

cR

Centro
de Referência
Paulo Freire

**Este documento faz parte do acervo
do Centro de Referência Paulo Freire**

acervo.paulofreire.org



InstitutoPauloFreire



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS

A Utilização de Mapas Conceituais no Estudo de Física
no Ensino Médio: uma proposta de implementação

Renata Lacerda Caldas Martins

Brasília – DF

Dezembro
2006



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Física
Instituto de Química
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS

A Utilização de Mapas Conceituais no Estudo de Física
no Ensino Médio: uma proposta de implementação

Renata Lacerda Caldas Martins

Dissertação realizada sob orientação da Prof.^a Dr.^a Maria de Fátima da Silva – e co-orientação da Prof.^a Dr.^a Célia Maria Soares de Sousa – e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Física”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF

Dezembro
2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Martins, Renata Lacerda Caldas

A utilização de mapas conceituais no estudo de física no ensino médio: uma proposta de implementação / UNB, Brasília, 2006.

188 P.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília. Instituto de Física/Química. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências.

1. Educação em Ciências. 2. Ciências – Estudo e Ensino. 3. Educação Ambiental. 4. Ensino de Ciências – Pesquisa – Universidade de Brasília.

FOLHA DE APROVAÇÃO

RENATA LACERDA CALDAS MARTINS

A UTILIZAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS NO ESTUDO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Física”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em 14 de dezembro de 2006.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Maria de Fátima da Silva Lettere Verdeaux
(Presidente)

Prof.^a Dr.^a Marília Paixão Linhares
(Membro externo - UENF/RJ)

Prof. Dr. Gerson de Souza Mól
(Membro interno - IQ/UnB)

Dedico este trabalho aos meus maiores tesouros:

meu esposo Isnaldo, amigo e sempre companheiro, presente de Deus;
meus filhos, Rebeca e Samuel, herança de um amor;
minha mãe e sogros, pelo incentivo;
e ao amigo, mais chegado que irmão, Cássio.

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora Maria de Fátima da Silva pela atenção, incentivo e amizade;

A minha co-orientadora Célia Maria Soares pela sugestão do tema e por seus valiosos comentários e direcionamentos;

Ao Professor Cássio Laranjeiras por me incentivar desde a graduação a abraçar a jornada acadêmica, e com seu exemplo me tornar uma apaixonada pelo ensino;

Ao Professor Ricardo Gauche pela preocupação em nos dar o melhor, como mestrandos;

Ao Professor Wildson pelas palavras de incentivo durante a apresentação de meu projeto;

Aos demais professores do Programa, Gerson Mól, Roberto e Érika Zimmerman, com quem tive a satisfação de conviver e crescer em conhecimento;

Ao Professor Selmo Pires pela contribuição na manipulação estatística dos dados;

A Professora Mara, pela gentileza em me apoiar na pesquisa em suas turmas;

Aos meus irmãos, Willian e Bárbara, pela valiosa ajuda na versão do texto para o inglês;

Ao meu esposo Isnaldo Martins, pelas horas, dias e meses que dividiu comigo esse sonho;

A minha filha Rebeca e ao meu filho Samuel, pelo amor em todas as horas;

A Vilma, Derneval, Marilucy e Pamela pela compreensão nos momentos que estive ausente;

Aos irmãos André e Priscila, pelo constante apoio;

Aos meus amigos e irmãos Pastores Amaury e Helaine, pela força para alcançar este sonho;

Aos meus colegas Sebastião, Róber, Valéria e Ronaldo pelas horas de estudo;

A todos meus colegas de mestrado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências;

A UnB e aos Institutos de Química e Física que me acolheram e possibilitaram minha formação desde a graduação até o mestrado;

Ao Júnior pela disposição em me ajudar nos trâmites administrativos junto ao Programa;

Agradeço MUITO a todos,

Renata Lacerda Caldas Martins

*“A facilitação da aprendizagem é
a própria finalidade do ensino”.*
David Ausubel

RESUMO

Neste trabalho utilizamos a estratégia de mapas conceituais no estudo da física como atividade complementar às aulas expositivas e demonstrativas, visando a aprendizagem significativa de Ondulatória, Acústica e Óptica no ensino médio. Para aplicação da estratégia, elaboramos “Mapas de Referência”, os quais não são propriamente os mapas conceituais propostos por Joseph Novak, mas que fornecem uma noção inicial para utilização dessa estratégia. Para isso nos baseamos nos três tipos de recursos didáticos propostos por Novak (1996) para a elaboração de atividades com mapas conceituais: 1) *Extração dos significados dos livros de texto*, 2) *Extração de significado de trabalhos de laboratório* e 3) *Preparação de trabalhos de exposições orais*. Nosso referencial teórico foi a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, a qual tem como premissa o ensino a partir do conhecimento prévio do aprendiz. A pesquisa foi desenvolvida com duas turmas de segundo ano do Centro de Ensino Paulo Freire, na cidade de Brasília/DF. Durante dois bimestres trabalhamos com vinte e cinco alunos em cada turma, tanto na turma experimental, a qual submetemos às atividades com mapas conceituais, quanto na turma de controle, a qual desenvolvemos métodos tradicionais, como: resenhas, resolução de problemas e exercícios formais de física. Para identificarmos as concepções dos alunos sobre os temas a serem estudados, aplicamos um teste de concepções alternativas, que nos possibilitou conhecer melhor o nível conceitual das turmas. A partir de uma análise qualitativa dos mapas elaborados pelos alunos foi possível identificar deficiências conceituais dos mesmos. Em nosso estudo, percebemos que os mapas conceituais elaborados pelos alunos no final do semestre foram qualitativamente superiores aos primeiros mapas, demonstrando maior facilidade dos alunos em expor organizadamente suas idéias, elaborar proposições e conclusões. Os resultados quantitativos também apontam para uma melhoria estatisticamente significativa no desempenho dos alunos

do grupo experimental, quando comparado aos estudantes da turma de controle. A aprovação em utilizar essa estratégia foi comprovada pelo questionário que aplicamos ao final da pesquisa. Os diversos textos produzidos sobre os mapas conceituais e sua utilização, os exemplos de mapas elaborados, por nós e pelos alunos, sobre ondulatória, acústica e óptica, bem como os testes e questionários aplicados nesta pesquisa fazem parte dessa dissertação como um produto educacional a ser utilizado por professores e alunos.

Palavras-chave: mapas conceituais, ensino de Física, estratégias.

ABSTRACT

In this assignment we used conceptual maps strategy in the study physics as complementary activity to class input and demonstrations, aiming at the significant learning of Wave, Acoustics and Optics in secondary education. For application of the strategy, we elaborate "Reference Maps", which are not properly the maps proposed by Joseph Novak, but supply an initial notion for the utilization of that strategy. For this we refer to three kinds of educational resources proposed by Novak for the elaboration of activities with conceptual maps: 1) Extraction of meanings from textbooks, 2) laboratory works meaning extraction and 3) oral expositions works preparation. Our theoretical reference was the theory of the significant learning of David Ausubel, premise of which is the prior knowledge of the learner. This study was developed with two groups of second year of the Center of Education Paulo Freire, in the city of Brasilia Federal District. We worked for two bimesters with twenty-five students, in the experimental group, to which were submitted activities with conceptual maps, and in the control group, to which we developed traditional approaches, like: reviews, problems solving and formal exercises of physics. To identify the conceptions that the students had about the subjects studied we applied a test of alternative conceptions, which gave us tools to identify the best the conceptual level among the groups. Our qualitative analysis shows that it is possible to identify the conceptual deficiencies of the student by means of the map he had elaborated. The conceptual maps elaborated by the students at the end of the semester were qualitatively superior to the first maps, showing bigger facility of the students in exposing their ideas in an organized manner, elaborate propositions and conclusions. The quantitative results also suggest a statistically significant improvement in the performance of the students of the experimental group, when compared to the students of the control group. The approval in utilization of the strategy was verified by the questionnaire

applied at the end of the research. The diverse texts produced about the conceptual maps and their use, the examples of the maps elaborated by us and by the students, about waves, acoustics and optics, as well as the tests and questionnaires applied in this research are part of that dissertation as an educational product to be utilized by professors and students.

Keywords: conceptual maps, teaching of Physics, strategies

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DA LITERATURA	20
3. REFERENCIAL TEÓRICO	28
3.1. Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: comentários e idéias fundamentais	28
3.2. Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa	31
3.3. Estratégia instrucional e concepções alternativas	33
3.4. A estratégia de mapas conceituais	38
3.5. Análise quantitativa versus Análise qualitativa.....	42
4. METODOLOGIA	44
4.1. Delimitação da amostra	44
4.2. Determinação do contexto	45
4.3. Estruturação do conteúdo a ser abordado.....	46
4.4. Cronograma da pesquisa	47
4.5. Descrição das atividades.....	47
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS	54
5.1. Definindo critérios para a análise qualitativa	55
5.2. Descrição da análise das atividades realizadas pela turma experimental	57
5.3. Análise qualitativa dos mapas construídos	59
5.3.1. Grupo 1.....	59
5.3.2. Grupo 2.....	79
5.3.3. Grupo 3.....	97
5.3.4. Grupo 4.....	118
5.3.5. Grupo 5.....	133

5.4. Análise dos questionários.....	151
5.5. Análise dos dados obtidos no teste das concepções alternativas.....	155
5.6. Análise comparativa do desenvolvimento do aluno nas avaliações padrões da escola	165
5.7. Limitações da Pesquisa (dificuldades apresentadas)	170
6. CONCLUSÕES	171
7. MATERIAL PRODUZIDO	175
8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	176
9. APÊNDICES	179
Apêndice A – Questionário.....	179
Apêndice B – Teste das concepções alternativas sobre ondulatória	180
Apêndice C – Teste das concepções alternativas sobre óptica	184
ANEXO – Mapas construídos pelos alunos na Atividade 1	187

1. INTRODUÇÃO

É constante na área educacional a discussão de métodos ou técnicas que buscam a melhoria do ensino para uma aprendizagem de qualidade. Maneiras de se conseguir um ensino de qualidade, que seja mais eficaz para quem aprende. Mas, o que é um ensino de qualidade ou um ensino eficaz? E como melhorá-lo?

Em torno dessa e de outras questões que buscamos construir nossa hipótese de pesquisa. Entendemos que o ensino de uma forma geral acontece por meio de interações, métodos, técnicas e estratégias utilizadas com a finalidade de se facilitar a aprendizagem do aluno e de se obter uma aprendizagem significativa.

A busca por caminhos que apontem resultados satisfatórios no processo de ensino-aprendizagem tem demonstrado que o “fracasso” na aprendizagem é uma forma de denunciar que os métodos, as estratégias, os recursos, e outros aspectos do ensino não têm sido eficazes para se alcançar uma aprendizagem significativa. Como estudioso da psicologia educacional e do processo de aprendizagem, David Ausubel, argumenta na citação a seguir, que a aprendizagem é a medida que o professor tem para avaliar se o método de ensino empregado foi eficaz:

A facilitação da aprendizagem é a própria finalidade do ensino. O ato de ensinar não se encerra em si mesmo, pois a finalidade do ensino é o aprendizado por parte do aluno; muito embora o insucesso na aprendizagem dos alunos não indique necessariamente a competência do professor, o produto da aprendizagem é ainda a única medida possível para se avaliar o mérito do ensino. (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980)

No Brasil, a Educação passou por um crescente processo evolutivo no sentido de buscar soluções para os problemas enfrentados pelos alunos desde que se conseguiu observá-los, ao se instituírem as primeiras escolas de ensino regular com a fundação do Colégio Pedro II, em 2 de dezembro de 1837.

Os educadores começaram a se preocupar com meios inovadores de ensinar, os quais tinham como objetivo principal a busca de estratégias para alcançar a aprendizagem eficaz do aluno. Segundo Krasilchik (1981), enfoques como Ciência Tecnologia e Sociedade e História, Filosofia e Sociedade, foram bastante difundidos por terem a aprendizagem centrada em eventos e por serem multifacetados, isto é, estratégias que buscavam abordagens interdisciplinares e interativas.

A mais recente proposta brasileira de mudança no ensino foi apresentada em 2002, com o lançamento dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN – (Brasil, 2002), pelo Ministério da Educação - MEC. Nele é proposto, dentre outros, que o ensino de Física saia do tradicional “quadro-e-giz” e busque novas estratégias, as quais envolvam os alunos nas aulas de Física e facilitem o aprendizado dos conceitos envolvidos. “Discutir estratégias não deve, confundir-se com a prescrição de técnicas a serem desenvolvidas em sala de aula”. (BRASIL, 2002, p. 81). É enfatizado o uso de novas metodologias que busquem dinamizar, facilitar e motivar as aulas ministradas visando à melhoria na qualidade do ensino e nos resultados de aprendizagem.

A presente investigação foi motivada por esses e outros desafios propostos durante a evolução das discussões sobre melhoria no ensino e facilitação da aprendizagem, obtidas nas aulas, leituras e consultas realizadas nessa área. Buscar alternativas metodológicas para minimizar o problema do alto índice de reprovação e de evasão escolar e, conseqüentemente, contribuir com o docente por meio de novas técnicas de ensino que o auxiliem em sua prática diária.

Desde muito, o ser humano vem utilizando técnicas cada vez mais aperfeiçoadas para transmitir eficazmente seus conhecimentos. Com a técnica que formulava questões seqüenciais, hoje conhecidas como questionamento socrático, Moreira (1983) salienta que o

renomado filósofo Sócrates também objetivava extrair o conhecimento que ele acreditava estar na mente de todas as pessoas, fossem elas escravas ou imperadores.

Entretanto, como enfatizado nos PCN, as estratégias não devem ser utilizadas como simples técnicas de ensino. Ao utilizar uma estratégia é preciso se integrar ao sistema escolar e acima de tudo conhecer o “cliente” principal de estudo que é o aluno. Muitos professores têm se frustrado ao introduzir novas estratégias em suas aulas, porque, simplesmente não buscaram conhecer o contexto da turma. Aplicam técnicas que não “dizem nada” à realidade do aluno e facilmente culpam os mesmos por não se interessarem pelas aulas.

O que se têm observado é que os alunos não sabem *por quê* precisam aprender física e muito menos *em quê* ela vai ajudá-lo em sua vida cotidiana ou profissional. Não conseguem fazer nenhum tipo de ligação entre o que se ensina em sala de aula e as situações em que vivem no dia a dia. Na maioria dos casos, a disciplina é cursada com um objetivo pontual: conseguir nota para passar de ano e terminar o ensino médio. Para nada mais!

É muito fácil constatar esta realidade. Basta perguntar a alguém que já concluiu o ensino médio, em *quê* o estudo da física contribuiu para sua formação profissional, ou para sua vida como um todo? E geralmente a resposta que se obtém é: Quase nada!

Como uma forma de contribuir com o processo de mudança, esta pesquisa pretende preencher lacunas existentes sobre a aplicação de instrumentos que, de posse das concepções prévias dos alunos, facilitem a aprendizagem de alunos e também o trabalho de professores da área de física.

