discussão no grande grupo. Os comentários expostos eram os mais variados e, por diversas vezes, houve divergências de opiniões. Alguns alunos mostraram-se eufóricos, entusiasmados para prosseguir com o desenvolvimento da atividade experimental e com o diagrama V.

Neste módulo foi planejada a realização de três atividades experimentais, associadas a cada uma das questões motivadoras, e acompanhadas dos correspondentes diagramas V (três diagramas V). Em função do tempo restrito, optou-se por distribuir as três atividades entre os grupos. Foi feito um sorteio, cada dois grupos realizaram uma das atividades propostas.

A primeira delas consistiu em verificar as características da imagem formada por espelhos planos, através de um experimento virtual⁷, criado com o programa *Modellus*. Concomitantemente ocorreu a construção do diagrama V. Na Figura 5.2, são apresentadas a página inicial desta modelagem (à esquerda) e uma foto dos alunos trabalhando no computador, durante a atividade (à direita).

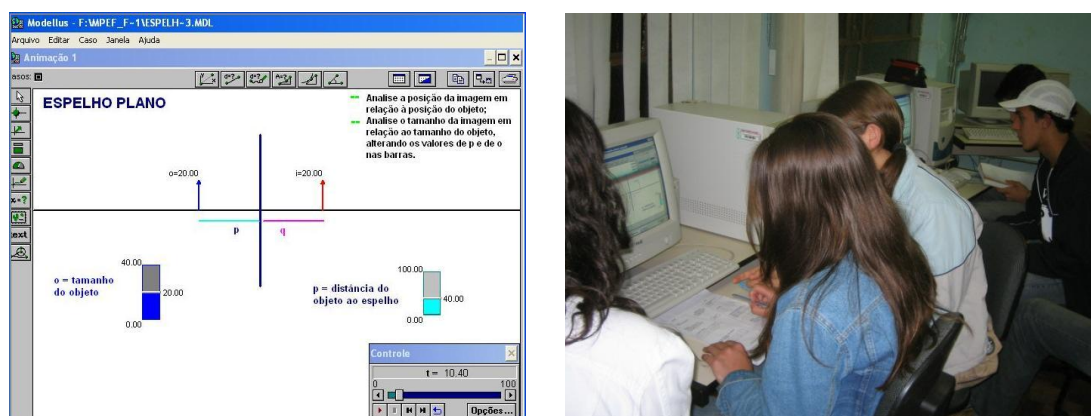


Figura 5.2: Na figura à esquerda é mostrada a página inicial da modelagem de espelhos planos criada com o programa *Modellus*; na figura à direita, uma foto dos alunos trabalhando nesta atividade no computador.

Na segunda atividade, os alunos tinham à disposição quatro espelhos de tamanhos diferentes, usados para observar em qual deles conseguiam ver a imagem de seus corpos

⁷ As simulações foram adaptadas de modelagens gentilmente cedidas pelos autores: A. H. H. Cenne e M. Tomkelski.

refletidos por inteiro. Na Figura 5.3, são apresentadas as fotos dos espelhos usados (à esquerda) e dos alunos durante a realização da atividade (à direita).



Figura 5.3: São apresentadas as fotos dos espelhos usados (à esquerda) e dos alunos de um dos grupos, durante a realização da atividade (à direita).

Esse experimento gerou forte entusiasmo, interesse e bastante discussão entre os componentes do grupo. Primeiramente, porque pensavam que o único fator que influenciava nos resultados era a distância em que se colocavam diante do espelho. Também, porque eles perceberam que somente no espelho maior, de aproximadamente um metro de altura, conseguiam ver sua imagem refletida por inteiro. Porém, as observações realizadas, acompanhadas de medidas, registros e organização de dados não lhes permitiu responder a questão-foco: *Qual o menor tamanho do espelho para que uma pessoa possa ver sua imagem de corpo inteiro refletida?* Então, por sugestão do professor, pesquisaram o assunto em livros da biblioteca.

A terceira atividade consistiu na associação de espelhos e se realizou da seguinte forma: dois espelhos planos de mesmo tamanho foram ajustados de modo a definirem ângulos em um intervalo de zero a 180° . Os alunos colocaram um objeto entre os espelhos, escolheram alguns ângulos e, para cada um deles, contaram o número de imagens formadas. A atividade foi realizada sem dificuldades. Na Figura 5.4, são apresentadas as fotos dos dois espelhos colocados em certo ângulo (à esquerda) e dos alunos de um dos grupos durante a realização da atividade (à direita).

Nesta atividade, pôde-se observar a contextualização do experimento, quando um dos alunos de um dos grupos afirmou já ter observado esse fenômeno nos espelhos do armário do banheiro de sua casa.

A partir deste segundo módulo o retro projetor não foi mais usado, pois a apresentação de lâminas exigia maior tempo, e optou-se pela exposição oral dos grupos. Os resultados foram semelhantes em ambas as metodologias adotadas.



Figura 5.4: São apresentadas as fotos dos dois espelhos colocados formando certo ângulo (à esquerda) e dos alunos de um dos grupos, durante a realização da atividade (à direita).

5.2.3 MODULO 3: Espelhos esféricos

Neste módulo, procurou-se motivar os alunos através de questionamento sobre a formação de imagens em superfícies polidas, de diferentes formatos: *As características da imagem de um objeto formada por espelhos curvos são semelhantes àquelas da imagem formada pelas superfícies planas? Como podemos obter tais características?*

Devido às diferentes características de espelhos esféricos côncavos e convexos, neste módulo foram necessárias atividades distintas para cada tipo de espelho e a construção de diagramas V correspondentes (diagramas V.3.1 e V.3.2, respectivamente).

No experimento virtual, criado com o programa *Modellus*, referente ao primeiro diagrama V.3.1 (espelhos côncavos), os alunos completaram todos os elementos. Cabe destacar que alguns grupos conseguiram fazer com êxito a interação entre os dados fornecidos pelo experimento, o registro e a análise dos mesmos no diagrama V. Por outro lado, houve grupos que apresentaram dificuldades até mesmo no registro adequado dos dados, que não eram coerentes com as conclusões elaboradas.

Na construção do diagrama V.3.2, referente aos espelhos esféricos convexos, foi utilizado um experimento virtual semelhante ao anterior, havendo somente substituição das características de espelhos esféricos côncavos por aquelas de espelhos esféricos convexos. Na Figura 5.5 é apresentada a página inicial da animação correspondente a espelhos esféricos

convexos. O fato das modelagens serem similares facilitou o trabalho com a modelagem e a construção do diagrama V.3.2. Os alunos acessaram o diagrama juntamente com orientações em relação ao cuidado que precisavam ter na coerência entre registros de dados e a conclusão.

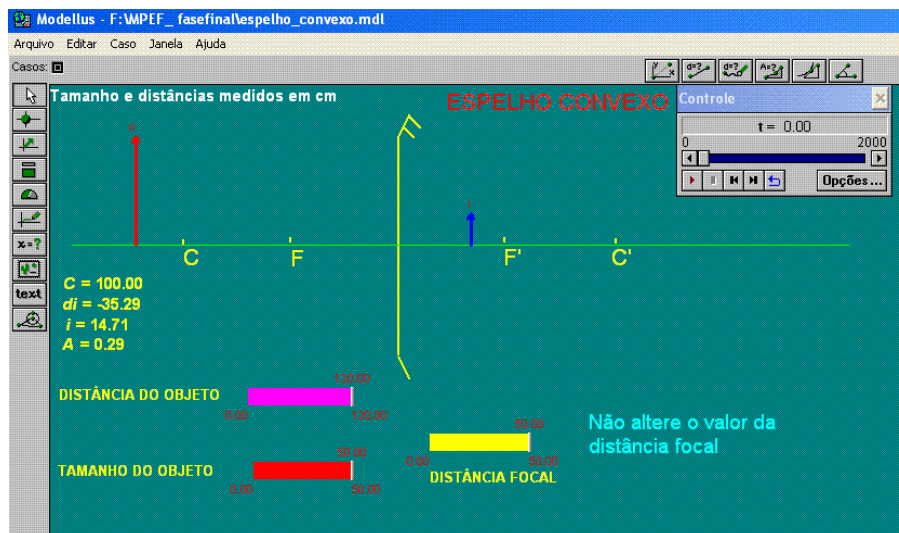


Figura 5.5: Página inicial da modelagem de espelhos esféricos convexos, criada com o programa *Modellus*. Para um espelho côncavo, a simulação é similar, porém adaptada às características peculiares deste tipo de espelho.

5.2.4 MÓDULO 4: Refração da luz

A motivação inicial deste módulo ocorreu com a sugestão de preenchimento de uma tabela, pelos grupos de alunos, classificando diferentes materiais de acordo com a propriedade de transmissão da luz de cada um. A tabela já apresentava a classificação e um exemplo de cada um dos tipos: (1) *Materiais que permitem a transmissão da luz* (exemplo, *Vidro de pequena espessura*); (2) *Materiais que permitem a transmissão parcial da luz* (exemplo, *Papel vegetal*); (3) *Materiais que não permitem a transmissão da luz* (exemplo, *Madeira*).

O experimento virtual usado - um *Applet* (FENDT, 1997), simula o que ocorre com a luz quando incide na superfície de separação entre dois meios, cada um deles representado por uma cor diferente, onde ocorre a reflexão e a refração da luz. O *Applet* representa tais fenômenos utilizando raios de incidência, de reflexão e de refração (Figura 5.6).

Os alunos não tiveram dificuldade ao trabalhar com o *Applet*, pois ao serem escolhidos os dois meios materiais e um raio de luz incidente, a própria simulação já ajusta os raios de luz refletido e refratado. A seguir, com o mesmo *Applet*, foi explorada a possibilidade de escolha de diferentes meios (Figura 5.6, à direita da janela da simulação). Para uma dada escolha dos dois meios materiais e do ângulo de incidência, o programa já apresenta os

ângulos de reflexão e de refração e até mesmo, quando for o caso, o ângulo limite de incidência da luz que propicia reflexão total.

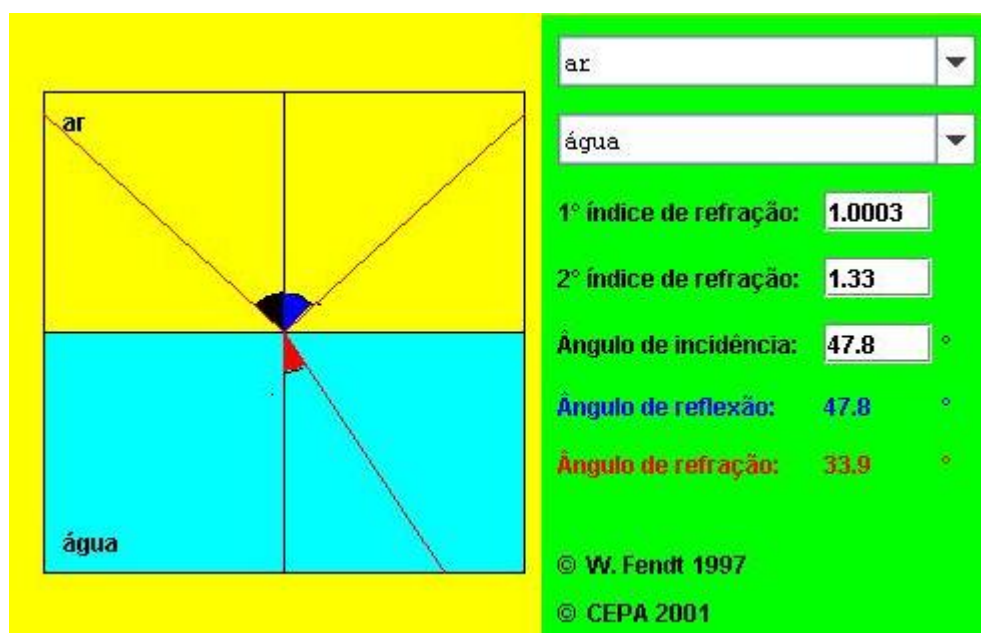


Figura 5.6: Applet criado por W. Fendt, que simula a reflexão e a refração de um raio de luz que incide na superfície de separação de dois meios (no caso representado na figura, o raio de luz incide na superfície entre ar e água).

No desenvolvimento deste módulo, a professora já pôde perceber os alunos mais organizados, familiarizados com a metodologia proposta, tanto que foi bastante reduzida a movimentação dos alunos na sala de aula requisitando sua ajuda em função de dúvidas. Alguns grupos conseguiram construir o diagrama V na forma desejada, sendo necessárias somente pequenas modificações.

5.2.5 MÓDULO 5: Lentes esféricas delgadas

A motivação foi introduzida com a pergunta: *As imagens formadas por lentes esféricas delgadas apresentam as mesmas características que as imagens formadas por espelhos planos ou por espelhos esféricos?*

Cada grupo contribuiu com comentários, expondo opiniões próprias que proporcionaram interação entre os grupos e despertaram curiosidade a respeito da contextualização relativa às doenças que dificultam a visão, de longe ou de perto, e os óculos adequados para corrigi-las.

Os experimentos virtuais, para os dois tipos de lentes esféricas delgadas -convergentes e divergentes- foram também criados com o programa *Modellus*. Assim, a realização das

atividades previstas nesse módulo não apresentou dificuldades, pois os alunos já haviam trabalhado com modelagens semelhantes nas atividades com espelhos esféricos (Módulo 3).

Na Figura 5.7 é apresentada a página inicial da modelagem de uma lente esférica delgada convergente criada com o programa *Modellus*.

Importante registrar que todos os grupos chegaram à conclusão adequada quanto à caracterização de imagens formadas por lentes esféricas delgadas, destacando posição, tamanho e orientação da imagem em relação a essas mesmas características do objeto. Notou-se que, embora tenham relacionado convenientemente a transmissão da luz através da lente, posicionando seus olhos adequadamente, atribuíram a convenção para imagem real/virtual de forma equivocada. Isso se deve, provavelmente, à utilização da convenção para espelhos esféricos, que já estavam habituados, mesmo sendo contrária àquela empregada para lentes.

Durante a apresentação oral dos diagramas V ao grande grupo, foi desfeito o equívoco entre imagens reais e virtuais, salientando-se que para o estudo de espelhos utilizam-se as leis da reflexão, enquanto que para o estudo de lentes, as leis da refração.

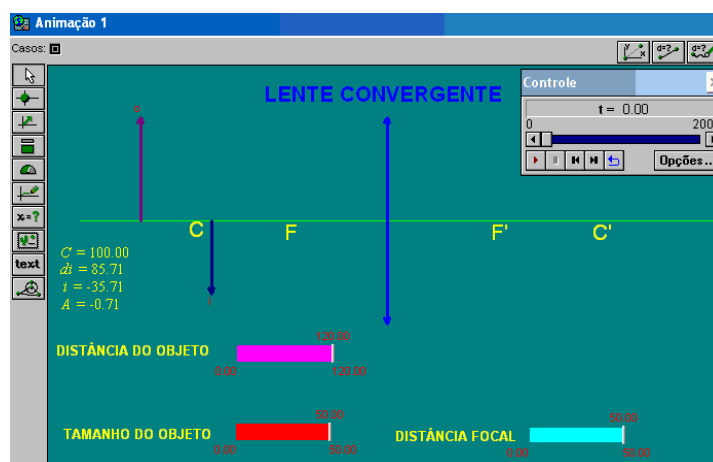


Figura 5.7: Página inicial da modelagem de uma lente esférica delgada convergente criada com o programa *Modellus*.

5.2.6 MÓDULO 6: Cores dos objetos

Neste módulo a pergunta motivadora se referiu aos objetos e suas cores, onde houve questionamento quanto à veracidade na afirmativa quanto a cor de um objeto: *Os objetos têm sempre a mesma cor?*

O experimento, planejado como demonstrativo, foi realizado no laboratório de Ciências Físicas, Químicas e Biológicas da Escola. Em função da motivação despertada, cada

grupo fez questão de realizá-lo. Os alunos permaneceram no laboratório, mesmo após o término do período destinado à disciplina de Física.

A montagem do experimento foi planejada com lâmpadas coloridas de potência de 100 W a 150 W. Entretanto, foram encontradas somente lâmpadas de potência muito baixa, 40 W (Figura 5.9, à esquerda) no mercado da cidade de Lagoa Vermelha e em algumas casas que vendem equipamentos e componentes elétricos em Caxias do Sul e Porto Alegre. Isto inviabilizaria a atividade, pois assim não seriam percebidos os efeitos desejados. O problema foi solucionado com a improvisação substituindo-se as lâmpadas coloridas por lâmpadas comuns incandescentes de 100 W, que foram adaptadas em caixas de papelão, contendo um orifício, que foi tampado com papel celofane nas três cores primárias (radiação): azul, vermelho e verde (Figura 5.8, no centro e à direita).

Devido à improvisação com o uso de lâmpadas incandescentes de 100 W de potência, o experimento foi realizado com cuidado (com rapidez e atenção) porque o vidro desta lâmpada atinge uma temperatura muito alta podendo queimar o papel que dá forma à caixa ou o papel celofane.

Ressalta-se que o experimento pode ser realizado dessa forma e atingir os objetivos desejados, porém o usuário deve ficar permanentemente atento.



Figura 5.8: À esquerda, são mostradas as três lâmpadas coloridas de 40 W; no centro, a adaptação da lâmpada de 100 W à caixa de papelão, com um orifício tapado com papel celofane colorido; à direita, a montagem das três caixas de papelão com os orifícios tapados com papel celofane nas cores: vermelha, azul e verde.

Os alunos vibraram com entusiasmo quando visualizaram a mistura das cores primárias (de radiação) e as suas resultantes. Neste experimento, foi possível identificar cores complementares e sombras coloridas. Na Figura 5.9 são mostradas fotografias tiradas durante a realização do experimento.

Fazia parte do procedimento, que havia sido planejado, verificar a cor de retalhos de TNT⁸, quando iluminados por luz de diferentes cores. Para tanto, foi utilizado o retroprojetor emitindo luz branca. Sobre a superfície⁹ do retroprojetor foram colocados pedaços de papel celofane de diversas cores com a função de filtrar a luz, possibilitando aos alunos, além de identificar um filtro de luz, constatar que a cor de um objeto (no caso, os retalhos de TNT) depende da luz que incide sobre ele.

No final da aula, os alunos entregaram os diagramas V referentes a essa atividade (diagrama V.6). Os diagramas V estavam praticamente completos, apenas alguns deles necessitavam de pequenas correções. Na aula seguinte, os alunos fizeram comentários com relação a este último módulo, tais como:

“... sobre este conteúdo, pode fazer muitas questões, porque não temos dúvida de que saberemos responder.” (Aluno 1)

“Sombras coloridas? Nossa! Eu nunca tinha visto isso.” (Aluno 2)

“Eu pensava que a cor de qualquer coisa era sempre a mesma, ficando às vezes mais claro ou mais escuro. Agora a gente pôde ver que muda...” (Aluno 3)



Figura 5.9: À esquerda, um grupo de alunos realizando o experimento com as caixas de papelão com orifícios, tapados por papel celofane colorido, antes de a sala ser escurecida; à direita, um aluno olhando sua mão e a sombra dela quando iluminada por luz colorida.

Notou-se um comprometimento dos alunos com sua aprendizagem e a metodologia aplicada durante todo o desenvolvimento da proposta. Abaixo, são citados alguns depoimentos feitos por eles, que evidenciam a postura e o envolvimento com o trabalho realizado:

⁸ **TNT** é a sigla para **Tecido Não Tecido**, ou seja, é um tecido produzido a partir de fibras desorientadas que são aglomeradas e fixadas, não passando pelos processos têxteis mais comuns que são fiação e tecelagem. Explicação disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Tecido_TNT. Acesso em: 30 out. 2007.

⁹ Esta superfície consiste em uma lente de Fresnel, que concentra a luz emitida pela lâmpada do retroprojetor a fim de aumentar a luminosidade projetada na tela. Essa lente é protegida por uma lâmina de vidro.

Aceitamos qualquer proposta para sair da sala de aula e fazer alguma coisa diferente.
(Aluno 4)

“Por que o nosso grupo não faz os três experimentos e diagramas do Módulo 2? Nós queremos fazer o experimento do tamanho dos espelhos para se ver de corpo inteiro.” (Aluno 5)

“...agora já está mais fácil, ... pegamos prática no trabalho.” (Aluno 6)

“Assim, nós gostamos das aulas... mas e, quando tivermos que fazer exercícios e usar fórmulas?” (Aluno 7)

“Professora não conseguimos fazer os exercícios sem pensar. Os conceitos nós sabemos, o que é reflexão, refração...” (Aluno 8)

“Fantástico foi o experimento das luzes. Muito massa.” (Aluno 9)

“Professora, brigamos de tanto que discutimos sobre os espelhos, cada um quer defender a sua opinião. A gente não tá se entendendo.” (Aluno 10)

No próximo capítulo, são descritos os resultados da aplicação dessa proposta metodológica.

CAPÍTULO 6

ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos no pré e no pós-teste, e também a avaliação dos diagramas V construídos pelos alunos.

6.1 Análise comparativa entre os resultados do pré e do pós-teste

O teste, que foi aplicado à turma de alunos na forma de pré e de pós-teste, enfoca alguns temas como o processo da visão, a propagação da luz e a formação de imagens em espelhos planos (Anexo). Sua aplicação como pré-teste teve por objetivo arrolar as concepções dos alunos sobre os conteúdos introdutórios de ótica nele tratados. A Tabela 6.1 mostra os resultados obtidos no pré e no pós-teste. Para cada questão do teste, as entradas da tabela representam a frequência de respostas para cada uma das alternativas. A incidência da alternativa cientificamente correta aparece sublinhada.

Tabela 6.1: Resultados do pré e do pós-teste aplicados à turma, contendo a frequência de respostas para cada uma das alternativas. A incidência da alternativa cientificamente correta aparece sublinhada. O número de respondentes do pré-teste e do pós-teste foi de 18 alunos.

Questão	Frequência das respostas para cada alternativa									
	PRÉ-TESTE					PÓS-TESTE				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Q1	03	02	<u>02</u>	11		00	01	<u>16</u>	01	
Q2	<u>03</u>	04	05	06		<u>10</u>	03	01	04	
Q3	05	03	06	<u>04</u>		01	05	03	<u>09</u>	
Q4	06	03	05	<u>04</u>		09	03	02	<u>04</u>	
Q5	02	02	<u>10</u>	04		00	03	<u>14</u>	01	
Q6	02	<u>09</u>	03	04		04	<u>11</u>	02	01	
Q7	<u>06</u>	01	03	02	06	<u>07</u>	02	01	03	05
Q8	07	02	01	<u>08</u>		03	00	02	<u>13</u>	
Q9	03	04	03	02	<u>06</u>	01	08	02	02	<u>05</u>
Q10	07	07	<u>04</u>			04	05	<u>09</u>		
Q11	<u>04</u>	02	12			<u>05</u>	03	10		
Q12	02	<u>09</u>	04	03		02	<u>12</u>	03	01	
Q13	02	02	<u>09</u>	00	05	02	01	<u>12</u>	00	03
Q14	<u>01</u>	08	00	09		<u>03</u>	04	03	08	
Q15	<u>02</u>	10	06			<u>06</u>	10	02		

Pelos resultados apresentados na Tabela 6.1 pode-se inferir que os alunos já possuíam algumas concepções cientificamente corretas (antes da aplicação da proposta), embora haja predominância de concepções alternativas. Mesmo que as concepções alternativas dos alunos respondam às questões elencadas, expliquem os fatos ou fenômenos físicos, nem sempre correspondem às explicações e descrições cientificamente corretas.

Conforme o enfoque de cada uma das questões e com os resultados apresentados na Tabela 6.1, constata-se que:

As duas primeiras questões (Q1 e Q2) referem-se ao tópico relacionado ao processo da visão. Os resultados mostram que houve uma mudança conceitual significativa, diagnosticada pelo número considerável de alunos que assinalaram, no pós-teste, a alternativa cientificamente correta (Q1, antes 02, após 16; Q2, antes 03, após 10).

As questões Q3 e Q4 foram formuladas de acordo com o assunto “intensidade da luz”, que é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre a fonte luminosa e o observador. O fato de que este conteúdo não foi desenvolvido no período de aplicação da proposta, justifica a inexistência de evolução conceitual.

Os princípios de propagação da luz estão claramente presentes nas cinco questões seguintes, desde a Q5 até a Q9. Pode-se notar que alguns alunos já possuíam concepções cientificamente corretas e que além destes, mais alguns conseguiram demonstrar mudança conceitual (Q5, antes 10, após 14; Q6, antes 09, após 11, Q7, antes 06, após 07; Q8, antes 08, após 13), exceto na questão Q9, onde antes, 06 haviam respondido de forma científica e, após, somente 05.

As demais questões (Q10, Q11, Q12, Q13, Q14 e Q15) enfocaram espelhos planos e formação de imagens, sendo que algumas delas exigiam maior atenção para serem respondidas. Mesmo que o assunto estivesse relacionado com os dois tópicos anteriores, os alunos mostraram apenas um pequeno avanço no conhecimento científico (Q10, antes 04, após 09; Q11, antes 04, após 05; Q12, antes 09, após 12; Q13, antes 09, após 12; Q14, antes 01, após 03; Q15, antes 02, após 06).

De um modo geral, acredita-se que houve uma aprendizagem significativa, uma vez que o número de acertos nas questões aumentou. Embora se saiba que a ocorrência de mudança conceitual não se dá de imediato, pois pode vir a ocorrer em momentos posteriores à instrução, embora relacionada com a mesma.

6.2 Avaliação dos diagramas V

Grande é o desejo de professores em realizar mudanças no currículo existente, utilizando inclusive as tecnologias disponibilizadas pelos órgãos governamentais às escolas da rede pública. A ocorrência de mudanças implica em uma nova postura de toda a comunidade escolar: direção, professores, alunos e pais. Com professores mais habilitados, se reciclando sempre, alunos aceitando novas metodologias de ensino com seriedade e pais atentos para uma nova avaliação, pois propostas metodológicas diferentes conduzem a uma avaliação também diferenciada.