Acreditamos que a substituição de aulas tradicionais de física por aulas que se utilizem de uma estratégia diferenciada como os mapas conceituais, poderá contribuir como meio facilitador de aprendizagem.

O termo “facilitador” será aqui usado no sentido de facilitar a compreensão, contribuir, estabelecer relações favoráveis à compreensão, e não no sentido de tornar simples ou simplificar.

Entendemos também que o professor deve se preocupar com aspectos sócio-educativos como: conhecer o aluno, seu mundo, o que ele gosta e sente prazer em fazer dentro do contexto educacional, para assim adaptarmos nossas ações (estratégias de ensino) à realidade dele. E é exatamente o que Ausubel afirma na citação que se segue:

A motivação, embora não indispensável à aprendizagem limitada a curto prazo, é absolutamente necessária para o tipo de aprendizagem continuada envolvida na tarefa de dominar o tema de uma dada disciplina. Seus efeitos são amplamente mediados através de variáveis intervenientes tais como focalização da atenção, persistência e crescente tolerância à frustração (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980).

Fundamentada nos resultados das pesquisas de Novak e Gowin (1996) e Moreira (1983, 1987, 1988 e 1997), a presente investigação foi planejada e aplicada no Centro de Ensino Paulo Freire, situado à SGAN 610, Módulo A, na cidade de Brasília, onde foi inserida, no contexto das aulas de física, a estratégia de mapas conceituais.

O uso dessa estratégia busca reproduzir, por meio da elaboração do mapa conceitual, o conhecimento existente na estrutura cognitiva do aluno. Ao ser elaborado, o mapa facilita o processo de organização e estruturação das idéias ou conceitos do material de ensino.

Mais precisamente, o objetivo da investigação foi o de analisar as potencialidades dos mapas conceituais como instrumentos não convencionais de ensino, a fim de facilitar a evolução, organização e estruturação conceitual na estrutura cognitiva do aluno.

Foi constatado após o levantamento bibliográfico da presente investigação, que no Brasil não existem muitas pesquisas sobre a utilização de mapas conceituais, apesar de ser um instrumento, segundo Novak e Gowin (1996, p. 31), facilitador da aprendizagem.

Notou-se, em pesquisas analisadas como Guerra (1983), Gobara e Moreira (1986), Moreira (1983), López (1991) e outras, que os estudos realizados sobre mapas conceituais apresentam características em comum. A maioria aponta como dificuldade inicial o levantamento das concepções alternativas dos alunos. Todos são unânimes em enfatizar a necessidade de se dar mais atenção às concepções alternativas dos alunos, tanto por parte dos livros didáticos como pelos próprios professores.

Na citação a seguir, Harres (1993) afirma que o aluno traz consigo concepções que lhe foram sugeridas em seu cotidiano. Ele não chega “vazio” de conhecimento:

O aluno não pode ser considerado uma tábula rasa. Ele chega à sala com suas concepções sobre os fenômenos que observa. E os livros didáticos de Ciências ainda não se deram conta da importância de se focar as concepções alternativas antes de se focar os conceitos propostos como científicos. (HARRES, 1993)

Com esta preocupação, inicialmente verificamos quais as concepções os alunos pesquisados (25 alunos da turma experimental e 25 da turma de controle) tinham sobre os conceitos introdutórios de Ondulatória (1º bimestre) e de Óptica (2º bimestre). Por meio de um teste das concepções alternativas, procuramos abordar tópicos de Ondulatória, Acústica e de Óptica que seriam estudados posteriormente.

Promovemos construções de mapas conceituais nas aulas de física com a finalidade de procurar evidências da aprendizagem dos conceitos, verificar e avaliar a eficácia da utilização desses mapas na facilitação da aprendizagem significativa.

Além dessa medida, procuramos verificar também a aprendizagem dos conceitos estudados por meio da comparação entre as turmas experimental e controle nas menções obtidas na avaliação formal dada pela docente da turma. Dos resultados obtidos, pôde-se aferir um percentual de aprendizado dos conceitos estudados por ambas as turmas em relação ao início do semestre.

Durante todo o semestre, na turma experimental, trabalhamos o uso de mapas conceituais nos tópicos estudados de Física. Na turma de controle, utilizamos estratégias diferenciadas como resumos, discussão, resolução de exercícios, e outros.

Nosso papel como pesquisadora foi de interventora durante todo o trabalho, ou seja, as aulas expositivas e quaisquer outras atividades desenvolvidas nas turmas ficaram sob a responsabilidade da docente efetiva da escola. Reconhecemos neste aspecto uma dificuldade a mais a ser transposta.

É bem verdade que ainda há muito que se falar sobre as aplicações dos mapas conceituais como, por exemplo, sua aplicação como instrumentos de avaliação e de análise curricular. Neste trabalho, porém, analisamos apenas sua utilização como instrumento didático para o ensino e sua facilitação no processo de aprendizagem dos conceitos físicos. Embora sejam utilizados também mapas conceituais como instrumento de avaliação da aprendizagem, os mesmos não serão objetos de análise no que se refere à eficácia ou à aplicabilidade quanto instrumento avaliador.

Nosso trabalho consistiu também na produção de um material de apoio composto de textos explicativos, exemplos e exercícios utilizando a estratégia de mapas conceituais. Este material poderá ser utilizado por professores de física e de outras disciplinas em atividades em classe para complementar, enfatizar e resumir as idéias desenvolvidas em sala, atuando assim, como um facilitador no processo de aprendizagem dos alunos e na prática diária do docente. Poderá, ainda, servir como fonte de consulta para alunos que queiram aprender sobre esta estratégia.

No capítulo dois, apresentamos uma revisão da literatura ressaltando a importância das estratégias de ensino no processo de aprendizagem do aluno. Tratamos especificamente do uso da estratégia de ensino Mapas Conceituais, desde as primeiras idéias até às diversas aplicações na Educação.

No capítulo três tratamos da fundamentação teórica que norteou nosso trabalho.

No capítulo quatro desenvolvemos a metodologia aplicada na pesquisa e no capítulo cinco analisamos e discutimos os resultados alcançados, expondo as dificuldades e sugestões para futuras aplicações.

No sexto capítulo apresentamos os comentários finais e conclusões e no sétimo capítulo explicamos o material de apoio como produto educacional produzido por meio da pesquisa. Nos apêndices estão os testes, e os questionários aplicados e no anexo alguns mapas conceituais elaborados pelos alunos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresentamos o levantamento bibliográfico, referente aos últimos vinte anos, nos periódicos da literatura científica sobre a utilização de mapas conceituais como estratégia instrucional em sala de aula. Usamos como fonte para essa pesquisa os periódicos, dissertações e teses disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Ensino e Pesquisa (INEP) do MEC, revistas científicas mensais/trimestrais, como a Revista Brasileira de Ensino de Física (antigo Caderno Catarinense de Ensino de Física), Revista Ensaio, Revista de Educação Científica, Revista Química Nova, Revista Enseñanza, Revista Ciência e Cultura, dentre outras, sítios virtuais e livros.

De maneira geral, encontramos um número razoável de publicações sobre o assunto, os quais foram úteis na definição, planejamento e desenvolvimento de nossa pesquisa. Apresentaremos, resumidamente alguns dados e comentários relevantes ao nosso tema.

No trabalho de González García (1992) encontramos um rigoroso apanhado teórico sobre os mapas conceituais como instrumentos para a investigação em didática das ciências experimentais. O autor cita várias pesquisas que validam empiricamente a eficácia dos mapas conceituais como instrumentos de melhoria do ensino/aprendizagem de ciências.

Cardemone (1975 *apud* González García, 1992) observa que os alunos de *College* (de 1º ano no curso de matemática) não só obtiveram melhores resultados nos testes de solução de problemas como aumentaram a confiança em sua habilidade para a matemática.

Álvarez e Risco (1977 *apud* González García, 1992) utilizaram a estratégia de mapas conceituais com crianças no ensino fundamental e obtiveram êxito nos resultados da avaliação da aprendizagem. Segundo eles, as crianças foram despertadas para a criatividade, demonstrando grande interesse em expor suas idéias durante a elaboração dos mapas.

Bogden (1977 *apud* González García, 1992), apesar de afirmar que os mapas conceituais elaborados pelo professor de genética de *College* não tinham um valor significativo na aprendizagem dos alunos, observa que estes mesmos alunos ao tentarem construir seus próprios mapas conceituais sobre o assunto introduzem algumas modificações muito úteis, demonstrando a eficácia da estratégia. Este estudo evidenciou que os alunos devem construir seus próprios mapas conceituais, demonstrando ligações por meio de palavras conectoras e conceitos hierarquizados. Evitar a elaboração de diagramas de fluxo que apresentam seqüências de acontecimentos ao invés de relações superordenadas e subordinadas entre os conceitos.

A estratégia de mapas conceituais é enfatizada como recurso para planejamento curricular e instrucional por Stewart, Van Kirk e Rowell (1979 *apud* González García, 1992). Já no início da década de oitenta, as primeiras propostas de utilização de mapas conceituais no ensino brasileiro como instrumento de ensino-aprendizagem, avaliação e planejamento curricular, foram preconizadas por Moreira (1980 *apud* González García, 1992), em seus trabalhos sobre o tema.

Buchweitz (1981 *apud* González García, 1992) observa progressos significativos na aprendizagem dos alunos nos anos seguintes ao desenvolvimento e utilização de mapas conceituais para cada experiência de laboratório no curso de física sobre eletricidade e magnetismo. Herby-Robb e Kahle (1982; 1984 *apud* González García, 1992), demonstram que alunos com aprendizagem lenta se concentram mais nas tarefas de trabalho de laboratório e são mais eficientes quando se utiliza a estratégia metacognitiva de mapas conceituais.

Em pesquisa com alunos de escolas secundárias Novak, Gowin e Johansen (1983 *apud* González García, 1992) concluem que os alunos (de qualquer nível de habilidade medido por testes de instrução) podem aprender a utilizar os mapas conceituais, juntamente com os programas existentes em Ciências.

Gobara e Moreira (1986) investigaram as potencialidades do uso de mapas conceituais como recurso didático no ensino da física, realizando experimento com duas turmas no curso de eletricidade e magnetismo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Neste trabalho obtiveram respostas favoráveis dos alunos quanto a utilização da estratégia e observaram uma evolução significativa no traçado dos mapas conceituais do início para o meio do curso, sugerindo para os pesquisadores, a ocorrência de aprendizagem significativa.

González García (1992) relata que do ano de 1984 a 1988 pesquisas foram desenvolvidas sobre mapas conceituais aliados a diversas atividades, como: atividades de laboratório por Robertson (1984 *apud* González García, 1992), ou atividades que utilizavam o computador por Kinneas, Gleeson e Comerford (1985 *apud* González García, 1992), atividades que usavam os mapas como instrumento de avaliação, implementadas por Fraser, Edwards; Fuatai (1985; 1986 *apud* González García, 1992), como instrumento de ensino, aplicadas por Moreira (1988 *apud* González García, 1992), dentre outras.

López Rupérez (1991) analisa a influência da construção de mapas conceituais sobre a estrutura cognitiva em estudantes de física, por meio de um levantamento das diversas aplicações dessa estratégia. Conclui que a construção do mapa conceitual pelos alunos, dá uma revisão geral do tema estudado, contudo não entende que essa revisão influencie significativamente nos aspectos associativos da estrutura conceitual do indivíduo. Argumenta também que a construção do mapa pode melhorar uma mesma estrutura proposicional ou de significado sem, contudo, alterar positivamente uma mesma estrutura associativa de conceitos. Ou seja, o uso de mapas conceituais parece acrescentar pouco ao processo de aprendizagem no que diz respeito a sua influência sobre os aspectos associativos da estrutura conceitual.

Desde a década de setenta, Novak (1975 *apud* González García, 1992) tem pesquisado a utilização dos mapas conceituais com o objetivo de promover a aprendizagem significativa.

Para ele, um conhecimento que temos de uma área determinada consiste na construção de conceitos daquela área em um sistema coerente e ordenado. E este sistema pode ser simbolizado mediante a elaboração de mapas conceituais.

Nas escolas é frequente que os alunos memorizem os conceitos mecanicamente. E afirma Ausubel et al. (1978 *apud* González García, 1992) em sua teoria da aprendizagem significativa, os alunos chegam a acreditar que a memorização da informação é a única forma de aprender. E o professor, mesmo desejando reverter essa “crença”, freqüentemente se vê impotente para conseguir alcançar a aprendizagem significativa. O uso dos mapas conceituais pode tentar reverter essa visão distorcida de aprendizagem, promovendo uma construção ordenada do conhecimento (NOVAK, 1985 *apud* González García, 1992).

González (1992) também destaca alguns estudos sobre o uso de mapas conceituais, desenvolvidos nas décadas de oitenta e noventa, os quais envolveram temas pontuais, como: Brody, Chipman e Scott (1989 *apud* González García, 1992) estudam “A chuva ácida”; Brody e Koch; Brunsted; Heize-Fry e Novak (1989; 1990; 1990 *apud* González García, 1992), investigam os mapas conceituais como instrumento facilitador da aprendizagem significativa.

Yaakobi (1990 *apud* González García, 1992) apresenta um estudo sobre uma alternativa curricular educativa para Israel, desenvolvida por meio de uma organização psicológica em vez de lógica que, segundo a autora, foi influenciada pelos mapas conceituais.

Castiñeiras et. al. (1996) estudam a natureza corpuscular da matéria, com relação aos conceitos de calor e temperatura, por meio de um estudo transversal com mapas conceituais e concluem que cada mapa elaborado (pelos alunos) é um instrumento muito útil para investigação do conhecimento e de organização do conhecimento e que apresentam rica e detalhada visão sobre a aprendizagem significativa, resultante da instrução, bem como fornecem um *feed-back* para se melhorar o ensino.

Encontramos também trabalhos que relatam pesquisas sobre a eficiência dos mapas conceituais utilizados com o auxílio do computador no ensino à distância. Algumas considerações acerca da estruturação e construção de um mapa conceitual aplicado ao ensino à distância são feitas por Gaines e Shaw; Kawasaki (1995; 1996, *apud* Ferreira, 1998). Também os autores White e Gunstone (1997 *apud* Ferreira, 1998) propõem uma seqüência de etapas que auxiliam a construção de um mapa conceitual.

Gangoso (1997) trabalhou os mapas conceituais como estratégia para a melhoria do conhecimento conceitual e da eficiência na resolução de problemas em Física. Essa pesquisadora decidiu utilizar os mapas conceituais por se tratar de um recurso aplicável em qualquer contexto social, que não necessita de equipamentos sofisticados, nem de instalações especiais; e por ser um diagrama de conceitos hierarquicamente organizado, que tenta refletir a organização conceitual de uma disciplina, ou de qualquer outra área de conhecimento. Ela concluiu que o mapa conceitual como estratégia isolada não produziu mudança na performance de resolução de problemas matemáticos. Para ela, devem-se contextualizar os problemas na introdução dos conceitos, levando em conta o conhecimento prévio dos alunos. Não observou relação entre mapas conceituais e a resolução de problemas (problema, definido como meros exercícios matemáticos), uma vez que estes últimos, segundo a autora, parecem favorecer a aprendizagem mecânica e não a significativa.

Uma proposta de uso dos mapas conceituais para um paradigma construtivista da formação de professores à distância foi desenvolvida por Cañas, Fagundes e Dutra (2001). Eles analisam as relações entre conceitos estabelecidas pelos professores por meio das frases de ligação nos mapas.

Neste trabalho Safayeni et al (2003 *apud* Cañas, Fagundes e Dutra, 2001) afirma que a maioria dos estudos sobre mapas conceituais compara os mesmos como organizadores de conhecimento em relação a outros tipos de representação tais como textos, hipertextos etc. E J

Costamagna (2001) avalia a aplicação da estratégia de mapas conceituais como expressão de processos de inter-relação para a evolução do conhecimento de alunos universitários e analisa as hierarquias entre os conceitos e o processo progressivo de construção dos mapas conceituais dos alunos, tendo como fundamento a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Os resultados obtidos confirmam a melhoria na aprendizagem foi fruto da instrução e da utilização da estratégia de mapas conceituais. Os mapas construídos permitiram avaliar a evolução do conhecimento dos alunos constituindo uma expressão gráfica dos processos de inter-relação.

Para a autora, a análise quantitativa dos mapas conceituais deve ser sempre complementada pela análise qualitativa no processo de avaliação. Concluiu, que os mesmos permitem ao professor discriminar se o rendimento resultante dos alunos provém de níveis de compreensão significativa ou de aprendizagem memorística.

Uma utilização mais recente dessa estratégia trata da construção de mapas conceituais por meio do software *CMap Tools* aplicados na educação à distância por Amoretti (2001). Os mapas conceituais são definidos como redes semânticas, ou seja, representações espaciais dos conceitos e de suas relações.

O software *Cmap Tools*, utilizado por Sakaguti (2004) foi criado sob a supervisão do Dr. Alberto Cañas, do *Institute for Human and Machine Cognition – IHMC – da University of West Florida – UW*. É um conjunto de ferramentas com objetivo de proporcionar ambientes colaborativos de aprendizagem ou de elaboração de conhecimento.

Partem do pressuposto de que os mapas conceituais podem ser criados utilizando-se predominantemente os conhecimentos declarativos, entendidos como a maneira pela qual pensamos os objetos, eventos e idéias ou os procedimentais, que é o que sabemos sobre como fazer algo; e de que os mapas conceituais procuram intencionalmente elementos na memória e buscam realizar conscientemente o processo natural e espontâneo da categorização.

Conceição e Valadares (2002) realizaram um estudo sobre mapas conceituais progressivos como suporte de uma estratégia construtivista de aprendizagem de conceitos da Mecânica. Por meio dos mapas conceituais construídos analisavam o conteúdo, acompanhando e classificando a evolução conceitual dos alunos. Verificaram que os mapas conceituais construídos pelos alunos selecionavam o conceito mais geral e abrangente corretamente, revelavam estrutura não-linear, ou seja, dendrítica (em forma de árvore) e poucos mapas apresentavam palavras de ligação e quando apresentavam eram muito repetitivas. Foi observada a evolução conceitual e identificadas dificuldades no estabelecimento de ligações cruzadas ou transversais. Em comparação com os diversos instrumentos de pesquisa utilizados pelos autores, a aplicação da estratégia centrados na utilização de mapas de conceitos revelou-se eficaz não só ao nível cognitivo, mas também na promoção de atitudes favoráveis à aprendizagem dos conceitos de Mecânica do 9º ano de escolaridade (1º ano do ensino médio).

Recentemente Almeida, Souza e Urenda (2004) desenvolveram um estudo utilizando mapas conceituais como instrumento de avaliação com alunos do curso de Licenciatura em Física na disciplina Estrutura da Matéria I e II (a qual aborda tópicos introdutórios de Física Quântica) da Faculdade de Ciências/Unesp/Bauru. Os autores utilizaram os critérios classificatórios propostos por Novak e Gowin (1996) para a construção de uma escala de pontuação, com a finalidade de se analisar qualitativamente os mapas construídos durante a pesquisa, programada para dois dias.

Depois de aplicada a estratégia, alguns mapas foram remodelados para facilitar a interpretação e melhorar a visualização dos critérios, relações, hierarquia e ligações transversais. A remodelação objetiva organizar os conceitos hierarquicamente de acordo com a distribuição original do aluno, isto é, seguindo a ordem de ligação representada por ele.

Almeida, Souza e Urenda (2004) concluem que a metade dos alunos não alcançou as representações conceituais para o efeito fotoelétrico; e a outra metade conseguiu assimilar o conteúdo de modo significativo, uma vez que através da organização conceitual, demonstraram saber relacionar uma quantidade razoável de conceitos envolvidos no fenômeno, de forma significativa.

Verificamos com a leitura desse trabalho, que num pequeno espaço de tempo (dois dias) é praticamente impossível utilizar a estratégia de mapas conceituais. Por se tratar de uma estratégia que busca representar o conhecimento assimilado e retido na estrutura cognitiva do aluno, deve ser trabalhada durante um processo, no qual em cada nova abordagem o aluno possa demonstrar ou mapear seu novo conhecimento.

Pudemos perceber após essa revisão literária, que o mapa conceitual é um recurso aplicável em qualquer contexto social, e que não necessita de equipamentos sofisticados, nem de instalações especiais para sua utilização. E por ser um diagrama de conceitos hierarquicamente organizado, que tenta refletir a organização conceitual de uma disciplina, ou de qualquer outra área de conhecimento, facilita consideravelmente a aprendizagem significativa dos conceitos abordados.

Consideramos dificultada apenas a aplicação de mapas conceituais com o uso do computador, por ter que disponibilizar recursos adicionais para a compra e manutenção dos mesmos, geralmente não necessários para a aplicação dessa estratégia. Isso poderia ocasionar uma possível inviabilização da aplicação.

No próximo capítulo apresentamos o referencial teórico utilizado para nosso estudo sobre mapas conceituais, enfocando a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e suas aplicações segundo Novak.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: comentários e idéias fundamentais

A teoria de aprendizagem de Ausubel fundamenta teoricamente o estudo e aplicação de mapas conceituais. Esse teórico busca explicar o processo de aprendizagem segundo a ótica do cognitivismo. É descrito por Ausubel, Novak e Hanesian (1980), em linhas gerais, o que sucede quando o ser humano se situa e organiza em seu mundo, i.e., estuda o processo da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição.

Quando novas informações são assimiladas, por processos de diferenciação, elaboração e estabilidade, adquirindo significado para o indivíduo por meio da interação com conceitos já existentes na estrutura cognitiva, a aprendizagem é dita significativa (MOREIRA, 1997).

A teoria de Ausubel et al. (1980) está baseada na suposição de que as pessoas pensam com conceitos. Um conceito comunica o significado de alguma coisa, o que revela a importância desta teoria para a aprendizagem.

A *aprendizagem significativa* é um processo que envolve a interação da nova informação com uma estrutura específica de conhecimento, definida por Ausubel como *subsunção*¹. A *aprendizagem significativa* ocorre quando uma nova informação ancora-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Nessa ancoragem, Moreira (1997) esclarece que ocorre crescimento e modificação do conceito subsunção, que por sua vez pode ser um conceito abrangente e bem desenvolvido ou um conceito limitado e pouco desenvolvido .

¹ MOREIRA, M.A. op.cit. p. 17, 1997. A palavra “subsunção” não existe em português; trata-se de uma tentativa de adaptar a palavra inglesa “*subsumer*”. Seria mais ou menos equivalente a inseridor, facilitador ou subordinador.

A *aprendizagem mecânica*, por sua vez ocorre quando novas informações estabelecem pouca ou nenhuma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. A nova informação é armazenada de maneira arbitrária. O conhecimento adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos. Isto, segundo Moreira (1980a, p.4), às vezes é necessário, quando, por exemplo, um indivíduo adquire conhecimento numa área totalmente nova para ele ou quando os conceitos são adquiridos através do processo de formação de conceitos na estrutura cognitiva de crianças pequenas.

Na verdade, não há uma dicotomia entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa e sim um “*continuum*”; analogamente à aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta. Em ambos os casos, entende que a aprendizagem só será significativa se o conteúdo descoberto ou recebido ligar-se a conceitos subsunçores relevantes de forma não-arbitrária e não-literal (ibid, 1980a).

Todo o processo descrito até aqui o qual a nova informação adquire significado por meio da interação com subsunçores, reflete uma relação de subordinação do novo material relativamente à estrutura cognitiva preexistente, isto é, envolve a subsunção de conceitos e proposições potencialmente significativos sob idéias mais gerais e inclusivas já existente na estrutura cognitiva. Como a estrutura cognitiva, tende a uma organização hierárquica em relação ao nível de abstração, generalidade e inclusividade das idéias, o surgimento de novos significados conceituais reflete uma subordinação do novo conhecimento à estrutura cognitiva, o que ele chama de *aprendizagem subordinada* (ibid, 1980a, p.9).

A *aprendizagem subordinada* pode ser *derivativa* quando o material aprendido é entendido como um exemplo específico de um conceito ou como uma ilustração já estabelecida na estrutura cognitiva. Neste caso o significado do novo material emerge rápida e relativamente sem esforço, pois é derivável de um conceito mais inclusivo já existente. Como

exemplo, Moreira e Buchweitz (1987) argumentam que falar em campo de temperaturas, campo de pressões, campo de energias, poderia ser um caso de aprendizagem subordinada derivativa para alunos que tivessem bem claro e diferenciado em sua estrutura cognitiva o conceito de campo e, particularmente, o de *campo escalar*.

A aprendizagem onde o material é aprendido como uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de conceitos ou proposições previamente aprendidos é chamada de *aprendizagem subordinada correlativa*. É o que ocorre normalmente no processo pelo qual um novo conteúdo é aprendido. O novo significado é incorporado por interação com subsunçores mais inclusivos. Contudo, seu significado não está implícito e não pode ser representado por esses subsunçores, como é o caso da aprendizagem subordinada derivativa.

Moreira e Buchweitz (1987) exemplificam esse caso ao citar a identificação do campo produzido por um fluxo magnético variável como um campo elétrico *induzido*. Este novo conceito terá significado por meio da interação com o conceito de campo elétrico e não como um mero exemplo, uma vez que tem características próprias (não conservativo, suas linhas de força são fechadas), e ao mesmo tempo, modificará o conceito preexistente. Exemplos onde não são capazes de subordinar nenhum conceito: as relações entre massa e energia, calor e volume, oferta e procura, etc.

Resumidamente, na *aprendizagem subordinada derivativa* os atributos do conceito subsunçor não mudam, porém os novos exemplos podem ser reconhecidos como relevantes. Na *aprendizagem correlativa* os atributos subsunçores podem ser estendidos ou modificados no processo de subsunção (MOREIRA, 2000).

A *aprendizagem superordenada* ocorre quando um conceito ou proposição potencialmente significativo (mais geral e inclusivo do que os já estabelecidos) é adquirido a partir destes e passa a assimilá-los, isto é, à medida que ocorre a aprendizagem significativa, além da elaboração dos conceitos subsunçores é também possível a ocorrência de interações

entre esses conceitos, dando origem a outros mais abrangentes (surtem as ligações cruzadas ou transversais).

Este tipo de aprendizagem acontece durante um raciocínio indutivo, ou diante um material organizado indutivamente ou que envolva síntese de idéias. Para Ausubel et al. (1980 *apud* Moreira, 1980a, 2000), essa aquisição conceitual ocorre mais na aprendizagem conceitual do que na proposicional. Por exemplo, os conceitos de cão, gato ou leão, adquiridos por uma criança podem, mais tarde, serem subordinados ao conceito de mamífero. À medida que o conceito de mamífero for adquirido, os conceitos previamente aprendidos (cão, gato ou leão) se subordinam a ele numa relação superordenada.

Outro exemplo interessante é o da conservação da energia: à medida que fossem introduzidos casos específicos sobre este tema, só que envolvendo diferentes tipos de energia, o aluno poderia chegar ao conceito de conservação da energia como um todo e encarar cada exemplo como um caso particular. Nesse mesmo exemplo, se o subsunçor fosse somente a idéia de conservação da energia, poderia se destacar que: a) informação de que num certo processo um determinado tipo de energia se processa seria aprendido por *subordinação derivativa*; b) se a idéia de conservação de energia servisse de subsunçor para a aprendizagem da idéia de conservação da carga elétrica seria um caso de *subordinação correlativa*. Ou seja, um indivíduo pode estar aprendendo novos conceitos por *subordinação* e ao mesmo tempo fazer *superordenações* (MOREIRA, 2000).

3.2. Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa.

Segundo a teoria de David Ausubel et. al. (1980), estudada e difundida no Brasil por Moreira (1980a, 1983, 1997 e 2000) são dois os princípios necessários para que se ocorra a aprendizagem eficaz ou significativa:

- a) A *diferenciação progressiva*, princípio presente na *aprendizagem significativa subordinada*. As idéias e conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo da matéria de ensino devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e especificidade baseado nas hipóteses:
- i) É menos difícil para o ser humano captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas;
 - ii) A organização do conteúdo de um corpo de conhecimento na mente de um indivíduo é uma estrutura hierárquica onde as idéias mais inclusivas estão no topo da estrutura e, progressivamente, incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados. Se a estrutura cognitiva é organizada hierarquicamente e a aquisição do conhecimento menos difícil de obter com a diferenciação progressiva, nada mais natural que programar a apresentação do conteúdo de maneira análoga, segundo Moreira (1980a e 2000).
- b) A *reconciliação integrativa* presente na *aprendizagem significativa superordenada* onde idéias estabelecidas na estrutura cognitiva podem ser reconhecidas ou relacionadas, reorganizando-se e adquirindo novos significados. O objetivo da instrução deve apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes.

A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são processos da dinâmica da estrutura cognitiva, mas estão sendo tratados como princípios programáticos instrucionais potencialmente facilitadores da aprendizagem significativa (MOREIRA, 1980a e 2000).

3.3. Estratégia instrucional e concepções alternativas.

Estratégias instrucionais são definidas como ações planejadas pelo professor para desenvolver o processo de instrução e possibilitar a mudança de comportamento do aluno em função dos objetivos a serem alcançados. Elas se referem ao *como* e o *quê* o professor utiliza para ensinar.

Torre (2002) salienta a importância de se valorizar as estratégias de ensino no processo de aprendizagem do aluno, afirmando que não existe uma única estratégia, mas estratégias específicas para cada situação:

A formação e a valorização de estratégias devem ser vistas como parte de um todo complexo nas relações e processos sociais, dentro dos quais aquelas têm lugar e contribuem para facilitar os resultados. (TORRE, 2002)

Não existem estratégias únicas para os problemas, mas cada situação requer um tratamento estratégico específico.