Ao se aplicar esta proposta metodológica, que introduz diagramas V associados a experimentos reais e virtuais, sente-se a obrigação de realizar a avaliação dos alunos de forma a verificar se houve aprendizagem significativa, ou seja, se ocorreram mudanças de concepções de senso comum para concepções científicas.

A avaliação realizada está de acordo com as concepções de ensino e aprendizagem orientadoras da ação do professor. Segundo Novak e Gowin (*apud* MOREIRA, 2005),

No laboratório, estúdio, ou trabalho de campo o Vê pode servir como uma ferramenta de avaliação valiosa. [...] Nossa experiência tem sido que os estudantes, apesar da natureza desafiadora da construção dos Vês, reagem positivamente a essa tarefa. Especialmente quando comparada com relatórios escritos, a construção de Vês é uma maneira sintética de expor a compreensão que os alunos têm de um tópico ou de uma área de estudo e, além disso, os ajuda a organizar suas idéias e a informação. Os estudantes reconhecem que além de ser menos entediante do que escrever relatórios, fazer Vês os ajuda compreender melhor a matéria de ensino.

A participação dos alunos foi avaliada nos pequenos grupos e nas suas apresentações ao grande grupo, merecendo pela autora um conceito satisfatório, tendo em vista todas as dificuldades já elencadas em capítulos anteriores. Foram analisados os elementos correspondentes aos diagramas V, como também o número de versões dos diagramas apresentado pelo grupo, em função de seu melhor entendimento e descrição de elementos não compreendidos em versões anteriores. Ou seja, a avaliação dos diagramas V se deu de forma recursiva. Procurou-se, além disso, verificar a evolução na construção dos diagramas à medida que iam desenvolvendo os vários módulos didáticos.

É importante registrar que, nesta proposta metodológica, os diagramas V referentes a cada módulo didático foram entregues aos alunos contendo: o evento na forma de experimento, a(s) questão(ões)-foco, a teoria e os princípios envolvidos. Exceção feita ao primeiro diagrama V, que já continha os registros das grandezas físicas a serem medidas.

6.2.1 Relação dos diagramas V referentes aos módulos didáticos

Cada módulo didático compreende um tema de ótica e em alguns dos módulos foi construído mais de um diagrama V. Abaixo, organizados em uma tabela (Tabela 6.2), são mostrados os temas de cada módulo didático (segunda coluna), a(s) questão(ões)-foco (em itálico, terceira coluna) e o evento correspondente a cada um dos diagramas V construídos pelos alunos (terceira coluna).

Tabela 6.2: São mostrados os assuntos, a(s) questão(ões)-foco e o evento referente a cada um dos diagramas V, construídos pelos alunos, associados ao módulo didático correspondente.

Módulo didático	Assunto	Questão(ões)-foco	Evento
1	Reflexão da luz	<i>Qual a relação que existe entre o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão?</i>	Luz incidindo sobre uma superfície refletora (espelho plano).
2	Espelhos planos	<i>2.1 Quais as características da imagem formada por um espelho plano?</i>	2.1 Simulação com o programa <i>Modellus2.5BR</i> de imagens formadas por espelhos planos.
		<i>2.2 Qual o menor tamanho de um espelho plano para que uma pessoa possa ver a imagem de seu corpo por inteiro?</i>	2.2 Imagens formadas por espelhos planos de tamanhos variados.
		<i>2.3 (1) Associando dois espelhos planos podemos obter mais do que duas imagens de um único objeto? (2) Em caso afirmativo, de que depende o número de imagens formadas?</i>	2.3 Imagens formadas por dois espelhos associados em ângulos.
3	Espelhos esféricos côncavos e convexos	<i>3.1 Quais as características da imagem formada por um espelho esférico côncavo?</i>	3.1 Simulação com o programa <i>Modellus2.5BR</i> de imagens formadas por espelhos esféricos côncavos.
		<i>3.2 Quais as características da imagem formada por um espelho esférico convexo?</i>	3.2 Simulação com o programa <i>Modellus2.5BR</i> de imagens formadas por espelhos esféricos convexos.
4	Refração da luz	<i>(1) Qual é a relação que existe entre os ângulos de incidência e de refração? (2) É possível que um raio de luz não se refrate ao incidir sobre a superfície de separação de dois meios?</i>	Simulação (<i>applet</i>) de experimento onde um raio de luz incide na superfície de separação de dois meios.
5	Lentes delgadas convergentes e divergentes	<i>Quais são as características das imagens formadas por lentes delgadas: (1) convergentes? e (2) divergentes?</i>	Experimento que simula lentes delgadas convergentes e divergentes com o programa <i>Modellus2.5BR</i> .
6	Cores dos objetos	<i>(1) Os objetos têm sempre a mesma cor? (2) De que depende a cor de um objeto?</i>	Experimento utilizando lâmpadas que emitem luz de diferentes cores incidindo sobre um objeto, utilização de telas e filtros coloridos.

6.2.2 Relação dos itens dos diagramas V e descrição dos critérios utilizados na sua avaliação

A avaliação foi feita considerando-se cada uma das categorias dos diagramas V. Para tal, foi desenvolvido um protocolo para atribuir grau ou nota adaptando-se proposta apresentada por Gowin e Alvarez (2005, p. 121-123). Este protocolo é apresentado na Tabela 6.3, abaixo.

Tabela 6.3: Protocolo de escores utilizado para avaliação dos diagramas V construídos pelos alunos.

I- Conceitos básicos:	
0	nenhum conceito é identificado;
1	conceitos são identificados, mas não estão relacionados à questão-foco e/ou ao evento;
2	conceitos são identificados e estão relacionados à questão-foco e/ou ao evento.
II- O que você espera como resultado deste experimento?	
0	nenhuma expectativa é identificada;
1	expectativas são identificadas, mas não estão relacionadas à questão-foco e/ou ao evento;
2	expectativas são identificadas e estão relacionadas à questão-foco e/ou ao evento.
III- Registros:	
0	nenhum registro é identificado;
1	registros são identificados, mas são inconsistentes com a questão-foco e/ou o evento;
2	registros são identificados para o evento e são consistentes com a questão-foco.
IV- Transformações (organização dos dados coletados):	
0	nenhuma transformação é identificada;
1	transformações são inconsistentes com a questão-foco e os dados coletados a partir dos registros;
2	transformações são consistentes com a questão-foco e com os dados coletados a partir dos registros.
V- Juízo de conhecimento (conclusões):	
0	nenhuma conclusão é identificada;
1	conclusões são inconsistentes com a questão-foco;
2	conclusões são derivadas dos registros e das transformações ou da organização dos dados coletados;
3	conclusões são consistentes com os dados coletados nos registros e representados nas transformações.
VI- Juízo de valor (qual a importância deste resultado?)	
0	nenhum juízo de valor é identificado ou importância do resultado é identificada;
1	juízo de valor é identificado, ou importância do resultado é identificada, indicando o valor do documento.

Tabela 6.4: Protocolo, com atribuição de nota, adotado na avaliação dos diagramas V construídos pelos alunos.

Professor(a): Turma:.....

Componentes do grupo:	

Módulo didático: Título do V:

Versão avaliada: 1^a 2^a 3^a 4^a

Categoria	Grau (nota)
I – Conceitos básicos	0
	1
	2
II – O que você espera como resultado deste experimento?	0
	1
	2
III – Registros	0
	1
	2
IV – Organização dos dados coletados (transformações)	0
	1
	2
V – Conclusões (juízo de conhecimento)	0
	1
	2
	3
VI – Qual a importância deste resultado? (juízo de valor)	0
	1
Total	

6.2.3 Resultados obtidos a partir da avaliação dos diagramas V

A seguir, nas Tabelas 6.5 a 6.10, são apresentados os resultados, em separado, da avaliação de cada elemento do(s) diagrama(s) V, referentes a cada módulo, para cada um dos grupos. São mostradas, também, a nota final do grupo para cada um dos diagramas V e a média das notas obtida para o conjunto dos diagramas. Como a avaliação foi realizada de forma recursiva, todas as versões dos diagramas V entregues foram avaliadas, embora nas tabelas, a seguir, sejam apresentados somente os resultados da avaliação da versão final.

Tabela 6.5: Resultados da avaliação de cada elemento dos diagramas construídos pelos alunos Grupo 01.

Elementos Diagramas	Elementos						Nota final	Versão final
	I	II	III	IV	V	VI		
V.1	01	02	*--	01	02	01	07/10	3^a
V.2.1	02	02	02	02	03	00	11/12	3^a
V.3.1	02	02	02	02	03	00	11/12	3^a
V.3.2	02	02	02	02	03	01	12/12	2^a
V.4	02	02	02	02	03	01	12/12	2^a
V.5	02	02	02	02	03	01	12/12	2^a
V.6	02	02	02	02	02	01	11/12	2^a
Média final do Grupo 01:							9,2	

Tabela 6.6: Resultados da avaliação de cada elemento dos diagramas construídos pelos alunos do Grupo **02**.

Elementos Diagramas	Elementos						Nota final	Versão final
	I	II	III	IV	V	VI		
V.1	01	02	*--	02	03	01	09/10	2^a
V.2.2	02	02	02	02	03	01	12/12	3^a
V.3.1	02	01	02	02	02	00	09/12	2^a
V.3.2	01	02	02	02	03	01	11/12	2^a
V.4	02	02	02	02	03	01	12/12	2^a
V.5	02	01	02	02	03	01	11/12	1^a
V.6	02	02	02	02	03	00	11/12	1^a
Média final do Grupo 02 :.....							9,2	

Tabela 6.7: Resultados da avaliação de cada elemento dos diagramas construídos pelos alunos do Grupo **03**.

Elementos Diagramas	Elementos						Nota final	Versão final
	I	II	III	IV	V	VI		
V.1	02	01	*--	01	03	00	07/10	3^a
V.2.1	02	02	02	02	03	00	11/12	2^a
V.3.1	02	01	02	02	03	00	10/12	2^a
V.3.2	01	02	02	02	03	00	10/12	2^a
V.4	00	00	00	00	00	00	00/12	--
V.5	02	02	02	02	03	01	12/12	2^a
V.6	02	02	02	02	03	00	11/12	2^a
Média final do Grupo 03 :.....							7,4	

Tabela 6.8: Resultados da avaliação de cada elemento dos diagramas construídos pelos alunos do Grupo **04**.

Elementos Diagramas	Elementos						Nota final	Versão final
	I	II	III	IV	V	VI		
V.1	01	02	*--	01	02	00	06/10	3^a
V.2.2	00	00	00	00	00	00	00/12	--
V.3.1	02	02	02	02	02	01	11/12	2^a
V.3.2	02	02	02	02	03	01	12/12	2^a
V.4	02	02	02	02	00	01	09/12	1^a
V.5	02	02	02	02	03	01	12/12	2^a
V.6	02	02	02	02	03	01	12/12	2^a
Média final do Grupo 04 :.....							7,5	

Tabela 6.9: Resultados da avaliação de cada elemento dos diagramas construídos pelos alunos do Grupo **05**.

Elementos Diagramas	Elementos						Nota final	Versão final
	I	II	III	IV	V	VI		
V.1	02	02	*--	01	02	00	07/10	3^a
V.2.3	01	01	02	02	03	00	09/12	2^a
V.3.1	02	02	02	02	03	01	12/12	2^a
V.3.2	02	02	02	02	03	01	12/12	2^a
V.4	02	00	02	02	02	00	08/12	1^a
V.5	02	00	02	02	02	01	09/12	1^a
V.6	02	02	02	02	03	01	12/12	1^a
Média final do Grupo 05 :.....							8,4	

Tabela 6.10: Resultados da avaliação de cada elemento dos diagramas construídos pelos alunos do Grupo **06**.

Elementos Diagramas	Elementos						Nota final	Versão final
	I	II	III	IV	V	VI		
V.1	02	02	*--	02	03	00	09/10	3^a
V.2.3	02	02	02	02	03	01	12/12	2^a
V.3.1	02	02	02	02	03	01	12/12	3^a
V.3.2	01	02	02	02	03	00	10/12	2^a
V.4	01	02	00	02	00	00	05/12	1^a
V.5	02	00	02	02	03	01	10/12	1^a
V.6	01	02	01	02	02	01	09/12	1^a
Média final do Grupo 06 :.....							8,2	

Ao se interpretar o desempenho dos alunos na realização dos experimentos reais e virtuais e na construção dos diagramas V, demonstrado nas tabelas de avaliação (Tabelas 6.5 a 6.10), é evidente que a assimilação da proposta de estudo utilizando os diagramas V ocorreu de forma gradativa. Nos primeiros diagramas construídos por todos os grupos houve necessidade de serem revisados e reconstruídos mais do que uma vez. Já no desenvolvimento do último diagrama V, correspondente ao Módulo didático 6, que trata da cor dos objetos, a maioria entregou o diagrama completo no mesmo dia em que a atividade foi desenvolvida. Portanto, uma única versão já satisfazia o que se propunha no momento.