O conceito de estratégia está relacionado com se perseguir objetivos e programas implícitos na ação tradicional. [...] a estratégia comporta ações novas, afastando-se das condutas mecânicas e rotineiras. (ibid, 2002, p. 92)

Nesse caminho seguimos com nossa investigação. Optamos por utilizar a estratégia de mapas conceituais com a finalidade verificar o processo de facilitação da ação formativa, da capacitação e melhoria sociocognitiva. Ou seja, uma estratégia de ensino utilizada para delinear o ensino-aprendizagem, gerando práticas concretas para consegui-la.

Caniato (1997) constatou em suas pesquisas sobre aprendizagem que na maioria das vezes o que se “aproveita” é muito pouco. “O quase nada que fica do quase tudo que pensam ter aprendido”. Cita que “a educação é aquilo que fica, depois que a gente esqueceu tudo que nos ensinaram”. A esse respeito ele comenta uma feliz analogia entre a aquisição de conhecimento e o processo de nutrição:

Um alimento se torna de fato útil ao nosso organismo exatamente quando ele já desapareceu como alimento, ou seja, quando já se tornou nosso corpo, o que eu sou ou a energia que eu dispendo. A rigor, eu verifico o efeito do alimento, o qual depende também de meu metabolismo. O mesmo alimento pode ter efeitos diferentes: uns engordam mais que outros; os mesmos alimentos podem levar tempos diferentes para serem digeridos e assimilados, em diferentes organismos.

Semelhantemente, não basta que um alimento, digo conhecimento, seja bom e útil, mas apetitoso aos olhos e ao sabor para que seja “digerido” (assimilado). Aquilo que não é incorporado pelo corpo (não passa a ser parte DE NÓS), necessariamente será eliminado. (CANIATO, 1997)

Ao nosso ver, Ausubel et al. (1978 *apud* Moreira, 1980a), autor que fundamenta a presente investigação, de certa forma concordaria com a citação acima, quando enfatiza que uma aprendizagem significativa se constrói por meio da aquisição de novos significados.

A aprendizagem significativa exige tanto uma disposição para a aprendizagem como a apresentação ao aluno de material potencialmente significativo. Ou seja, o significado lógico do material se transforma em significado psicológico para o aprendiz. “E que o mais importante numa aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe” (MOREIRA, 1980a).

Foi Joseph D. Novak (1977, 1981 *apud* Moreira, 1980b, 1988) quem estendeu o âmbito da teoria de Ausubel. Enfatizou a troca de significados (pensar) e sentimentos entre o aprendiz e o professor por meio de uma teoria mais humanista.

Ausubel et al. (1978 *apud* Moreira, 1980b e 1997), de certa forma, também considera o lado afetivo da questão quando afirma que para explicitar a aprendizagem significativa não basta somente que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo, i.e., relacionável de forma não-arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva, mas que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar significativamente o novo material à estrutura cognitiva. Neste aspecto, o uso de estratégias facilitadoras de aprendizagem funcionaria como reforço à disposição desse aluno em aprender.

Agora, se a intenção do aprendiz for apenas a de memorizar de maneira arbitrária e literal a nova informação, seja ela potencialmente significativa ou não, a aprendizagem só poderá ser mecânica. Logo, a estratégia facilitadora não influenciaria no aprendizado. Esse foi o ponto mais desafiador e a principal dificuldade encontrada durante esta pesquisa (MOREIRA, 1997, 2000).

Novak (1978 *apud* Moreira, 1988, 1997) durante uma de suas pesquisas desenvolvidas nesta área, foi motivado pelos resultados desanimadores de estudos Linn (1996), Krajcik, Spetulniky e Zembal (1996), os quais utilizavam o computador como uma alternativa proveitosa para auxiliar estudantes em sua aprendizagem, a desenvolver e refinar o estudo sobre mapas conceituais como ferramenta para representar o conhecimento. Foi durante entrevistas clínicas com crianças, que o professor e pesquisador Novak (1978 *apud* Moreira, 1988, 1997) e seus colaboradores observaram a capacidade dos mapas conceituais em representar a organização conceitual de acordo com a estrutura cognitiva do indivíduo.

Após vários anos de pesquisa com alunos de pós-graduação da Universidade de Cornell, eles encontraram resultados extraordinários sobre a utilização de mapas conceituais como uma ferramenta poderosa na investigação das concepções dos alunos, pois estabelece uma comunicação com a estrutura cognitiva do aluno, realçando sua compreensão sobre determinado assunto.

Novak e Gowin (1996) sugerem estratégias para a introdução dos mapas conceituais que abrangem desde o nível fundamental até o universitário. Novak considera fundamental trabalhar com atividades prévias que auxiliem os alunos para as atividades de elaboração dos mapas conceituais.

As pesquisas de Hildebrant (1990), Harres (1993), Andrade (1995) e Corrêa (2003), que vêm sendo desenvolvidas tanto na área da Psicologia como na área da Educação e em várias áreas do ensino da Física, objetivam buscar soluções para o melhor aproveitamento do aluno. Algumas delas, como as que tratam das concepções que os alunos têm sobre determinado conteúdo, ou seja, suas concepções alternativas, serviram de base para compreender melhor as dificuldades encontradas pelos alunos durante o processo de aprendizagem. Depois de detectadas tais concepções, pode-se montar melhor um programa de estratégias facilitadoras para a aprendizagem significativa.

Já em 1920, Jean Piaget (1920 *apud* Hildebrandt, 1990) citava relatos de pesquisas sobre as concepções alternativas e sobre as estruturas de pensamento das crianças. Contudo, foram nas décadas de 70 e 80 que muitos estudos se desenvolveram nessa área, como Villani; Driver (1982; 1985 *apud* Hildebrandt, 1990).

Gilbert, Osborne e Fensham (1982 *apud* Hildebrandt, 1990) salientam que as concepções que os alunos trazem para dentro de sala de aula, também chamada de concepções alternativas, são concepções que se tornam convicções baseadas em fatos observados no dia a dia do aprendiz. Em seus artigos de pesquisas, os autores apontam três características das concepções alternativas: a) as concepções alternativas existem e, em geral, não correspondem às explicações e descrições que a Ciência faz hoje. Algumas delas ainda são muito semelhantes a determinadas concepções que, durante algum tempo, foram consideradas como corretas, explica Anderson e Karrquist (1983 *apud* Hildebrandt, 1990); b) as concepções alternativas são identificadas de modo semelhante nas mais diversas culturas, ou seja, existe uma transculturalidade de concepções alternativas e; c) existe uma grande resistência à mudança das concepções alternativas, segundo Driver (1985 *apud* Hildebrandt, 1990) e Moreira (1980b e 1997).

Novak e Gowin (1996), cientes de que os alunos trazem para dentro da sala de aula suas concepções alternativas, desenvolviam algumas atividades prévias em suas pesquisas com mapas conceituais, com o objetivo principal de promover a distinção entre conceitos e palavras de ligação ou palavras chaves. Nessas atividades, a palavra era definida como “rótulo” que servia para a representação dos conceitos, dos quais era respeitado o significado dado por cada indivíduo, de acordo com sua compreensão dos fatos. A partir daí, eram observadas as *regularidades* dos acontecimentos ou objetos daquelas que os caracterizavam, no caso dos nomes próprios. Era sugerido que os alunos construíssem frases curtas e identificassem os conceitos e as palavras de ligação.

Apesar do ser humano ter a capacidade de observar regularidades nos acontecimentos e objetos, eram enfatizadas as regularidades observadas a fim de promover a compreensão dos conceitos. Esta compreensão serviria de “ponte” para a aprendizagem de novos conceitos.

Após essa identificação dos conceitos e palavras de ligação, Novak e Gowin (ibid, 1996, p.49) sugerem uma seqüência de passos para a elaboração dos mapas conceituais:

1. Inicia com a identificação dos conceitos, pelos alunos, de um texto escolhido pelo professor;
2. Os conceitos principais poderão ser listados com a participação dos alunos e transferidos para o quadro;
3. Com esta lista de conceitos deve-se providenciar o rearranjo ordenado de cima para baixo, isto é, da maior à menor generalidade e inclusividade;
4. Deste ponto pode-se montar o mapa com os conceitos ordenados e com a ajuda dos alunos para a organização das ligações;
5. É de se esperar que os primeiros mapas apresentem má simetria e localização deficiente entre conceitos (conceitos distantes que pertencem a outros intimamente relacionados). Deve ser sugerida a possibilidade de serem refeitos.
6. Por meio de uma discussão com os alunos sobre o sistema de pontuação (sugerido por Novak) pode-se conjuntamente classificar o mapa construído. Forneça em seguida outros textos para que os alunos construam seus próprios mapas e os analisem;
7. Deixe algum tempo para que cada aluno apresente seu mapa, pois nele está inserida a interpretação dada ao assunto abordado. Isto reflete sua compreensão sobre os acontecimentos e objetos (NOVAK e GOWIN, 1996, p. 50; MOREIRA e MANSINI, 1982).

3.4. A estratégia de mapas conceituais.

Segundo Moreira (1980a), a estratégia de mapas conceituais tem sua origem na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel et al. (1980).

Novak e Mosanda (1991 *apud* Moreira, 1980a) afirmam que os mapas conceituais mostraram ser uma estratégia facilitadora que enfatiza conceitos e relações entre conceitos à luz de princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

A utilização de mapas conceituais é uma técnica de análise que pode ser usada para ilustrar a estrutura conceitual de um corpo de conhecimento. Os mapas são diagramas hierárquicos indicando os conceitos e as relações entre esses conceitos, os quais procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou parte de uma disciplina, de um livro, de um artigo, enfim, da estrutura cognitiva de um indivíduo sobre uma dada fonte de conhecimento (MOREIRA e BUCHWEITZ, 1987).

Segundo Ausubel et al. (1980 *apud* Moreira, 1980a), ao se programar uma instrução utilizando a técnica como, por exemplo, um mapa conceitual, deve-se procurar promover não só a diferenciação progressiva como também explorar explicitamente relações entre proposições e conceitos, evidenciar similaridades e diferenças significativas e reconciliar inconsistências reais ou aparentes, isto é, promover a reconciliação integrativa.

Moreira e Buchweitz (1987) afirmam que para se conseguir a reconciliação integrativa de maneira mais eficiente, a instrução deve ser organizada de tal forma que se “desça e suba” nas hierarquias conceituais à medida que a nova informação for apresentada.

Os mapas conceituais podem servir para o ensino, avaliação e análise do currículo. Sua construção é bastante flexível, isto é, não existem regras fixas a serem seguidas.

Buchweitz (1984) sugere alguns passos para a elaboração de um mapa conceitual. Inicia-se com a localização e listagem dos conceitos, depois se distribui os conceitos em duas dimensões, traçando as linhas que estabelecerão as relações e a natureza das relações entre os

conceitos. Finalmente, faz-se a revisão e a reconstrução final do mapa. É ainda possível, eventualmente, inserir equações, exemplos, teorias e outros a fim de aprimorar ou facilitar sua interpretação.

Como instrumento de ensino e avaliação, os mapas conceituais apresentam vantagens e desvantagens. Como vantagens, eles servem para enfatizar a estrutura de uma disciplina e o papel dos sistemas conceituais no seu desenvolvimento, servem para mostrar que os conceitos de certa disciplina diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade, apresentando certa hierarquia que facilitará a aprendizagem e a retenção e servirá para promover uma visão integrada do assunto e uma espécie de “listagem” do que foi abordado nos materiais instrucionais (MOREIRA e BUCHWEITZ, 1987, p. 41).

As desvantagens são observadas quando o mapa proposto não tem significado para os alunos, levando os mesmos a encarar a estratégia como algo mais a ser memorizado; também quando os mapas são confusos ou complexos, acabam por dificultar a aprendizagem e retenção de conceitos ao invés de facilitá-la. Por último, as habilidades dos alunos para construir suas próprias hierarquias podem ser inibidas quando eles recebem prontos os mapas propostos pelo professor, segundo sua própria percepção e preferência (ibid., 1987, p. 43).

As desvantagens apontadas acima podem ser contornadas explicando os mapas e sua finalidade, introduzindo-os quando os estudantes já tiverem alguma familiaridade com os conceitos e chamando a atenção para o fato de que um mapa conceitual pode ser traçado de várias maneiras. Ou seja, não existem regras fixas, pode-se mudar a construção à medida que novos conceitos vão sendo acrescentados. Por isso não são auto-explicáveis, i. e., não dispensam explicações de quem os fez. O mapa conceitual é um recurso que auxilia os professores na compreensão de como seus alunos pensam e organizam os conceitos que servirão de âncora à aprendizagem de um novo assunto. Paralelamente ele poderá mostrar ao

professor algumas deficiências conceituais ou conceitos alternativos presentes nas concepções de seus alunos (MOREIRA e BUCHWEITZ, 1987).

O professor que utilizar essa ferramenta como recurso instrucional deverá sempre ter compromisso com a clareza e completeza, evitando apresentar um mapa conceitual muito complexo, o que fatalmente trará muita dificuldade de interpretação pelos alunos MOREIRA, (1997).

Além destas características os mapas conceituais também podem ser utilizados na análise do currículo (ibid., 1987, p. 41). É possível construir um mapa que represente desde uma aula para uma dada disciplina até um curso inteiro. Assim, vê-se facilitada a compreensão de quem organiza o conteúdo curricular.

A estratégia de mapas conceituais é também chamada por Novak (1988 *apud* Moreira, 1999) de estratégia *metacognitiva*, pois habilita o indivíduo a encarregar-se de sua própria aprendizagem de maneira altamente significativa, isto é, para ele “O conhecimento deve ser adquirido pelo indivíduo e este conhecimento aprendido, influencia a aquisição de novo conhecimento”.

Segundo Novak (1988 *apud* Moreira, 1999), as estratégias *metacognitivas* incluem a *meta-aprendizagem* (aprender sobre aprendizagem significativa) e o *metaconhecimento* (aprender sobre a natureza do conhecimento). Uma abordagem *meta-cognitiva formal* intenta dar aos alunos maneiras de “como estudar” ou técnicas de racionalização do uso do tempo, de concentração de fazer testes ou de memorização. Já uma estratégia de *meta-aprendizagem* objetiva ajudar o aprendiz a entender o significado de que o que ele aprende é uma decorrência dos conceitos e relações conceituais que já tem.

Uma estratégia de *metaconhecimento* ajuda o aluno a aprender que os conceitos são construídos a partir de regularidades percebidas em objetos ou eventos e que usamos rótulos lingüísticos ou simbólicos para designar tais regularidades. Neste processo são envolvidos

princípios como a participação efetiva do aluno e a sua disposição em criar (NOVAK, 1988 *apud* Moreira, 1999).

Nesta perspectiva, a utilização dos mapas conceituais como *estratégia metacognitiva* evidencia, durante a fase de construção dos mapas pelos alunos, os rótulos de linguagem usados para construir conceitos e relações conceituais, a natureza hierárquica conceitual do conhecimento e a maneira de organizar sua estrutura cognitiva em padrões mais potentes e mais integrados, o que Novak e Gowin (1996) chamam de “aprender a aprender”.