Percebe-se a dificuldade que os alunos possuem quanto à contextualização do que estão estudando, pois o elemento (VI), onde se questiona *a importância do estudo realizado*, era, muitas vezes, deixado em branco ou incompleto, mesmo na última versão apresentada. Esse fato pode estar associado ao ensino tradicional a que estão acostumados.

Avaliando-se a totalidade dos diagramas da turma obtém-se a média de 8,3, em uma escala de zero a dez pontos. Essa média foi considerada pela professora como satisfatória, tendo em vista o contexto onde foi aplicada essa proposta metodológica.

A avaliação dos alunos levou em conta também a participação e o interesse na resolução de exercícios. Os exercícios foram realizados em duplas, por solicitação dos alunos, objetivando com esta tarefa questionarem-se a respeito da organização de sua estrutura cognitiva com relação aos conceitos, princípios e leis estudados neste período. Resolvidos os exercícios propostos, realizou-se a discussão dos mesmos com questionamentos e debates.

A aplicação do pré e do pós-teste serviu para a análise da ocorrência de mudanças conceituais. Para complementar a avaliação global, aplicou-se, também, um teste individual de avaliação dos conteúdos do bimestre letivo (Apêndice B). A média dos alunos nesse teste foi de 7,9 pontos. As duas médias da turma, em uma escala de zero a 10 foram praticamente as mesmas - 7,9 pontos no teste do bimestre e 8,3 pontos na construção dos diagramas V. Cabe ressaltar que os resultados de todos os alunos da turma não tiveram um desvio expressivo em relação à média.

Acredita-se que a aprendizagem significativa de conceitos prevista nas teorias construtivistas de D. Ausubel e L. Vygotsky, subjacentes a essa proposta metodológica, foi alcançada. Isto se justifica nos resultados do processo global de avaliação empregado.

No próximo capítulo são apresentadas as considerações finais desse trabalho.

CAPÍTULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acredita-se que a aplicação desta proposta metodológica se deu de forma plenamente satisfatória. Durante todo o período destinado à aplicação deste trabalho, constatou-se que houve participação ativa da turma tanto na realização dos experimentos, reais e virtuais, quanto na construção dos diagramas V e subseqüentes discussões nos grupos e na turma como um todo. Julga-se, também, que tenha havido crescimento e mudança conceitual demonstrados na análise dos resultados da avaliação dos alunos (Capítulo 6), realizada com o uso de diferentes instrumentos. Supõe-se que tanto o material instrucional, quanto os instrumentos de avaliação e os resultados obtidos contribuam para a convicção da validade desta proposta metodológica.

Outro aspecto, que destaca a eficácia do trabalho desenvolvido, foi verificado pelas mudanças ocorridas nas relações estabelecidas entre professor e aluno e entre os alunos. Procurou-se passar de uma realidade em que o professor “dono do saber” ensinava e os alunos passivos aprendiam, para uma relação de troca, isto é, o professor atuando como mediador, orientando os alunos, enquanto estes, sujeitos do saber, pesquisavam, realizavam os experimentos, construíaam os diagramas V, debatiam e formulavam conclusões. Também foram relevantes as discussões que eram geradas em determinadas situações no transcorrer do desenvolvimento das atividades, devido à divergência de opiniões de cada um.

Constatou-se, então, que mesmo em escolas públicas é possível desenvolver um trabalho diferenciado, onde o aluno e o professor estejam comprometidos com o ensino e com a aprendizagem.

Quando o trabalho, com a metodologia dos diagramas V de Gowin, foi proposto para a turma não houve nem rejeição nem entusiasmo inicial por parte deles. Percebeu-se, no início de seu desenvolvimento, que os alunos ignoravam a parte inicial do diagrama (lado do Pensar), seguindo diretamente para a realização do experimento. Isto não causou estranheza, pois já era previsível, uma vez que a escola não trabalha habitualmente com metodologias direcionadas para o ato de pensar, para o trabalho sistemático, que exige leituras, registros.

À medida que os módulos didáticos iam sendo trabalhados pelos alunos, pôde-se perceber progressos, no sentido de entendimento do significado de cada elemento dos diagramas V e também em relação a contextualização dos temas estudados. Desde o primeiro

módulo didático até a primeira parte do terceiro, havia muitas dúvidas, eram feitos muitos questionamentos ao professor, que era solicitado com frequência e, simultaneamente, à quase todos os grupos. Já na elaboração do terceiro diagrama V (diagrama V.3.2), correspondente ao Módulo didático 3, pôde se notar que os alunos estavam mais participativos, com maior concentração no trabalho, menos ansiosos, procurando inteirar-se da metodologia.

A importância dessa metodologia de ensino, bem como sua validade, também foi constatada pela motivação e o respeito com que os alunos desenvolviam cada atividade. O último módulo didático foi o que causou maior entusiasmo na turma, tanto que já se diziam preparados para responder as questões referentes ao tema em estudo.

Alguns aspectos são relevantes para que esta metodologia resulte em aprendizagem significativa. Primeiramente, o professor deve atuar como orientador. Para tanto, faz-se necessário que ele tenha domínio do conteúdo, bem como do uso das novas tecnologias e desenvoltura, também, ao propor a realização de experimentos no laboratório convencional. Além disso, o conceito da disciplina em sala de aula deve ser entendido não mais como tradicionalmente se definia: carteiras enfileiradas, alunos sempre em silêncio ouvindo o professor, mas sim com os alunos movimentando-se em trabalhos de grupo, deslocando-se na sala, grupos interagindo entre si, portanto, com momentos de menos silêncio e mais atuação de todos.

Conclui-se, que, embora, o trabalho tenha sido desenvolvido com uma turma relativamente pequena (18 alunos), nada impede que a aplicação seja realizada em turmas mais numerosas.

Neste trabalho adaptou-se o diagrama V de Gowin, adequando-o ao currículo da escola e à série na qual foi aplicado. Para cada contexto escolar, faz-se necessária uma nova reflexão sobre o diagrama epistemológico de Gowin. Após essa experiência de ensino, pode-se afirmar, com convicção, que é possível realizar um trabalho com objetivos similares aos dessa proposta até mais cedo, em séries anteriores, inclusive no ensino fundamental. É importante que se tenha sempre o cuidado de não transformar este instrumento educacional em mero formulário de dados, mas sim em algo que faça o aluno perceber que o conhecimento é construído por cada um.

Sugere-se que a realização dos exercícios, seja feita no final de cada módulo didático ou quando todos os módulos didáticos estiverem concluídos. Para distribuir melhor o tempo,

optou-se por deixar os exercícios para o final, concomitante com o acesso dos alunos ao “Material de apoio”.

À medida que estes diagramas V venham a se tornar comuns para os alunos, quando sugeridos já em séries do ensino fundamental, acredita-se que o processo de ensino-aprendizagem seja enriquecido. Para tal, devem ser feitas as adaptações dos diagramas V necessárias à série e ao tema em estudo, ajustando-os tanto quanto ao número de elementos a serem preenchidos, como na elaboração da(s) questão(ões)-foco de acordo com o experimento a ser proposto, que possibilite responder a questão inicial.

Espera-se que todo o material instrucional desenvolvido neste trabalho¹⁰, ou parte dele, possa ser utilizado por outros professores conforme seu contexto escolar.

¹⁰ A ser publicado como um número da série Hiperfídias de Apoio ao Professor de Física. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/mpef/Hiperfídias/HA.html>. Acesso em: 9 nov. 2007.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C. E. M. de *Informática e ensino de ciências*. Disponível em: <<http://omnis.if.ufrj.br/~carlos/infoenci/notasdeaula.html>>. Acesso em: 17 out. 2007.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, abr.- jun. 2003.
- ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de física. *Revista da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 4, n. 3, p. 5-18, set.-dez. 2004.
- ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Adaptação do Vê de Gowin para modelagem e simulação computacionais aplicada ao ensino. In: MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e diagramas V*. Porto Alegre: Ed. do Autor, 2006. 103 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio- ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC, 1999. 114p.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais*. Brasília: MEC, 2002. 144p.
- ESCUDEIRO, C.; MOREIRA, M. A. La V epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, v. 17, n. 1, p. 61 – 68, marzo, 1999.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 259-272, set. 2003.
- GASPAR, A. *Experiências de Ciências para o ensino fundamental*. São Paulo: Ática, 2003. 327p.
- GOWIN, D. B.; ALVAREZ, M. C. *The art of educating with V diagrams*. New York: Cambridge University Press. 2005.
- HARRES, J. B. S. Um teste para detectar concepções alternativas sobre tópicos introdutórios de ótica geométrica. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 10, n. 3, p. 220-234, dez. 1993.
- HEWITT, P. G. *Física conceitual*. (trad. RICCI, T. F.; GRAVINA, M. H.). 9. ed. Porto Alegre: Artmed-Bookman, 2002. 686p.
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e diagramas V*. Porto Alegre: Ed. do autor, 2006. 103p.

_____ Ensino de física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2000.

_____ *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999. 195p.

_____ *Diagramas V no ensino de física*. Textos de Apoio ao Professor de Física, Porto Alegre: Instituto de Física-UFRGS, 1997, n. 7. ISSN 1807-2763. 39p.

_____ Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos e referenciais teóricos à luz do Vê epistemológico de Gowin. São Paulo: EPU, 1990.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. *Teorias construtivistas*. Textos de Apoio ao Professor de Física, Porto Alegre: Instituto de Física-UFRGS, 1999, n. 10. ISSN 1807-2763. 56p.

OLIVEIRA, M. K. de *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico*. Pensamento e ação no magistério. 4. ed., São Paulo: Scipione, 2004. ISBN85-262-1936-7. 111p.

ÓPTICA geométrica. São Paulo: Editora do Senac, [199-?]. 1 Videocassete (30 min.): VHS, NTsc, son., color. Didático.

VALADARES, J.; FONSECA, F. Uma estratégia construtivista e investigativa para o ensino de óptica. In: ENCUESTRO IBEROAMERICANO SOBRE INVESTIGACIÓN BÁSICA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS, 2., 2004, Burgos. Actas do II EIBIEC. Burgos: Editora da UBU, 2005. p. 594-606.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem no ensino/ aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 87-96, jun. 2002.

VIGOTSKI, L. S. *A formação social da mente*. 6. ed., São Paulo: Martins Fontes, 1998.

ANEXO – TESTE DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS

Apresenta-se o teste que foi aplicado à turma como pré e pós-teste. Esse teste tem o objetivo de detectar se o aluno possui concepções cientificamente corretas em tópicos relacionados com ótica geométrica e foi proposto por Harres (1993)¹¹. O teste contém 15 questões, que apresentam de 3 a 5 alternativas, uma delas está relacionada com a concepção científica para o tópico elaborado, as demais representam as respostas mais comuns retiradas de trabalhos de pesquisa e adaptadas para comporem o teste (HARRES, 1993).

TESTE

Instruções:

1º) Este teste consta de 15 questões, confira se ele está completo.

2º) Em cada uma das questões escolha uma e apenas uma das alternativas apresentadas.

3º) Depois de ter certeza da alternativa escolhida, marque a sua resposta na grade de respostas que aparece na última página deste teste.

1) Uma aluna, Elisa, e seu professor discutem o que segue:

“Prof.: Explique como você vê o livro.

Elisa: Sinais nervosos vão desde meus olhos até meu cérebro.

Prof.: Sim, isto acontece entre os olhos e seu cérebro.

Mas existe uma certa distância entre o livro e seus olhos. O que acontece entre eles?”



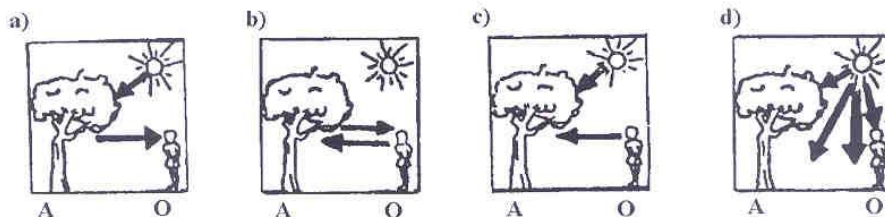
Com qual das alternativas seguintes você responderia à pergunta do professor?

- Raios vão dos meus olhos até o livro de modo que assim posso vê-lo.
- Não acontece nada, o livro está iluminado e isto basta para que eu possa vê-lo.
- A luz do ambiente refletida no livro chega até os meus olhos.
- Os olhos emitem raios que retomam ao cérebro trazendo a informação da imagem.

(adaptada de Andersson e Kärrqvist, 1983).

2) As figuras abaixo representam uma fonte de luz S (Sol), um objeto A (árvore) e um observador O (menino). Qual das alternativas abaixo melhor representa o modo pelo qual podemos enxergar um objeto?

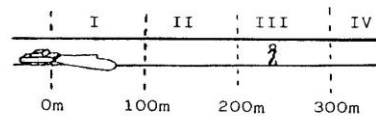
(adaptada de Barros et alii, 1989).



¹¹ HARRES, J. B. S. Um teste para detectar concepções alternativas sobre tópicos introdutórios de ótica geométrica. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 10, n. 3, p. 220-234, dez. 1993.

3) Em uma noite escura e sem nevoeiro um carro está parado em uma estrada reta e plana. O carro está com seus faróis ligados. Um pedestre, também parado na estrada, é capaz de ver os faróis. A figura da página seguinte ilustra esta situação e está subdividida em quatro seções. Até onde a luz dos faróis do carro alcança?

- a) No máximo até a seção I.
- b) No máximo até a seção II.
- c) No máximo até a seção III.
- d) Até a seção IV e ainda vai mais além.

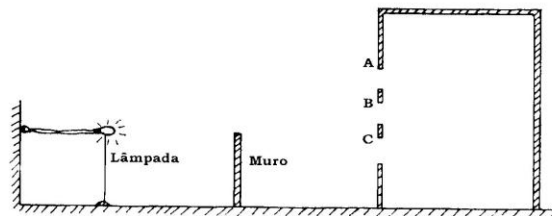


(adaptada de Andersson e Kärrqvist, 1983).

4) Suponha a mesma situação descrita na questão anterior só que, em vez de carro, tivéssemos ali uma pequena vela acesa. Até onde a luz da vela alcançaria?

- a) No máximo até a seção I.
- b) No máximo até a seção II.
- c) No máximo até a seção III.
- d) Até a seção IV e ainda iria mais além.

As questões 5 e 6 referem-se à figura abaixo. Ela mostra um muro colocado entre uma pequena lâmpada e uma sala com três janelas na parede da esquerda.



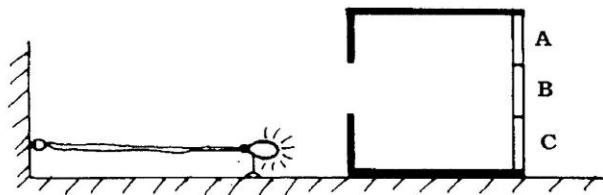
5) Qual(ais) da(s) janela(s) é(ão) iluminada(s) pela lâmpada?

- a) A
- b) B
- c) A e B
- d) A, B e C

6) Se você estiver dentro da sala, através de qual(ais) das janelas você poderá ver a lâmpada?

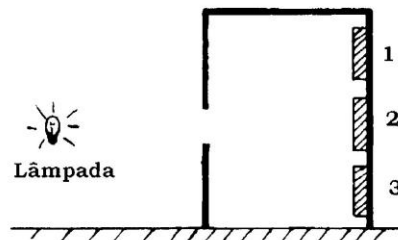
- a) A, B e C b) A e B c) B d) A
(adaptadas de LaRosa et alii, 1984)

7) A figura abaixo mostra uma pequena lâmpada colocada em frente a uma caixa que possui uma abertura no seu lado esquerdo. Que região(ões) da parte inferior direita da caixa é(são) iluminada(s) pela lâmpada?



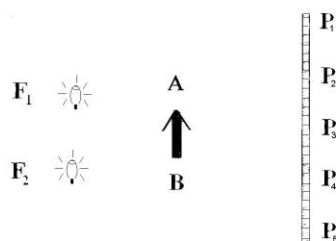
- a) Somente A.
b) Somente B.
c) Somente A e B.
d) A, B e C.
e) Nenhuma delas.

8) A figura abaixo mostra uma pequena lâmpada colocada frente a uma janela de uma sala que contém três quadros (1, 2 e 3) na parede oposta à janela. Qual(ais) quadro(s) é(são) iluminado(s) pela lâmpada?



- a) 1, 2 e 3 b) 1 e 2 c) 2 e 3 d) Apenas o 2.

9) Duas pequenas fontes, F_1 e F_2 , estão situadas em frente a um objeto opaco AB, como mostra a figura abaixo. Considerando os pontos assinalados na parede, qual (ais) deles está(ão) recebendo luz das duas fontes?



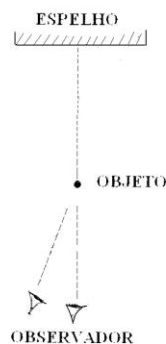
- Todos.
- Apenas P_3 .
- P_2 , P_3 , e P_4 .
- P_2 e P_4 .
- P_1 e P_5 .

(adaptada de Alvarenga e Máximo, 1986)

10) Onde está localizada a imagem de um objeto colocado em frente a um espelho plano?

- Na frente do espelho.
- Na superfície do espelho
- Atrás do espelho

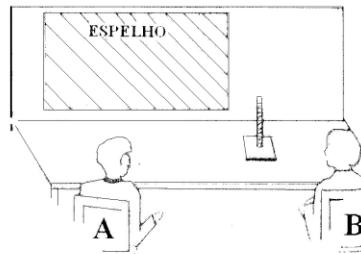
11) O desenho ao lado mostra um observador parado em frente a um espelho plano. Entre o espelho e o observador encontra-se um objeto. Se o observador mover-se para a esquerda, o que acontecerá com a imagem do objeto?



- Permanecerá no mesmo lugar onde estava.
- Se deslocará para a esquerda do observador.
- Se deslocará para a direita do observador.

(adaptada de Goldberg e McDermott, 1986)

12) A figura abaixo mostra um objeto que se encontra além da borda direita de um espelho plano. Os observadores A e B podem ver a imagem do objeto?



- a) Sim, ambos podem
- b) A pode ver a imagem, mas B não.
- c) A não pode ver a imagem, mas B pode.
- d) Não, nenhum dos dois pode ver a imagem.

(adaptada de Goldberg e McDermott, 1986)

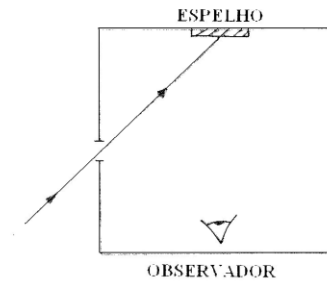
13) A ilustração abaixo mostra uma sala, vista de cima, contendo um espelho em uma parede e um quadro em outra parede. Em qual(ais) das posições indicadas na ilustração, uma pessoa poderá ver a imagem do quadro?



- a) Em A, B e C.
- b) Somente em A e B
- c) Somente em C.
- d) Somente em B
- e) Somente em A.

(adaptada de LaRosa et alii, 1984)

14) A figura abaixo mostra uma sala completamente escura, sem pó, sem fumaça e de paredes totalmente negras. Através de uma abertura, faz-se incidir um fecho retilíneo de luz obliquamente em direção ao espelho. Uma pessoa, colocada na parede oposta ao espelho, como mostra a figura, poderá ver o espelho e a luz nele refletida?



- a) Não ela não poderá ver o espelho e nem a luz nele refletida.
- b) Poderá ver a luz, mas não poderá ver o espelho.
- c) Poderá ver o espelho, mas não a luz.
- d) Sim, poderá ver tanto a luz quanto o espelho.

(adaptada de Andersson e Kärrqvist, 1983)

15) O que você poderá fazer para que, colocado em frente a um espelho plano, possa ver uma maior parte do seu próprio corpo?

- a) Nada.
- b) mover-se para trás.
- c) Mover-se para frente.

GRADE DE RESPOSTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE A – DIAGRAMAS V CONSTRUÍDOS PELOS ALUNOS

A seguir, com o objetivo de apresentar uma amostragem dos diagramas V construídos pelos alunos, reproduzem-se as versões finais dos diagramas V construídos pelos alunos, escolhidos de forma aleatória para contemplar os resultados dos seis grupos.

A.1 Versão final do diagrama V correspondente ao módulo didático 1

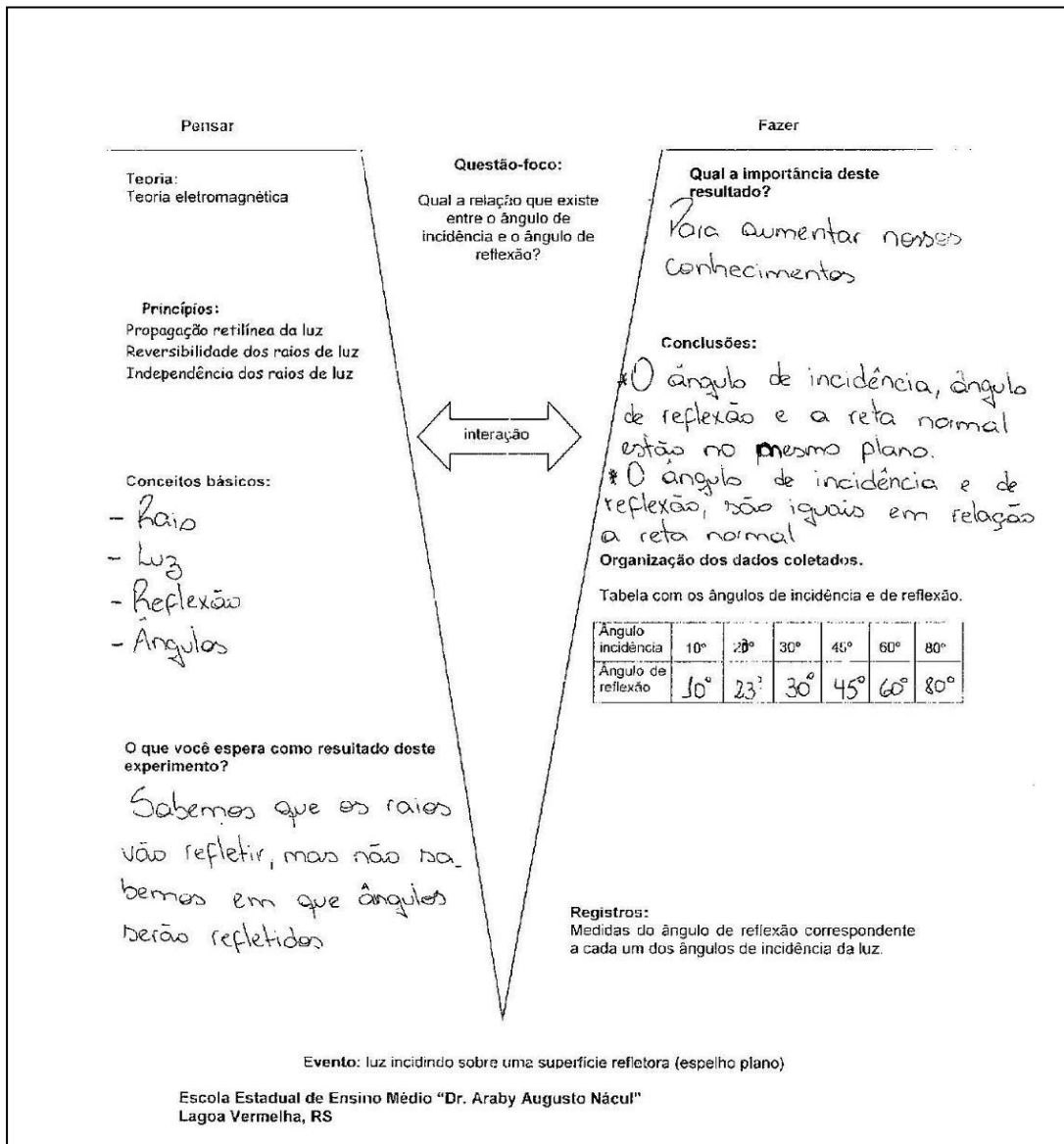


Figura A.1: Versão final do diagrama V.1, correspondente ao conteúdo de reflexão da luz, construído pelos alunos do Grupo 03.