Em estudo realizado com alunos universitários, Gangoso (1997) observou que mapas conceituais não é uma estratégia para ser usada mecanicamente, mas que é um modelo construtivista com ênfase na aprendizagem significativa. Nesse estudo ficou patente a potencialidade deste instrumento, uma vez que orientou o professor ao planejar mais claramente o material instrucional, facilitando o trabalho em grupo. Os alunos se familiarizam rapidamente com a técnica, contudo foi necessário inicialmente detectar seus conhecimentos prévios. Os alunos aprenderam a valorizar e a respeitar seu próprio trabalho, bem como o trabalho dos colegas.

Almeida, Souza e Urenda (2004) implementam quatro critérios principais que o professor pode utilizar para analisar e classificar um mapa conceitual, segundo as idéias propostas por Novak e Gowin (1996): proposições, hierarquia, ligações cruzadas ou transversais e exemplos.

A *análise das proposições ou relações entre conceitos* objetiva verificar se as palavras-chaves que ligam os dois conceitos reflete significados entre eles e se as relações são verdadeiras, ou seja, se têm validade.

A *hierarquia* deve ser o segundo critério observado. Neste é verificado a validade das relações entre os conceitos mais inclusivos ou mais gerais que devem estar posicionados hierarquicamente acima dos conceitos mais específicos ou subordinados.

O caráter de transversalidade é observado pelas *ligações cruzadas* ou *ligações transversais*. Estas ligam validamente segmentos horizontais opostos e representam maiores graus de compreensão quando são simultaneamente significativas e válidas, expressando sínteses entre grupos de proposições ou conceitos relacionados. Caso apresentem apenas um dos critérios (significativa ou válida) a pontuação deve ser menor.

Existe ainda a possibilidade de o aluno fazer uma ligação que seja criativa ou peculiar. Isto faz com que o mapa construído pelo aluno alcance uma pontuação maior que a estabelecida pelo mapa de referência, ou seja, maior que 100%. O fator criatividade deve ser ressaltado, pois expressa uma abordagem ou visão até então não obtida pelo professor que construiu o mapa de referência. Caso seja inusitada contribuirá sobremaneira com a qualidade do aprendizado.

E como último critério de análise os *exemplos*, que apesar de não serem conceitos (não representados em retângulos como os conceitos), representam acontecimentos ou objetos concretos.

Estes critérios propostos por Novak e Gowin (1996 *apud* Almeida, Souza e Urenda, 2004), servem como modelo para atribuição de valores aos mapas conceituais de acordo com a validade das representações e seu significado entre conceitos.

3.5. Análise quantitativa versus Análise qualitativa

Bicudo (2005) salienta que a ciência moderna (e aí incluímos o estudo da Física) almeja que o cientista seja um observador imparcial dos objetos, passíveis de serem observados por qualquer um, uma vez que é exterior à consciência e aos atos cognitivos de um sujeito. Esses valores levam a ciência moderna a ser definida como quantitativa, e em

nossos dias, ser quantitativa passa a ser o oposto de qualitativa. Segundo a autora, ambas as definições na dimensão de uma compreensão generalizada e ingênua.

A pesquisa qualitativa para Bicudo (ibid, 2005, p. 23) pode ser efetuada tanto segundo uma atitude natural como segundo uma atitude fenomenológica. Na primeira visão, valores como engajamento, participação, linguagem e intersubjetividade podem ser assumidos e colocados como relevantes de modo a constituírem dados da pesquisa. Na atitude fenomenológica, a pesquisa se fundamenta na participação e no engajamento. A linguagem é sempre expressão e comunicação do percebido, compreendido, articulado por sujeitos historicamente situados. Para Bicudo (ibid, 2005, p. 25), tanto numa como noutra visão, a linguagem carrega consigo modos de expressar e revela significados presentes à tradição de um povo, as características de uma cultura, a história de sua trajetória, portanto, deve ser considerada em investigações de cunho qualitativo.

Como salienta Moreira (1997) em sua discussão sobre o significado e a aprendizagem significativa, para Ausubel (1984 *apud* Moreira, 1997) é possível analisar qualitativamente o funcionamento cognitivo de um indivíduo por meio da linguagem e simbolização. “De fato, devido à linguagem e a simbolização (representação simbólica do conhecimento) é que as formas mais complexas do funcionamento cognitivo tornaram-se possíveis” (MOREIRA, 1997).

Procuramos dessa forma analisar os mapas conceituais produzidos nessa pesquisa, numa visão basicamente qualitativa, embora ao observar a necessidade de professores e alunos em pontuar seus mapas, resolvemos elaborar métodos de pontuações baseados na teoria cognitiva de Ausubel e Novak (1980).

No próximo capítulo apresentaremos os resultados obtidos e analisados conforme os critérios estabelecidos.

4. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Centro de Ensino Paulo Freire situado na Asa Norte do Plano Piloto, região central da cidade de Brasília/DF.

A escola pertence a rede pública de ensino, sob a direção da Secretaria de Educação do Distrito Federal e atua com o ensino médio (matutino e noturno), fundamental de 1^a à 8^a série (vespertino) e supletivo (noturno).

Como particularidade da escola, observamos que a mesma é dividida em salas ambientes. Isto é, cada professor atua somente na sala de sua disciplina e são os alunos que mudam de sala de uma aula para outra.

Além da sala ambiente de Física, a escola conta também com um laboratório de Física, que é pouco utilizado devido à falta de professor responsável pela área experimental. As experiências, em sua maioria simplificadas, são realizadas em sala de aula com o professor da turma.

Em nosso trabalho utilizamos os mapas conceituais como instrumentos, não convencionais de ensino, a fim verificar a facilitação na evolução, organização e estruturação dos conceitos de física na estrutura cognitiva do aluno.

4.1. Delimitação da amostra

Como na escola funcionam cinco turmas de segundo ano do ensino médio (2A, 2B, 2C, 2D e 2E), fizemos inicialmente um levantamento das características de cada turma durante duas semanas. Participamos de pelo menos três aulas em cada turma, a fim de escolhermos as duas turmas que pudessem se encaixar minimamente no padrão de interesse, comportamento, assiduidade e comprometimento com a pesquisa.

A maioria das turmas da escola era composta de 40 alunos em média. Optamos em trabalhar com as duas turmas menores, cerca de 25 alunos, pela praticidade no domínio de turma, uma vez que estaríamos como interventores durante o processo. Nessas turmas haviam de dois a três alunos portadores de alguma deficiência física, psico-motora e/ou psicológica. As turmas escolhidas foram: 2C, turma de controle e a 2D, turma experimental, onde aplicamos a estratégia de mapas conceituais.

Como salientamos, a escolha privilegiou as duas menores turmas pelo fato de facilitar o controle das variáveis: tempo para o desenvolvimento das atividades, controle da turma, motivação para a realização das tarefas, etc. Quanto menor a amostra, maior a facilidade de se controlar e de se observar os detalhes. E apesar de existirem alunos com deficiências (mencionadas anteriormente), as turmas menores eram, de modo geral, as mais disciplinadas, tanto no comportamento quanto na aprendizagem.

Para assegurar a equivalência das turmas escolhidas (2C e 2D) aplicamos um questionário sócio-cultural, a fim de verificar as similaridades entre ambas.

Dividimos aleatoriamente a turma experimental em cinco grupos fixos durante todo o desenvolvimento da pesquisa.

4.2. Determinação do contexto

Conforme comentado, após a escolha das turmas de controle e experimental, aplicamos, no primeiro encontro, um questionário com os seguintes objetivos: caracterizar o ambiente escolar da pesquisa, delimitar o contexto social dos alunos, identificar a realidade sócio-econômica, verificar a disponibilidade de tempo para os estudos, o grau de motivação dos alunos quanto ao ensino/aprendizagem de Física, etc.

4.3. Estruturação do conteúdo a ser abordado

Geralmente, nas escolas de Brasília, o conteúdo trabalhado no primeiro semestre nas turmas de 2º ano é a Termodinâmica. Entretanto, para acompanhar o Programa de Avaliação Seriada – PAS, a professora regente aborda primeiramente a parte de Ondas e Óptica.

Discutimos com a docente a forma de utilização dos mapas conceituais e como eles seriam inseridos nas aulas de física. Para não interferir na programação já estabelecida pela docente (regente), trabalhamos os mapas conceituais abordando o conteúdo de ondulatória e óptica.

Todos os mapas e atividades trabalhados nas turmas foram por nós (mestranda, orientadora e co-orientadora) elaborados e submetidos à análise e concordância do docente (regente da turma).

Como as duas turmas tinham cada uma três aulas de física por semana, divididas em duas aulas teóricas e uma prática (ou experimentais), estabelecemos, após reuniões de planejamento com a docente, que no primeiro semestre de 2005 se utilizaria uma aula por semana para a aplicação e desenvolvimento da estratégia de mapas conceituais.

O semestre foi planejado para abordar os seguintes tópicos:

- Primeiro bimestre: Ondulatória e Acústica
- Segundo bimestre: Óptica

O livro-texto adotado “Curso de Física” serviu de referência para as aulas de conteúdo, exercícios e experimentos Alvarenga e Máximo (1997)². O conteúdo foi abordado

² ALVARENGA, B. e MÁXIMO, A. *Curso de Física*. São Paulo: Editora Scipione, vol. II, 1997.

na Unidade 7, volume II – Ótica e Ondas (Reflexão da Luz, Refração da Luz e Movimento Ondulatório).

4.4. Cronograma da pesquisa

Seguindo o cronograma estabelecido, a pesquisa *in loco* teve a duração de um semestre (primeiro semestre de 2005). As aulas iniciaram em fevereiro de 2005, se estendendo até julho de 2005, na data da última avaliação do semestre. Foram ao todo dezoito encontros, divididos nos dois bimestres do primeiro semestre de 2005.

Tomamos como ponto de partida o dia em que se iniciou a observação da primeira turma (24/02/2005). Foram três dias de observação para a escolha das turmas a serem pesquisadas, uma de controle e uma experimental. Ao todo observamos cinco turmas de segundo ano do ensino médio (2A, 2B, 2C, 2D e 2E).

4.5. Descrição das atividades

Denominamos de turma experimental a turma (2C) composta de 25 alunos, a qual submetemos às atividades com mapas conceituais sempre após o estudo formal do conteúdo pela regente da turma.

Chamamos de turma de controle a turma (2D) composta de 25 alunos, a qual trabalhamos, sempre após o estudo formal do conteúdo pela regente, estratégias diferenciadas como resumos, discussão, resolução de exercícios e outros.

Seguimos a programação curricular estabelecida juntamente com a regente das turmas. Em duas aulas (geralmente de cinquenta minutos cada) a regente abordava o conteúdo curricular de maneira expositiva e/ou reflexiva. Na terceira aula (também de cinquenta

minutos cada) aplicávamos a estratégia definida para cada turma, objetivando sempre trabalhar a assimilação e a retenção de conceitos já estudados na aula anterior. Atuamos em ambas as turmas com o papel de interventora.

Dividimos nosso trabalho de pesquisa em três etapas. Na primeira etapa aplicamos um teste em cada turma (Apêndices B e C) para conhecer as concepções dos alunos sobre alguns conceitos básicos de ondulatória, acústica (no primeiro bimestre) e de óptica (no segundo bimestre). Testar o conhecimento do aluno previamente é um dos princípios estabelecidos por Ausubel para aprendizagem significativa. “E que o mais importante numa aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe” (AUSUBEL et al., 1978 *apud* Moreira, 1980a, 1997).

Aplicamos o questionário (Apêndice A) nessa mesma etapa com o objetivo de conhecer o contexto escolar dos alunos, a faixa etária, o tempo para estudo e interesse pelo estudo da Física. Segundo Ausubel (1978 *apud* Moreira, 1980), a aprendizagem significativa exige do aluno uma disposição para a aprender.

A segunda etapa foi o momento no qual aplicamos a estratégia de mapas conceituais com a finalidade de facilitar a assimilação e a retenção dos conceitos estudados na aula anterior. Esta etapa foi dividida em quatro fases.

Na primeira fase apresentamos aos alunos da turma experimental a estratégia de mapas conceituais, algumas justificativas para utilizá-los como ferramenta de ensino e as possíveis maneiras de se construir um mapa. Durante a explanação apresentamos alguns exemplos de mapas conceituais nas áreas de Física, Biologia e Literatura. Na turma de controle, apresentamos e exemplificamos as estratégias diferenciadas a serem trabalhadas.

Denominamos a segunda fase de “quebra-gelo”, pois foi idealizada com o objetivo de motivar o aluno ao aprendizado da estratégia. Por meio da apresentação da música “Aconchego”, de Dominginhos e Nando Cordel, interpretada pela cantora Elba Ramalho,

solicitamos aos alunos construíssem um mapa conceitual da letra musical, impressa e distribuída antes da apresentação.

1. A turma, nesse momento, foi dividida em cinco grupos (definidos pelos próprios alunos) para acompanhar a reprodução da melodia;
2. Solicitamos aos grupos selecionar os conceitos-chaves ou gerais da letra musical;
3. Depois de selecionados, ordená-los obedecendo a hierarquia das idéias e relacionando-as de maneira coerente;
4. Cada grupo ficou incumbido de construir um mapa conceitual sobre os conceitos envolvidos na letra musical;
5. Após alguns minutos (aproximadamente, 25 minutos), os grupos foram reunidos para que cada um apresentasse seu mapa conceitual para a turma;
6. Cada grupo apresentou seu mapa conceitual elaborado. Incentivamos todos a participarem com comentários e perguntas durante a apresentação;
7. Após as apresentações discutimos as principais relações estabelecidas nos cinco mapas produzidos nessa atividade.

Na turma de controle realizamos a mesma atividade, porém utilizamos como estratégia, o resumo das idéias da letra musical e posterior discussão.

A terceira fase foi a de maior duração (quatorze encontros). Nesta fase já havíamos explicado o que era um mapa conceitual, como construí-lo e para que servia. Os alunos também já haviam tido oportunidade de construir seu próprio mapa. Alguns exemplos de mapas já tinham sido apresentados, nos quais ressaltamos as ligações, relações e hierarquias conceituais, os quais serviram de recurso para esclarecer melhor o tema.

Nessa fase, após cada aula de explanação conceitual feita pela docente da turma, os conceitos estudados eram enfatizados, utilizando para isso a estratégia de mapas conceituais, na turma experimental. Na turma de controle, outras estratégias como: resumos, exercícios formais e outros.

Nessa fase utilizamos na turma experimental três tipos de recursos didáticos baseados nas idéias propostas por Novak e Gowin (1996) para a elaboração de atividades que utilizam a estratégia de mapas conceituais: 1) *Extração dos significados dos livros de texto*, 2) *Extração de significado de trabalhos de laboratório* e 3) *Preparação de trabalhos de exposições orais*.