A.2 Versões finais dos três diagramas V correspondentes ao módulo didático 2

A.2.1 Versão final do diagrama V.2.1

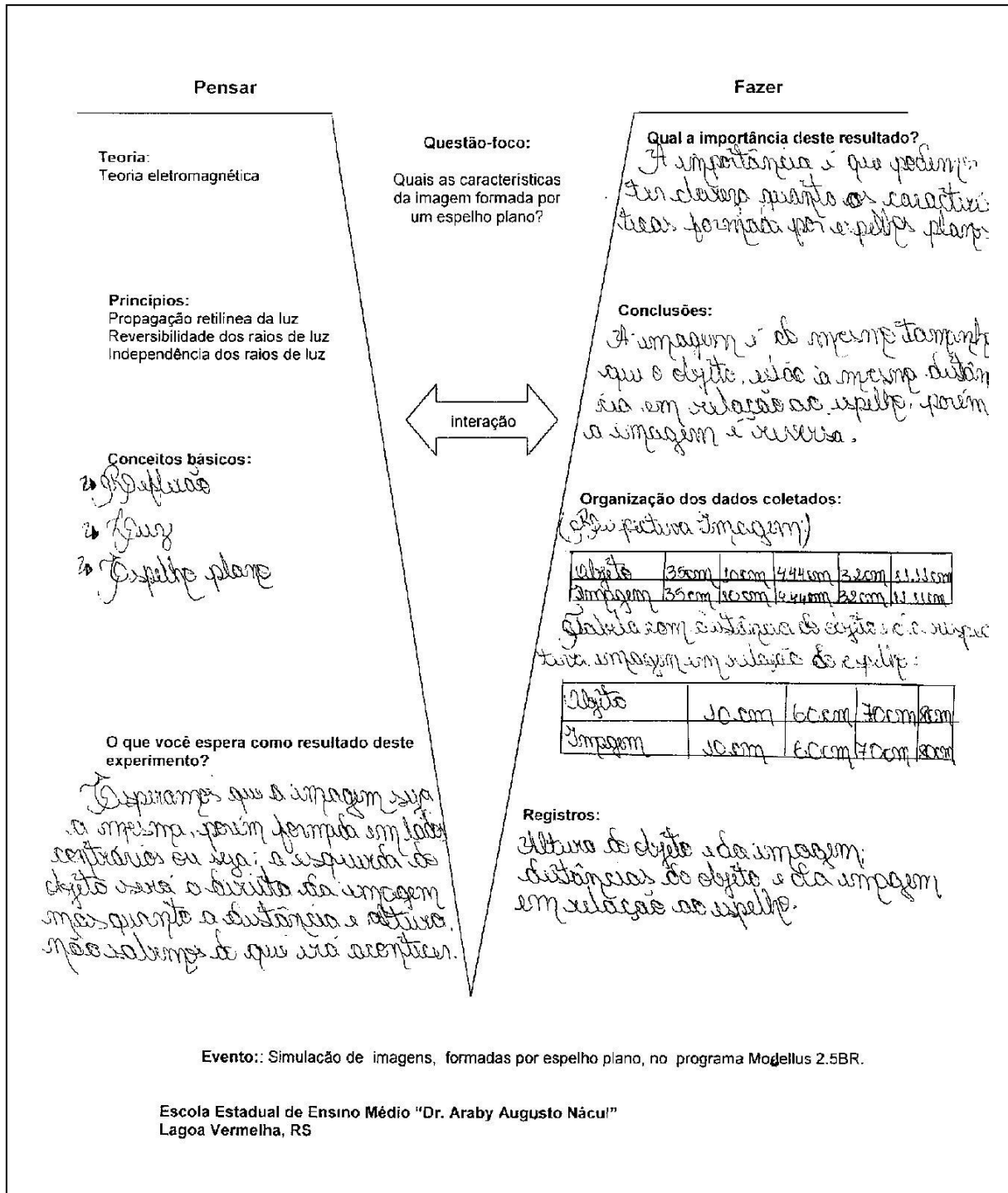


Figura A.2: Versão final do diagrama V.2.1, correspondente ao conteúdo referente às imagens formadas por espelhos planos (evento: simulação criada com o programa *Modellus*), construído pelos alunos do Grupo 01.

A.2.2 Versão final do diagrama V.2.2

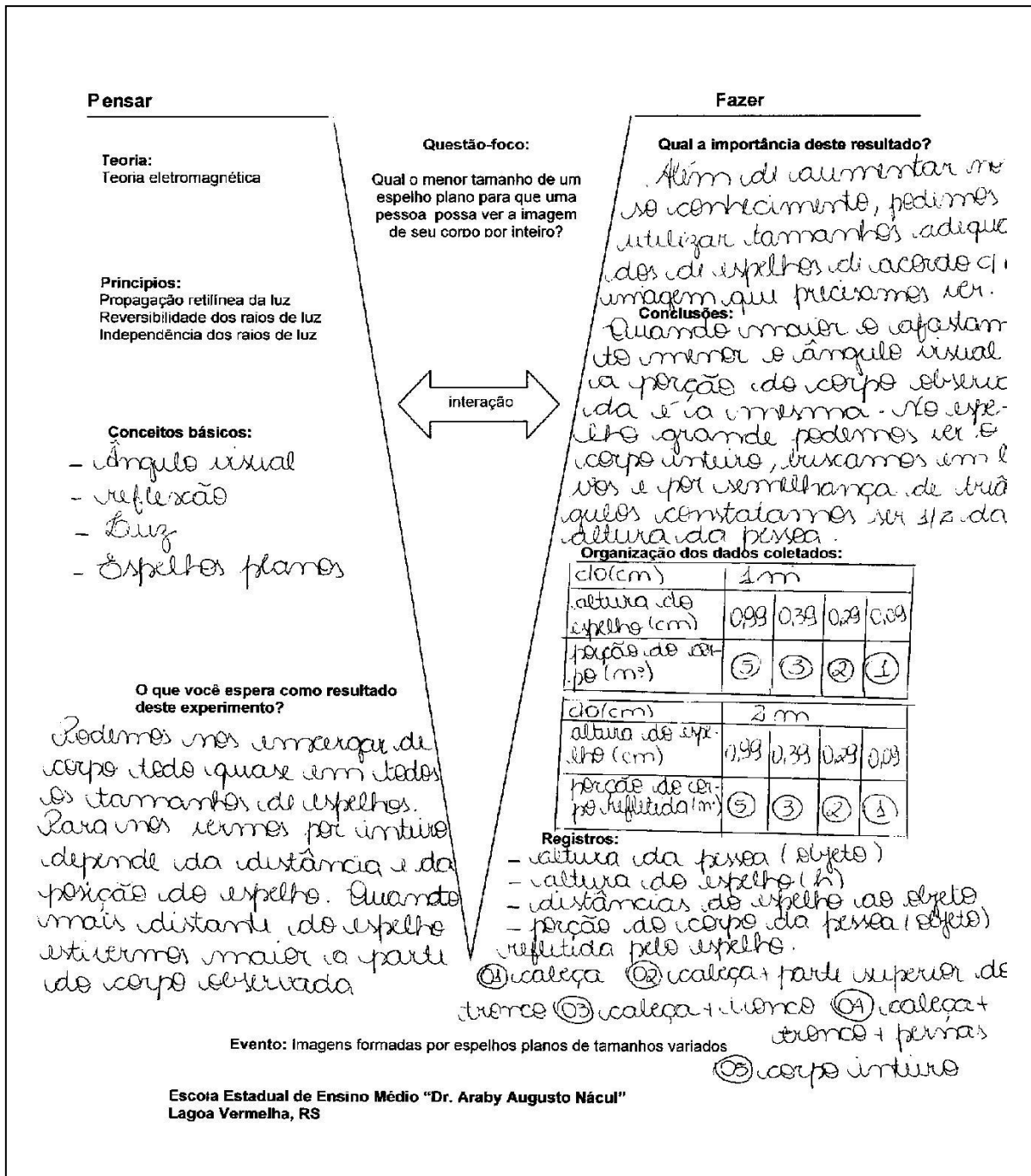


Figura A.3: Versão final do diagrama V.2.2, correspondente ao conteúdo referente às imagens formadas por espelhos planos (evento: imagens formadas por espelhos de vários tamanhos), construído pelos alunos do Grupo 02.

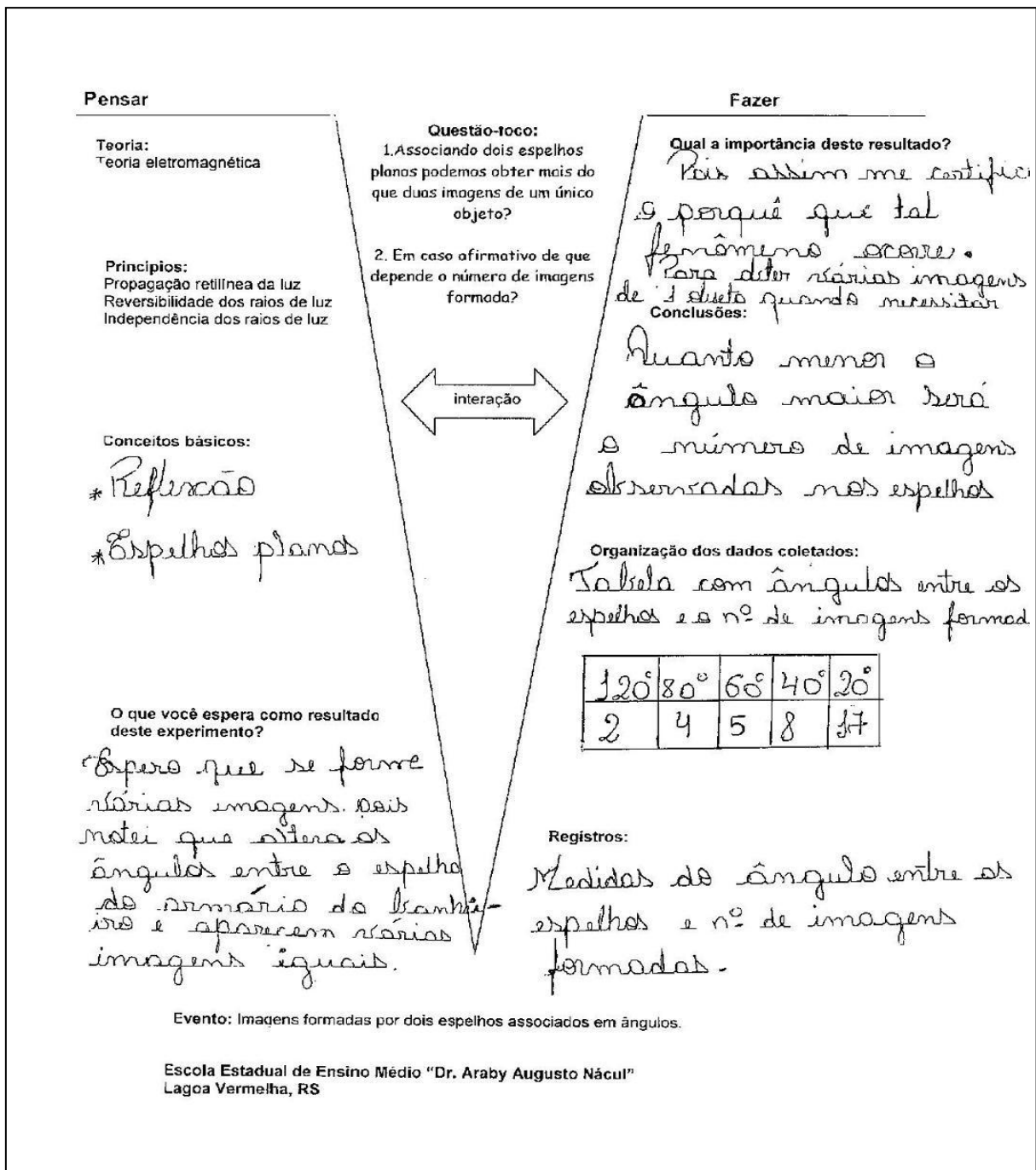
A.2.3 Versão final do diagrama V.2.3

Figura A.4: Versão final do diagrama V.2.3, correspondente ao conteúdo referente às imagens formadas por espelhos planos (evento: espelhos associados em diferentes ângulos), construído pelos alunos do Grupo 06.