Nos baseamos nessa proposta para a elaboração de seis atividades diferenciadas de construção de mapas conceituais as quais foram desenvolvidas com os cinco grupos de alunos da turma experimental. Essas atividades foram divididas da seguinte maneira:

1. Atividade 1: construção do mapa conceitual da letra musical.
2. Atividade 2: construção do mapa conceitual dos textos de física “Porque estudar Física”, “Estudo da Física” e “Os ramos da Física”.
3. Atividade 3: construção do mapa conceitual de experimentos e conceitos sobre Ondulatória.
4. Atividade 4: construção do mapa conceitual sobre os conceitos gerais de Ondulatória.
5. Atividade 5: construção do mapa conceitual de experimentos e conceitos sobre Óptica.
6. Atividade 6: construção do mapa conceitual sobre os conceitos gerais de Óptica.

Na atividade que buscou extrair significados do texto (Atividade 2), objetivamos minimizar o difícil dilema que é o aprendizado da leitura de um texto. A leitura é um meio muito útil de aprender significados. E construindo o mapa de um texto, o aluno precisa “*encontrar um significado*” para o que leu.

Na construção do mapa conceitual, por meio da extração de significados em trabalhos de laboratório (Atividades 3 e 5), tivemos como objetivo principal levar o aluno a identificar os conceitos-chaves e suas relações, interpretar os acontecimentos e objetos que observam, alterando a rotina de aulas práticas que, em sua maioria, se reduzem a registros de dados experimentais, manipulação de aparelhos ou instrumentos e/ou montagens diversas.

Na turma de controle utilizamos as seguintes estratégias:

1. Atividade 1: resumo e discussão das idéias da letra musical.
2. Atividade 2: resumos dos textos de física “Porque estudar Física”, “Estudo da Física” e “Os ramos da Física”.
3. Atividade 3: relatórios dos experimentos e conceitos sobre Ondulatória.
4. Atividade 4: exercícios formais do livro -texto sobre os conceitos gerais de Ondulatória.
5. Atividade 5: relatórios dos experimentos e conceitos sobre Óptica.
6. Atividade 6: exercícios formais do livro – texto sobre os conceitos gerais de Óptica.

Entendemos que esses procedimentos tradicionais podem contribuir para um enriquecimento conceitual pelas relações observadas durante a manipulação experimental. Contudo o que temos percebido é que os alunos têm grande dificuldade em relacionar o que experimentam no laboratório com o que teorizam em aulas formais. A construção do mapa

oriundo de um experimento pode ajudar os alunos a estabelecer essas relações, pois durante a elaboração de seu mapa ele liga conceitos envolvidos no experimento, relacionando-os entre si.

A preparação de trabalhos de exposições orais é quase sempre interpretada pelos alunos como uma difícil tarefa. Eles precisam contemplar uma folha em branco na qual devem ser registrados conceitos que “produzam” um aprendizado durante uma exposição. Nas atividades 4 e 6, utilizamos os mapas conceituais como uma forma de levar o aluno a vencer este obstáculo. Escrevemos alguns conceitos chaves estudados durante o bimestre dentro de figuras geométricas (quadrados, retângulos, elipses, etc) e distribuimos um “pacote” de conceitos para que cada grupo elaborasse seu mapa conceitual numa folha de papel pardo. Cada grupo organizou suas idéias e elaborou seu mapa conceitual para finalmente fazer a exposição do conteúdo relacionado.

Na terceira etapa fizemos uma análise qualitativa de cada mapa elaborado (ao todo analisamos 45 mapas) pelos alunos, pontuando-os e discutindo as relações estabelecidas entre os conceitos interligados. Fizemos também uma verificação quantitativa, isto é, analisamos as menções que cada aluno obteve no teste formal aplicado pela docente das turmas. Disponibilizamos num gráfico, calculamos as médias, analisamos a progressividade ou não das menções de cada aluno, e comparamos as médias que os alunos da turma experimental e da turma de controle obtiveram durante o semestre.

Consideramos esse resultado apenas como um dado a mais que poderia reforçar positiva ou negativamente as conclusões, ou seja, vem reforçar ou não a verificação de nossa hipótese de que a utilização dos mapas conceituais facilita a aprendizagem dos conceitos, neste caso, representada quantitativamente por uma avaliação formal.

No encerramento do semestre, após o último teste, aplicamos um questionário (Apêndice A) para verificar a opinião dos alunos quanto à aprovação do uso dos mapas conceituais como instrumento facilitador de aprendizagem.

Elaboramos o questionário com questões fechadas e questões abertas. As questões fechadas tiveram como finalidade avaliar o aluno (auto-avaliação), a didática docente (avaliação da pesquisadora) e a estratégia utilizada (avaliação da estratégia). As questões abertas objetivaram verificar a opinião dos alunos quanto à utilidade dos mapas conceituais.

No próximo capítulo apresentaremos uma discussão sobre a análise quanti e qualitativa, estabelecendo os critérios de análise e os resultados da análise qualitativa dos mapas conceituais.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ao se pensar em analisar os mapas conceituais como estratégia de ensino e aprendizagem, a primeira questão que nos veio à mente foi saber como avaliar a aprendizagem. Isto nos levou a busca de critérios para se atribuir uma “menção” que pudesse definir o aprendizado do aluno sobre determinado conceito expresso por meio de um mapa. É claro para nós, que o processo de avaliar não se resume à simples atribuição de uma menção. Contudo, como discutimos anteriormente, um valor numérico nos auxiliaria rumo à verificação da aprendizagem.

Quando se fala em testes, provas e outros instrumentos formais de avaliação (sem julgar ou questionar a eficácia de tais instrumentos avaliativos) é mais simples pensar em “quantificação”, uma vez que “notas” são atribuídas a acertos ou erros nas questões propostas. Mas quando se pensa em verificar se o aluno compreendeu o mínimo necessário para dar continuidade ou aprofundar um assunto, a questão fica mais complexa.

No caso de avaliar o aprendizado do aluno após a utilização dos mapas conceituais como estratégia didática para o ensino e aprendizagem, a dificuldade está no caráter subjetivo ou individual da representação conceitual de cada mapa, ou seja, cada indivíduo tem um modo diferente de representar um mesmo assunto. Como então instituir padrões que possibilitem o “quanto” e “como” os alunos aprenderam sobre determinado assunto?

Essa dificuldade muitas vezes nos motiva a reproduzir nossas próprias experiências obtidas enquanto alunos, ou seja, a utilizar padrões rigidamente quantificados para avaliar e analisar o nível de aprendizado dos sujeitos pesquisados. Apesar de que não se pode afirmar, que mesmo a avaliação formal com suas questões de “verdadeiro e falso”, “deduza a equação”, “resolva o problema”, e outras, conseguem “arrancar” eficazmente essa informação.

Alguns desses questionamentos nos motivaram a uma busca na literatura científica sobre análise quantitativa e qualitativa, a fim de se estabelecer “critérios” menos formais, contudo, eficazes na verificação da aprendizagem.

5.1. Definindo critérios para a análise qualitativa

Como proposta mais viável de análise qualitativa, uma vez que se leva em conta o caráter individual da representação conceitual de cada mapa construído, nós utilizamos o critério de análise e classificação dos mapas conceituais propostos por Novak e Gowin (1996): proposições, hierarquia, ligações cruzadas ou transversais e exemplos.

Para Novak (1996), a pontuação dos mapas conceituais era, em muitos aspectos, irrelevante, uma vez que na estrutura dos mapas eram procuradas alterações qualitativas. Entretanto, ao observar a necessidade de professores e alunos em pontuar seus mapas, ele resolveu elaborar métodos de pontuações baseados na teoria cognitiva de Ausubel. Foi baseado em um desses métodos que analisamos qualitativamente os mapas conceituais elaborados pelos alunos em nossa pesquisa. Os fundamentos norteadores dessa análise obedecem as três idéias ausubelianas: hierarquização, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

De acordo com as características de cada critério classificatório foi dada uma pontuação apresentada na Tabela 1, a seguir. Esta pontuação serviu como modelo para atribuir valores aos mapas conceituais de acordo com a validade das representações e seu significado entre conceitos.

Nessa perspectiva de pontuação, é ressaltado por Novak e Gowin (1996) que um mapa pode ter uma classificação melhor que o mapa de referência, ou seja, sua pontuação poderá ser maior que 100%. Nesse caso é pontuado o fator de criatividade de quem construiu

o mapa, pois este indivíduo poderá ter uma visão totalmente diferenciada e até inusitada, a qual não teve quem construiu o mapa de referência.

Após definirmos os critérios de análise qualitativa, separamos os mapas por atividade realizada e que tratavam da mesma abordagem conceitual.

Tabela 1 – Pontuação para mapas conceituais (Novak e Gowin, 1996).

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	PONTUAÇÃO
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	1
Hierarquia: cada nível válido	5
Ligações Transversais: cada ligação se for:	
- válida e significativa	10
- somente válida	2
- criativa ou peculiar	1
Exemplos: cada exemplo válido	1

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

A Tabela 2 resume a quantidade de mapas coletados em cada grupo. Demonstra que alguns grupos deixaram de realizar algumas das tarefas solicitadas como é o caso dos grupos G1, G2 e G5.

Tabela 2 - Resumo das atividades realizadas com a participação dos cinco grupos.

GRUPOS	Ativ. 1	Ativ. 2	Ativ. 3	Ativ. 4	Ativ. 5	Ativ. 6	Nº Total
1	0	1	1	1	4	0	7
2	0	1	1	1	5	1	9
3	1	1	1	1	6	1	11
4	1	1	1	1	5	1	10
5	1	1	0	1	4	1	8
TOTAL	3	5	4	5	24	4	45

Sabemos que a aprendizagem tem caráter pessoal e idiossincrático. Por isso, consideramos em nossa análise as categorias estabelecidas nos critérios metodológicos, como:

as relações entre os conceitos, a validação das relações, a disposição hierárquica, e outros. Foram consideradas também aquelas relativas a aspectos também importantes e relevantes, como as relações aluno-escola, professor-aluno, aluno-aprendizagem, a linguagem utilizada, o contexto vivenciado pelo aluno, sua participação, seu interesse pela atividade, entre outros.

As reflexões feitas com os grupos e entre eles, motivadas por discussões e questionários investigativos, complementaram nossa análise, uma vez que o resultado delas se traduzia na construção dos mapas de cada grupo.

Sabemos também que os mapas conceituais são representações idiossincráticas do conhecimento de um aluno ou de um grupo sobre um conteúdo específico, num dado momento e dentro de um contexto. Cada mapa construído por um mesmo grupo pode apresentar diferentes aspectos e características não observadas anteriormente. Fica claro para nós, que os mapas analisados oferecem visões de algumas das características que freqüentemente aparecem nos alunos com diferentes níveis de conceitualização.

5.2. Descrição da análise das atividades realizadas pela turma experimental.

Para cada atividade elaboramos um mapa conceitual com as proposições, hierarquias, ligações e exemplos, que serviu como referência para categorizar e avaliar os mapas elaborados pelos alunos. Tais mapas não são propriamente mapas conceituais tal como Novak (1997) propõe, pois muitos deles não apresentam dentro dos retângulos (ou elipses) apenas conceitos relevantes de um corpo de conteúdo, que devem ser diferenciados progressivamente e reconciliados, promovendo a sua integração. Em sua maioria apresentam idéias, parte de textos, ou encadeamento de idéias, o que os caracteriza como um misto de fluxograma e mapas conceituais.

Isto se deve às condições e características de nossa pesquisa, pela “novidade” da estratégia para os alunos e professores e porque, realmente, ao utilizar os mapas com alunos dessa faixa etária, nesse nível de ensino e contexto escolar, é impossível seguir rigorosamente a proposta original de Novak, pela complexidade em termos de estratégia e de tarefa a ser desenvolvida. Em cada Mapa de Referência (MR) representamos o conhecimento cientificamente aceito e ensinado.

Inicialmente apresentaremos o Mapa Conceitual elaborado pelos Grupos (MG1, MG2, MG3, MG4 e MG5) em cada atividade proposta. Como já esclarecemos anteriormente, todos os mapas elaborados nesse trabalho (mapas de referência ou mapas dos grupos ou do aluno) não representam propriamente os mapas propostos por Novak, tendo em vista as condições e características da pesquisa, bem como, a complexidade da proposta em termos de estratégia a ser desenvolvida.

Logo após a apresentação do mapa de referência, mostraremos a tabela que demonstra a pontuação obtida em cada mapa. E por último, faremos a descrição da Análise para Obtenção da Pontuação.

Apenas na Atividade 5, solicitamos que cada aluno elaborasse seu mapa, a fim de verificarmos a participação individual do aluno em seu grupo, isto é, observarmos cada aluno em relação ao processo de construção do mapa conceitual e à aprendizagem conceitual.

A Atividade 1, que chamamos de “quebra-gelo”, foi uma atividade de preparação para inserção da estratégia mapas conceituais. Por não ter relevância conceitual para os conteúdos estudados na física, os mapas elaborados pelos alunos, nessa fase, não foram objeto de análise. Estão representados no Anexo como atividade proposta e realizada.

5.3. Análise qualitativa dos mapas construídos

5.3.1. GRUPO 1

ATIVIDADE 2: Elaborar mapa conceitual sobre o texto “Estudo da Física”.