A.3 Versões finais dos dois diagramas V correspondentes ao Módulo Didático 3

A.3.1 Versão final do diagrama V.3.1

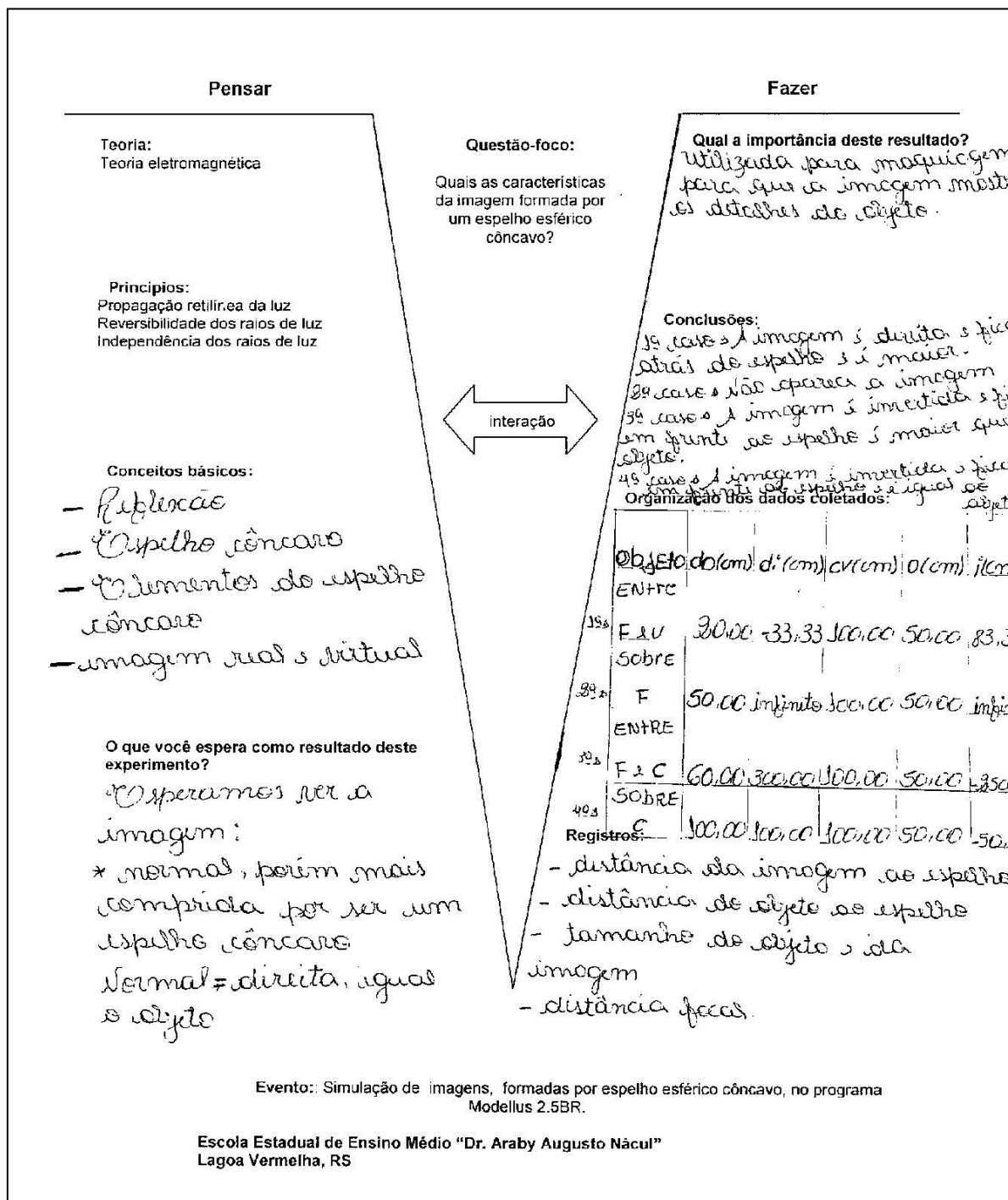


Figura A.5: Versão final do diagrama V.3.1, correspondente ao conteúdo referente às imagens formadas por espelhos esféricos côncavos, construído pelos alunos do Grupo 06.

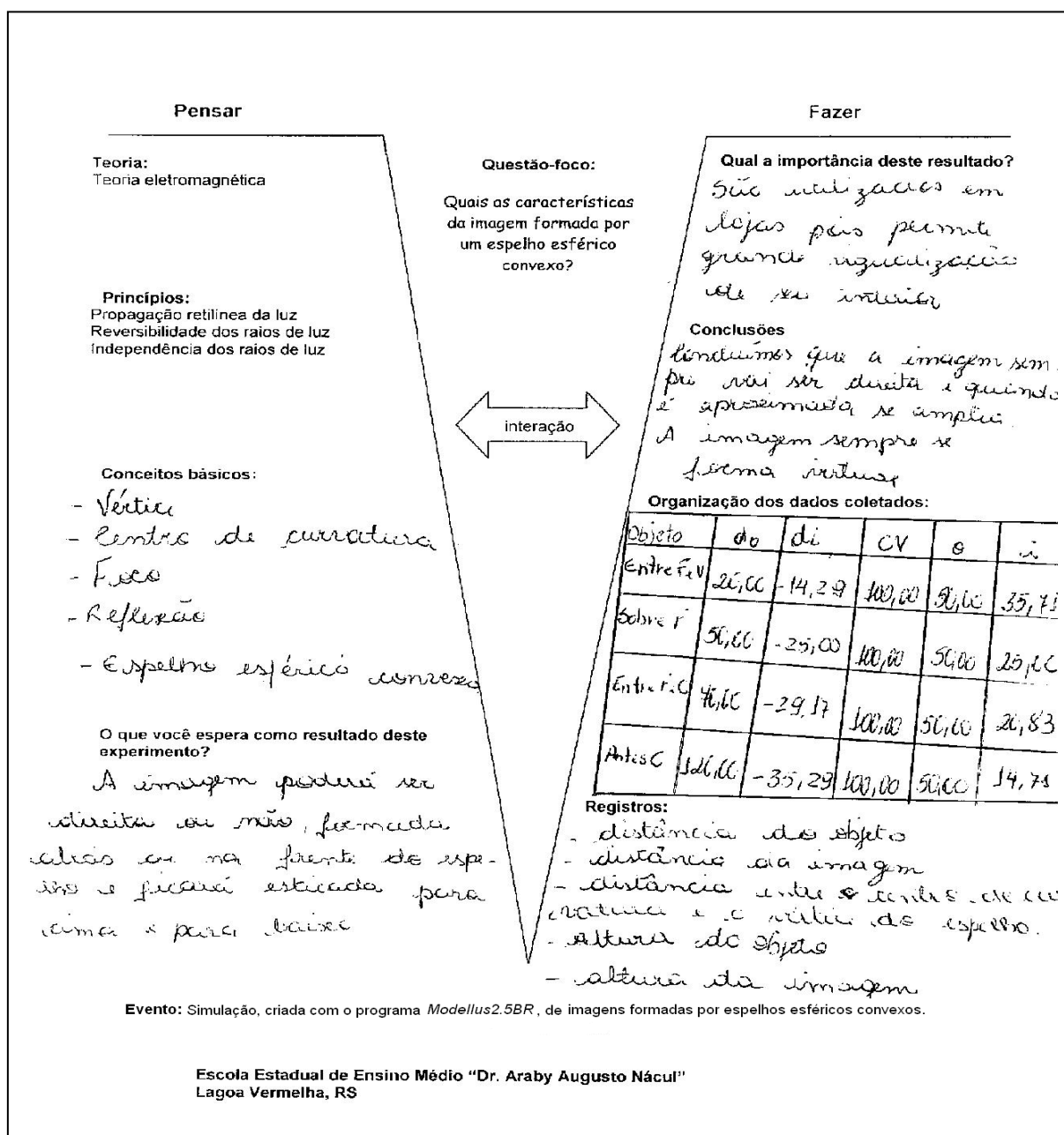
A.3.2 Versão final do diagrama V.3.2

Figura A.6: Versão final do diagrama V.3.2, correspondente ao conteúdo de referente às imagens formadas por espelhos esféricos convexas, construído pelos alunos do Grupo 04.

A.4 Versão final do diagrama V correspondente ao Módulo Didático 4

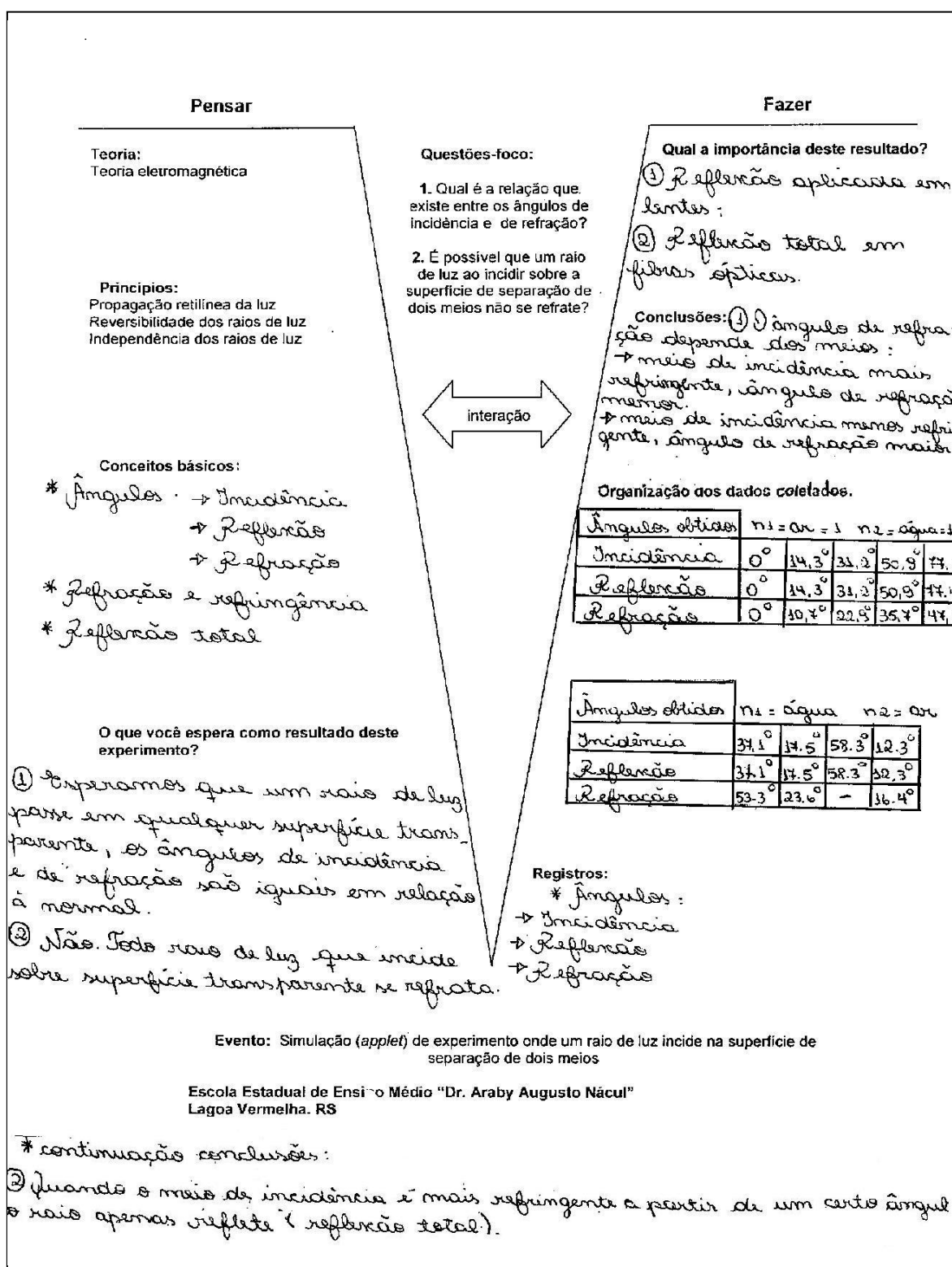


Figura A.7: Versão final do diagrama V.4, correspondente ao conteúdo de refração da luz, construído pelos alunos do Grupo 02.

A.5 Versão final do diagrama V correspondente ao Módulo Didático 5

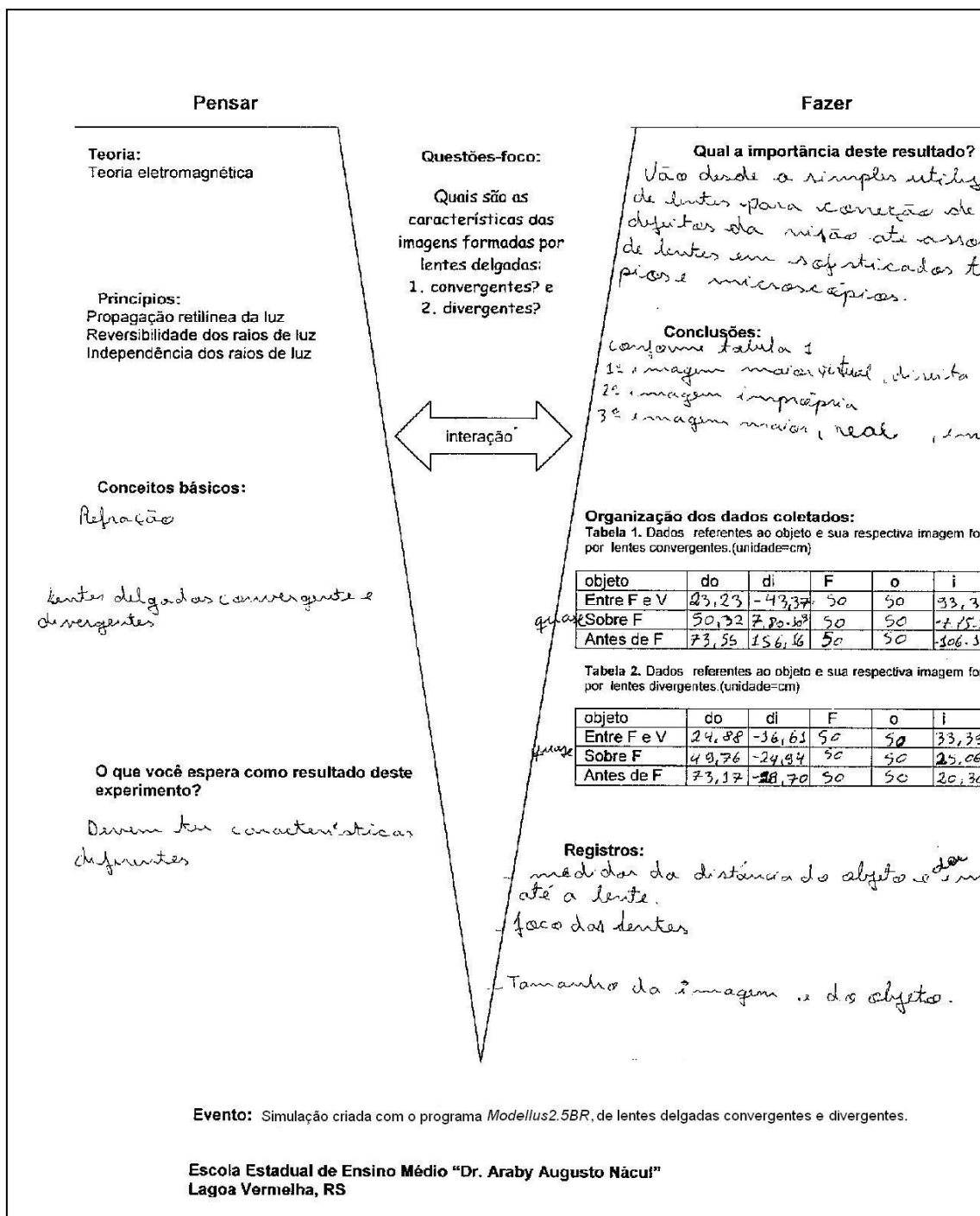


Figura A.8: Versão final do diagrama V.5, correspondente ao conteúdo de lentes esféricas delgadas convergentes e divergentes, construído pelos alunos do Grupo 05.