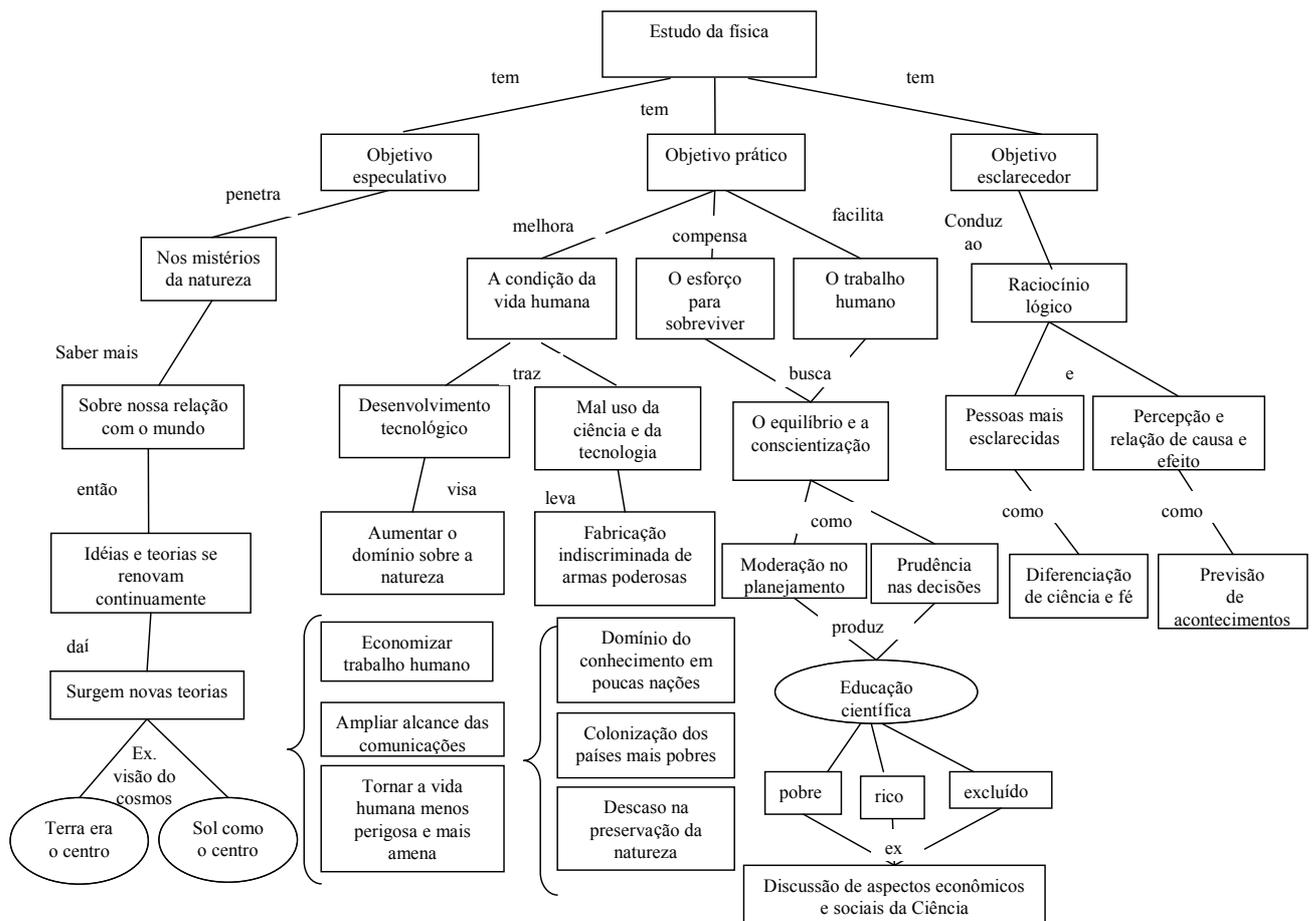


Figura 1: Mapa de referência elaborado sobre o texto “Estudo da Física”. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

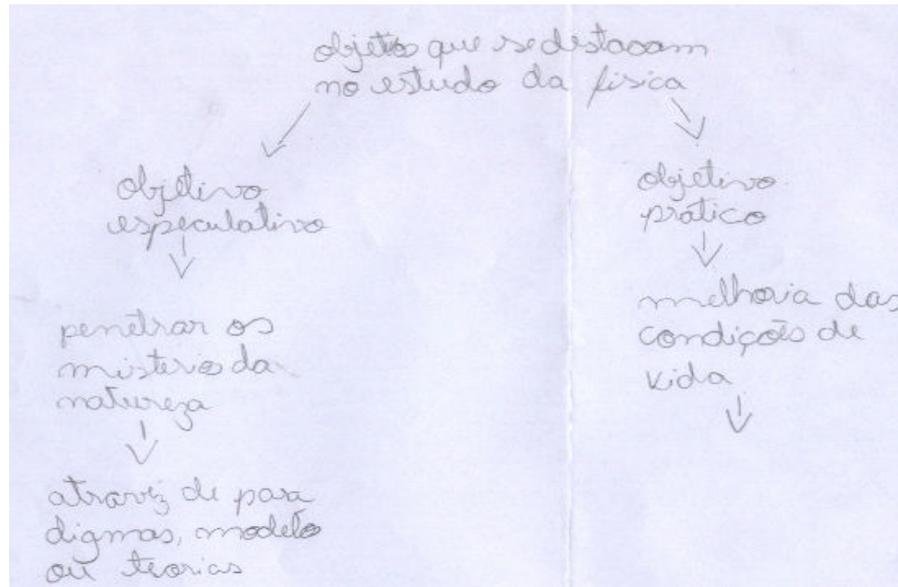


Figura 2: Mapa conceitual sobre texto “Estudo da Física” elaborado pelos alunos do G1 - AT 2.

Tabela 3 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G1 - AT2.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	31	6
Hierarquia: cada nível válido	7x5	3x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	2	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	68	21

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Este grupo iniciou o mapa com o tema geral “Objetivos no estudo da física”. Contudo, tiveram dificuldade em concluí-lo no tempo determinado para a realização da tarefa. Estabelecem apenas seis ligações proposicionais válidas, mas não relacionam as proposições por meio de palavras ou termos de ligação.

Do texto foram relacionados como objetivos do estudo da física, apenas o especulativo e o prático. Vemos que todas as ligações foram desencadeadas linearmente. Não se percebe hierarquização de conceitos em cada relação e sim frases ou trechos citados e relacionados. Também não é estabelecida nenhuma ligação transversal, como percebemos

pela menção zero na tabela. Este grupo manifesta ter compreendido apenas a idéia parcial do texto. Demonstra também pouco interesse na realização da tarefa.

ATIVIDADE 3: Elaborar mapa de experimento sobre reflexão e dispersão do som.

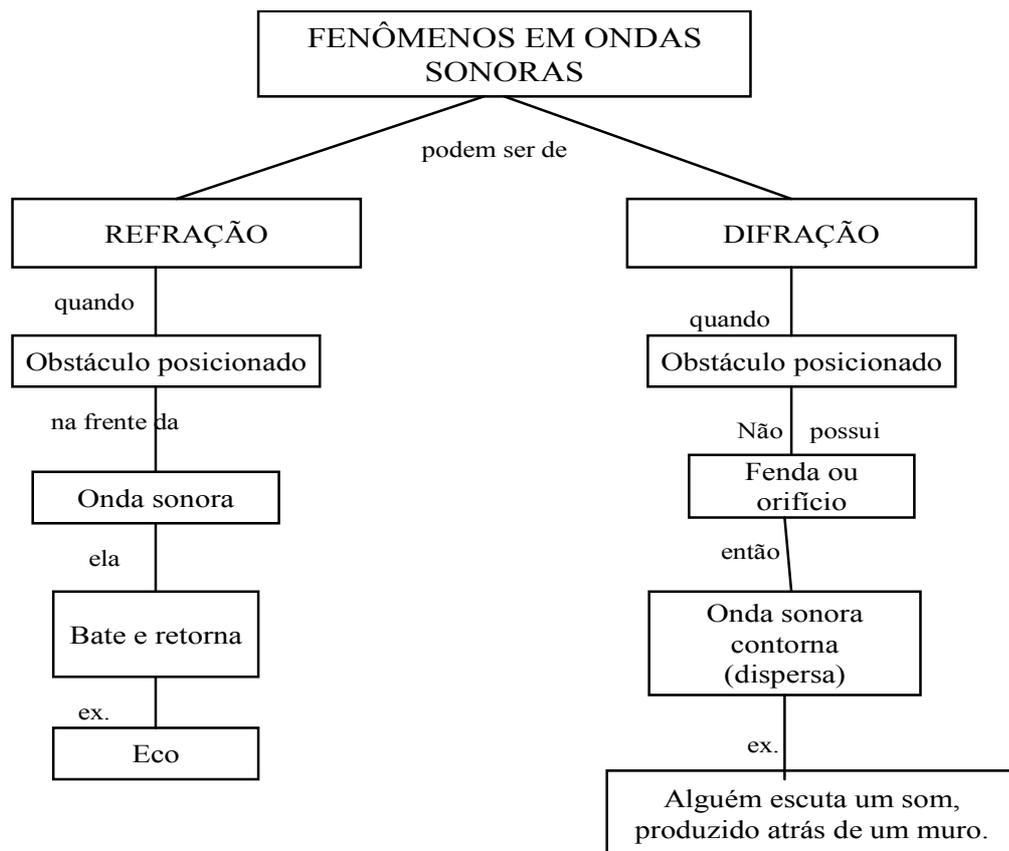


Figura 3: Mapa de referência do experimento sobre reflexão e dispersão do som.

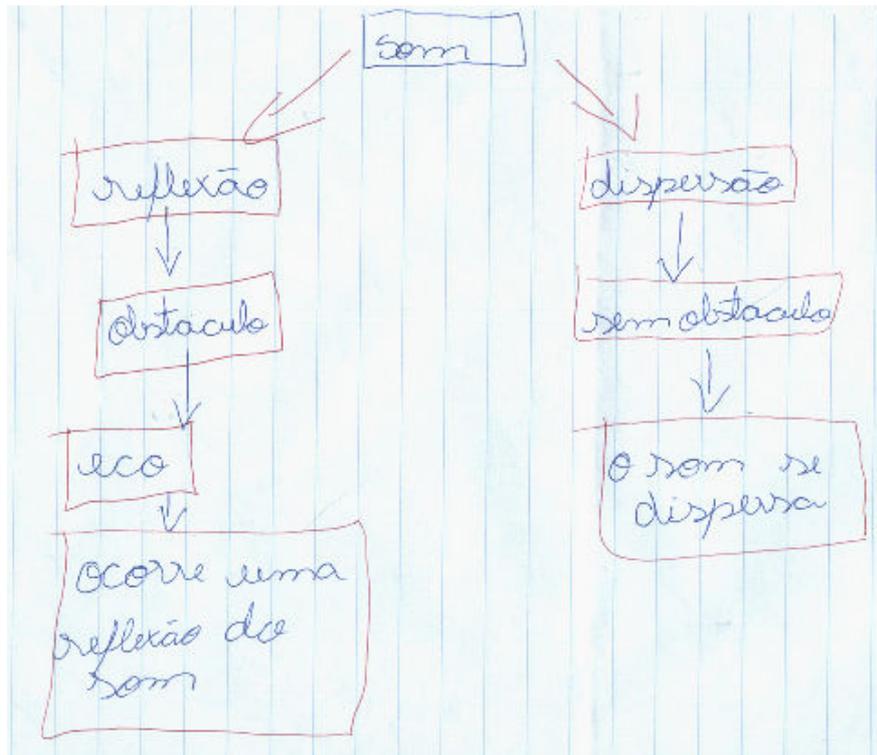


Figura 4: Mapa conceitual sobre experimento de reflexão elaborado pelos alunos do G1 - AT 2.

Tabela 4 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G1 - AT3.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	10	7
Hierarquia: cada nível válido	5x5	3x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	2	1
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	37	24

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Essa foi uma atividade de extração de significados de trabalhos de laboratório. Por meio da realização de experimentos em sala de aula pudemos constatar o que Novak e Gowin (1996) salientam como atitude intimidatória. Durante a elaboração do experimento os alunos ficaram de uma forma geral inseguros sobre o que teriam que “descobrir” diante dos materiais e equipamentos disponíveis.

Este grupo em especial não ficou “motivado” suficientemente para a realização das tarefas propostas na pesquisa. Seus integrantes ficaram indiferentes o tempo todo, apáticos ao processo, desenvolvendo o que lhes era solicitado com pouca ou nenhuma demonstração de um “querer aprender”. Apesar dessa atitude observada, achamos que seria interessante considerá-lo para análise comportamental e também conceitual diante da estratégia trabalhada.

Como resultado de suas observações experimentais, os alunos V, T e P (integrantes do grupo), construíram um mapa do som caracterizado pelos fenômenos da reflexão e da dispersão. Foram estabelecidos no mapa três níveis hierárquicos com relações lineares e verticais e relacionados apenas os conceitos que conseguiram observar durante o experimento, sem qualquer ligação com os já estudados em sala (referente à parte teórica). Observamos que os mapas conceituais construídos pelos alunos traduzem essa fragilidade. Demonstram que não existe, na mente do aluno, uma “ponte conceitual” entre o que aprendem teoricamente e o que executam experimentalmente.

Consideramos válida a ligação “*obstáculo-eco-ocorre uma reflexão do som*”. Porém a mesma não traduz o significado real do fenômeno. Na verdade, o obstáculo produz uma reflexão do som que, por sua vez gera, o efeito do eco. A ligação válida e significativa seria *obstáculo produz reflexão do som-gera-eco*. A dificuldade em explicitar essa reflexão fica clara pelo mapa elaborado.

As dificuldades dos alunos, apontadas acima, eram discutidas individualmente com cada grupo, sendo solicitadas algumas conexões, mas na maioria das vezes, os alunos ficavam livres para expressarem seu conhecimento por meio das relações conceituais.

Os mapas (com deficiência ou não) elaborados pelos alunos durante a aula eram recolhidos no final de cada encontro (aula), e serviam posteriormente de instrumentos para identificação dos erros conceituais.

ATIVIDADE 4: Elaborar mapa sobre os conceitos estudados em Ondulatória.

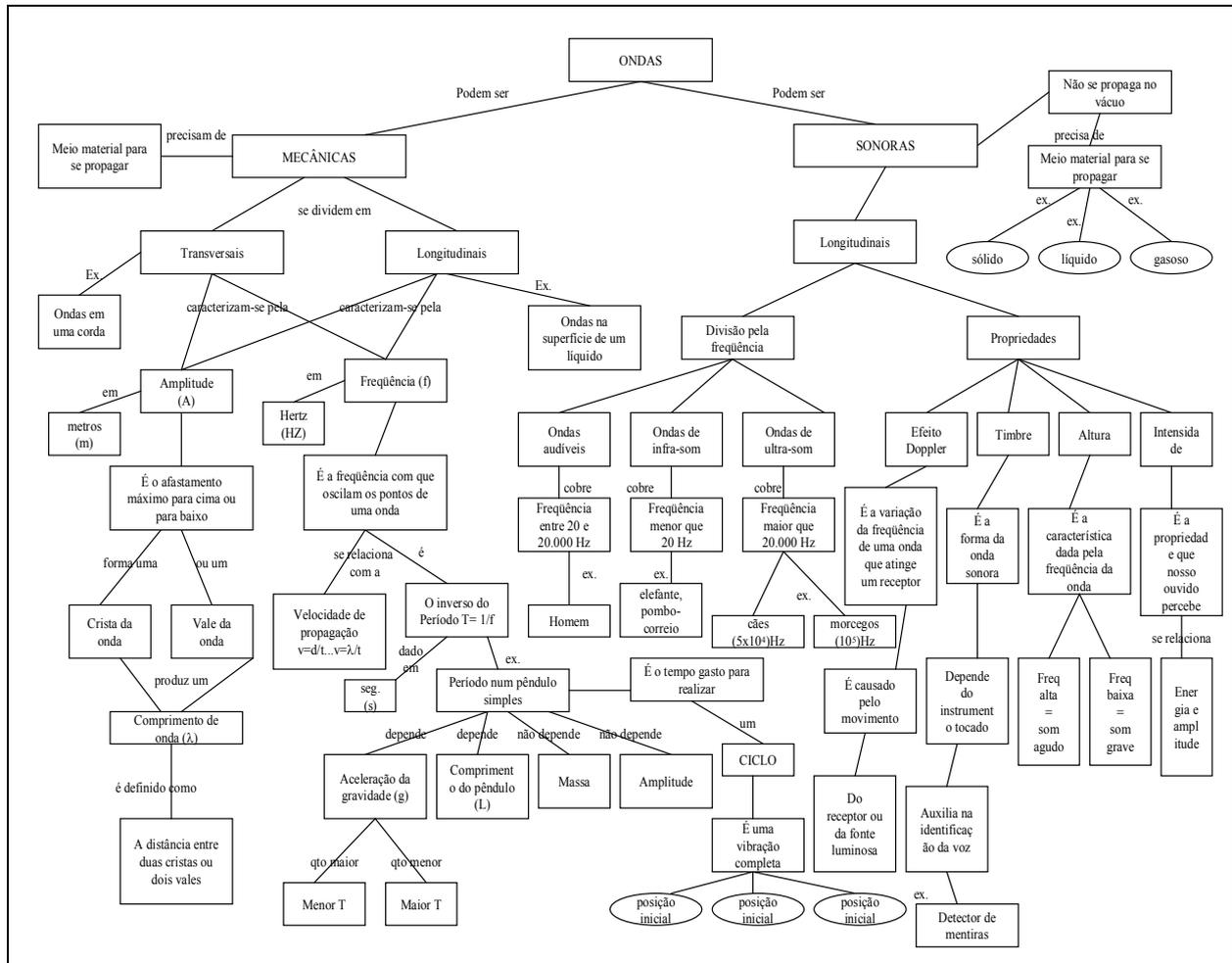


Figura 5: Mapa conceitual de referência sobre o estudo de ondas. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