A.6 Versão final do diagrama V correspondente ao Módulo Didático 6

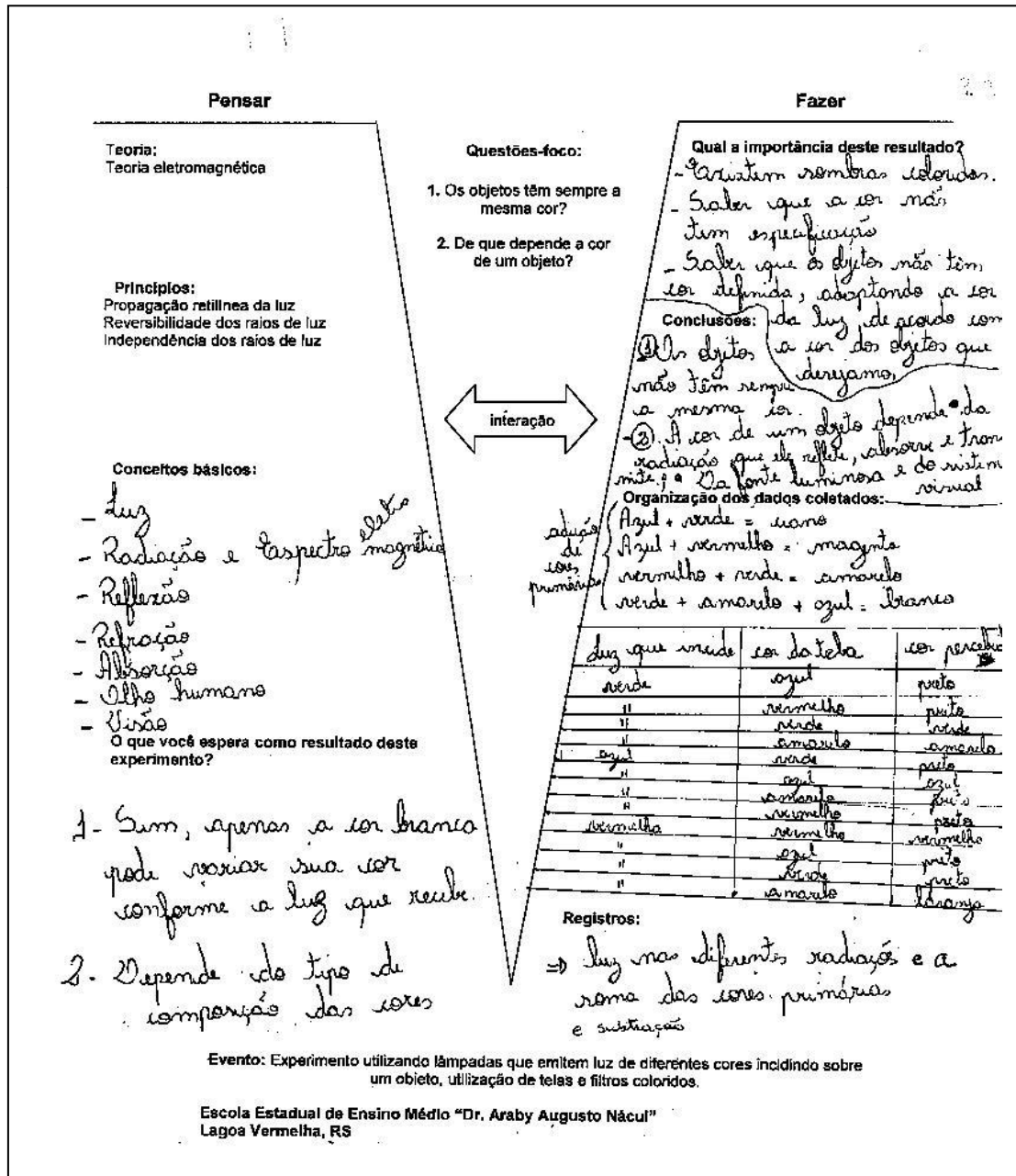


Figura A.9: Versão final do diagrama V.6, correspondente ao conteúdo de cores dos objetos, construído pelos alunos do Grupo 05.

APÊNDICE B – TESTE BIMESTRAL UTILIZADO NA AVALIAÇÃO

**ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO “DR. ARABY AUGUSTO NÁCUL”
LAGOA VERMELHA**

TESTE - IV Bimestre/2006

DISCIPLINA: Física

PROFESSORA: Carmes Ana da Rosa Batistella

ALUNO: _____ DATA: _____

Atenção: Evite rasuras nas questões de múltipla escolha e acrescente seus cálculos, quando necessário.

1. Analise as afirmações abaixo e, no final, coloque a soma dos valores correspondentes àquelas que considerar como corretas:

(01) A luz é uma onda eletromagnética, que pode apresentar, eventualmente, um comportamento corpuscular. Isto possibilita o estudo de alguns fenômenos, tais como reflexão e refração da luz, utilizando os princípios de propagação retilínea da luz, irreversibilidade e independência dos raios luminosos.

(02) Para enxergarmos um objeto em um ambiente escuro, basta que estejamos próximo dele.

(04) Enxergamos um objeto quando os raios de luz que incidem sobre ele, são refletidos até nossos olhos, sensibilizando os órgãos visuais.

(08) A luz se propaga com velocidade constante em meios homogêneos e transparentes, sendo de 300 000 km/s o seu valor máximo, que ocorre quando ela se propaga no vácuo.

(16) A velocidade da luz depende do meio em que ela se propaga, aumentando seu valor quando passa do ar para a água, pois um feixe de luz incidente, vindo do ar, se refrata na água se aproximando da reta normal à superfície de separação ar-água.

(32) A luz branca, policromática, emitida pelo Sol pode ser decomposta em sete radiações monocromáticas capazes de sensibilizar nossos órgãos visuais. São elas: vermelha, amarela, alaranjada, verde, azul, anil e violeta. Essas radiações compõem o espectro da luz visível.

Soma dos valores de cada afirmação correta: _____

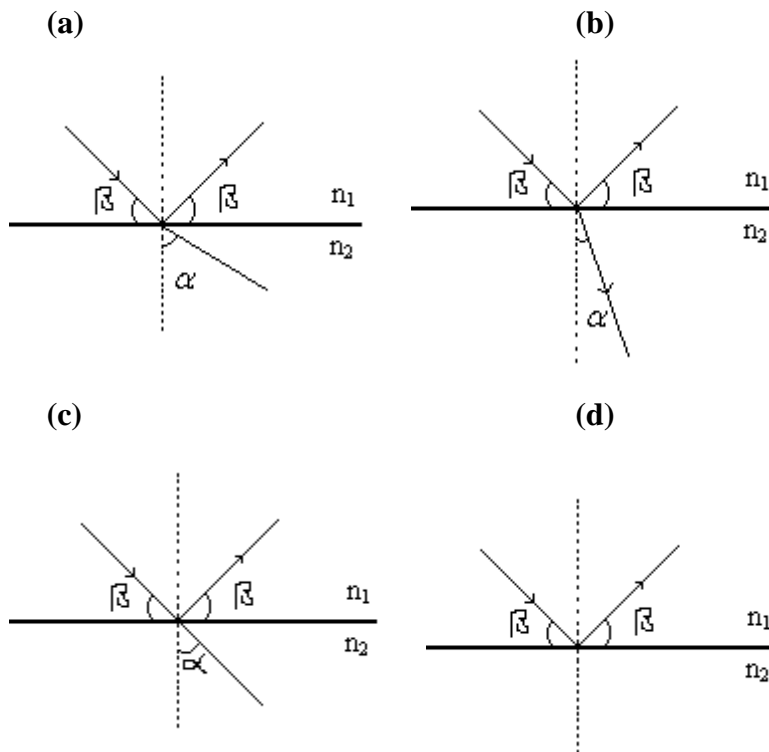
2. Entre os fenômenos de transmissão, de reflexão e de absorção da luz, escolha aquele que tem maior probabilidade de ocorrer quando luz incide nos objetos abaixo:

(a) um espelho ideal:

(b) um corpo negro ideal:

(c) um corpo perfeitamente transparente:

3. Nas figuras abaixo, apresenta-se um raio de luz incidindo na superfície de separação entre dois meios (transparentes e homogêneos) de diferentes índices de refração. Assinale qual das figuras não está de acordo com as leis da reflexão e da refração da luz:



4. Assinale a alternativa correta:

- () Em espelhos planos, as imagens são formadas na sua superfície;
 () Em espelhos planos, a imagem formada é real, pois ela se forma na frente do espelho;
 () Em espelhos planos, a imagem é virtual, pois se forma atrás do espelho.

5. No espaço entre parênteses, coloque **V** para as afirmações verdadeiras e **F** para as afirmações falsas:

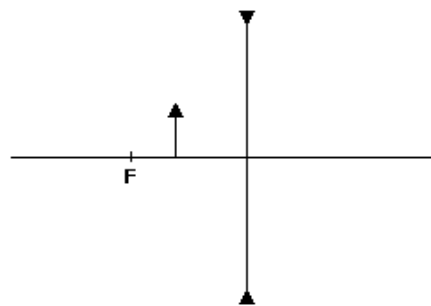
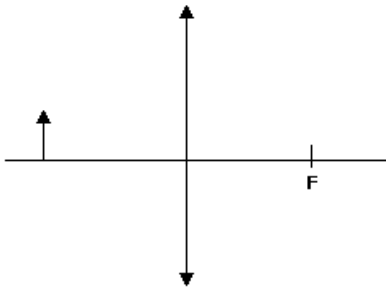
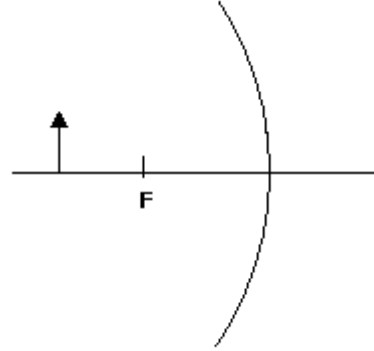
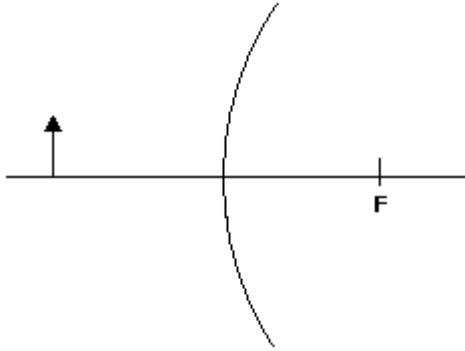
- () um objeto vermelho, iluminado por luz branca, é percebido na cor branca.
 () um objeto vermelho, iluminado por luz branca, é percebido na cor vermelha.
 () um objeto amarelo, iluminado por luz branca, é percebido na cor amarela.
 () um objeto amarelo, iluminado por luz azul, é percebido na cor preta.
 () a adição da cor radiação amarela com a cor radiação azul resulta na cor branca.
 () magenta é uma cor radiação resultante da adição da cor radiação vermelha com azul.

6. A associação de dois espelhos planos, formando entre eles ângulos no intervalo desde pequenos ângulos até 180° , possibilita a formação de “infinitas” imagens até uma única imagem de um objeto colocado entre eles, respectivamente. O número de imagens formadas depende do ângulo entre os espelhos e também do número de objetos colocados entre eles. Determine:

- (a) o número de imagens formadas por uma associação de dois espelhos planos que formam entre si um ângulo de 30° , contendo entre eles um único objeto.

(b) o número de imagens formadas por uma associação de dois espelhos planos, que formam entre si um ângulo de 30° , contendo entre eles três objetos.

7. Utilizando uma régua, trace alguns raios nos esquemas, abaixo, referentes a espelhos esféricos e lentes esféricas delgadas, determinando para cada objeto, a imagem formada. A seguir, escreva as características de cada uma das imagens formadas.



APÊNDICE C – CD-ROM COM MATERIAL INSTRUCIONAL