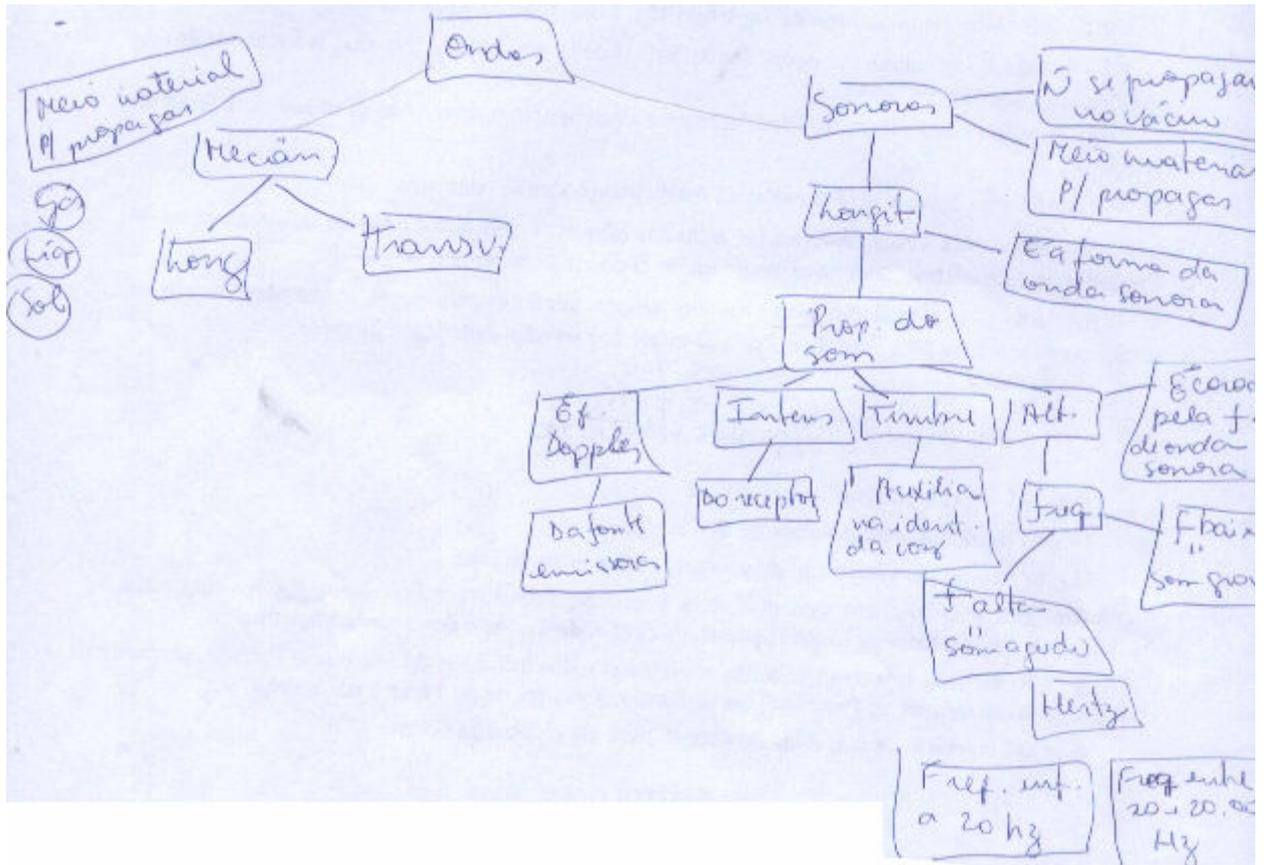


Figura 6: Mapa conceitual transcrito e desenhado a partir do mapa elaborado pelos alunos do G1 AT 4 sobre o estudo das ondas.

Tabela 5 - Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G1 - AT4.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	70	27
Hierarquia: cada nível válido	8x5	5x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	11	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	121	52

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Nessa atividade já nos deparamos com a *atitude intimidatória* citada por Novak (1996, p.65) “*contemplar uma folha em branco é algo absolutamente intimidatório para os alunos*” (ibid, 1996, p.65). A morosidade durante a realização da tarefa, inicialmente prevista para uma aula, mas realizada em duas, ratifica essa afirmação. O grupo reclamou da quantidade de conceitos a serem relacionados e organizados hierarquicamente. Apesar de já

tê-los estudado em aula anterior, tiveram muita dificuldade na elaboração do mapa conceitual. E pelo motivo de saberem que não “valeria uma menção tão considerável” não se motivaram em terminá-lo.

Como já salientamos acerca dos aspectos comportamentais dos alunos, observados pelo mapa elaborado, faltou, além da motivação, disciplina e disponibilidade para querer aprender o conhecimento conceitual necessário para a realização da atividade. Foram estabelecidos apenas cinco níveis hierárquicos sem nenhuma palavra conectora que explicasse a relação entre os conceitos. Apesar de não terminarem o mapa, alguns conceitos foram relacionados satisfatoriamente.

A discriminação entre ondas mecânicas (longitudinais e transversais) e ondas sonoras (longitudinais, meios de propagação e propriedades), serve para mostrar o conjunto de relações entre um conceito e outros subordinados a ele. A hierarquia sugere alguma diferenciação conceitual, pois demonstra inter-relações conceituais específicas. Entretanto, por não terminarem a atividade, não podemos verificar satisfatoriamente a aprendizagem significativa dos conceitos sobre ondulatória.

ATIVIDADE 5 – Elaborar mapas sobre os conceitos introdutórios de Óptica.

A - Construção de três mapas conceituais com conceitos introdutórios de Óptica.

A.1 - Mapa sobre objetos luminosos.

Esta foi uma atividade diferenciada das outras pois buscou verificar o grau de compreensão conceitual individual de cada integrante do grupo. Solicitamos que os alunos construíssem três mapas conceituais relacionando os conceitos sugeridos, referente a parte

introdutória de Óptica. Percebemos que apesar de serem do mesmo grupo, cada aluno construiu um mapa diferente dos demais. Isto vem reforçar a idéia de idiosincrasia a qual Ausubel e Novak (1976) se referem. Verificamos que cada indivíduo explicita as regularidades, conceituais, e as relações entre essas regularidades da maneira como existem em suas mentes e baseado na visão de mundo que têm e que vivenciaram.

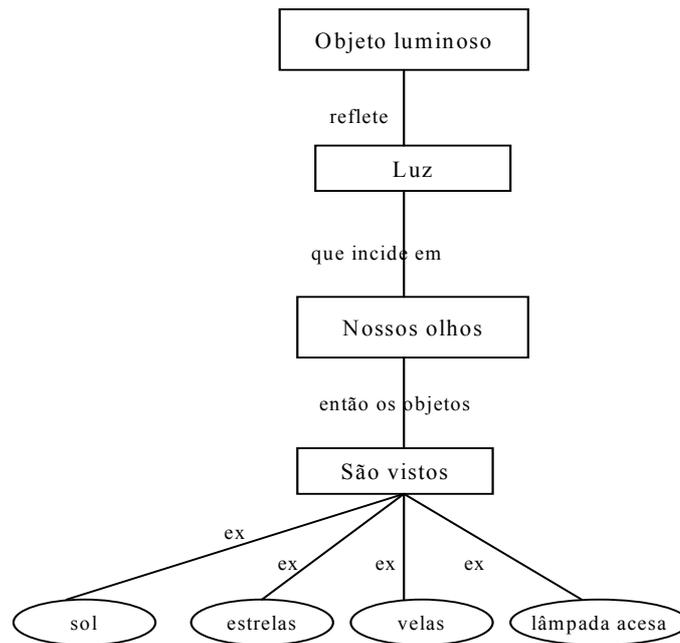
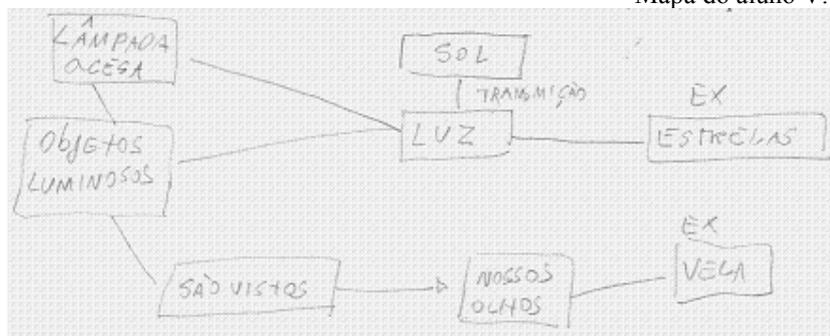
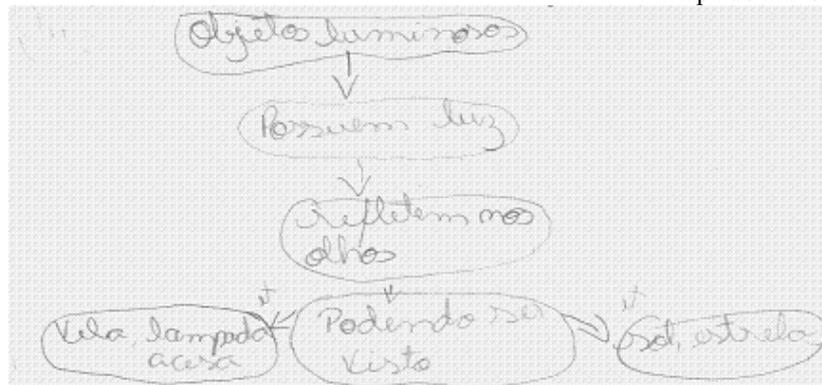


Figura 7: Mapa conceitual de referência sobre objeto luminoso. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

Mapa do aluno V.



Mapa do aluno T.



Mapa do aluno P.

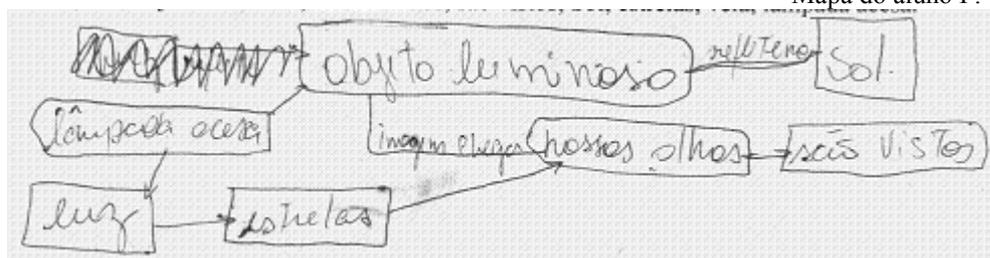


Figura 8: Mapas conceituais sobre objeto luminoso, construídos pelos alunos do G1 - AT 5. A ordem de apresentação acima, dispõe respectivamente os mapas dos alunos V, T e P.

Tabela 6 – Pontuação obtida após análise dos mapas construídos pelos alunos do G1 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	Aluno V	Aluno T	Aluno P
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	7	0	4	0
Hierarquia: cada nível válido	4x5	0	3x5	0
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	4	0	0	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	31	0	19	0

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O aluno V não consegue relacionar significativamente os conceitos. Explicita os exemplos de objetos luminosos e que os mesmos são vistos, mas não consegue expressar como são vistos. Destaca o Sol como um objeto que transmite luz e não expressa convicção sobre os demais citados, como estrela, vela e lâmpada acesa.

O aluno T inicia seu mapa com o conceito de objeto luminoso e consegue relacionar válida e significativamente os conceitos. Entretanto, não deixa claro e visível a compreensão do processo da reflexão da luz para que um objeto luminoso seja visualizado.

O aluno P não consegue relacionar satisfatoriamente os conceitos. Chegou a solicitar outra folha para refazer seu mapa, mas não chegou a terminá-lo. Os conceitos se confundiram linearmente, sem nenhuma hierarquia. Observamos durante os encontros, que esse aluno era o mais desmotivado para a aprendizagem, dentro do grupo. No entanto, exercia sobre os outros integrantes do grupo grande influência e liderança.

A.2 - Mapa sobre objetos iluminados.

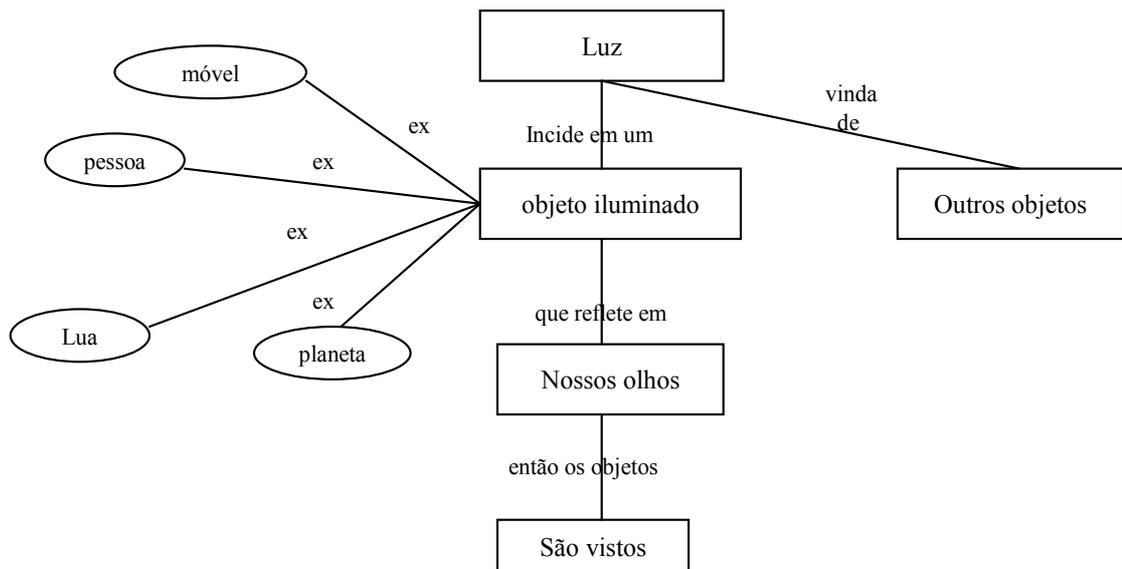
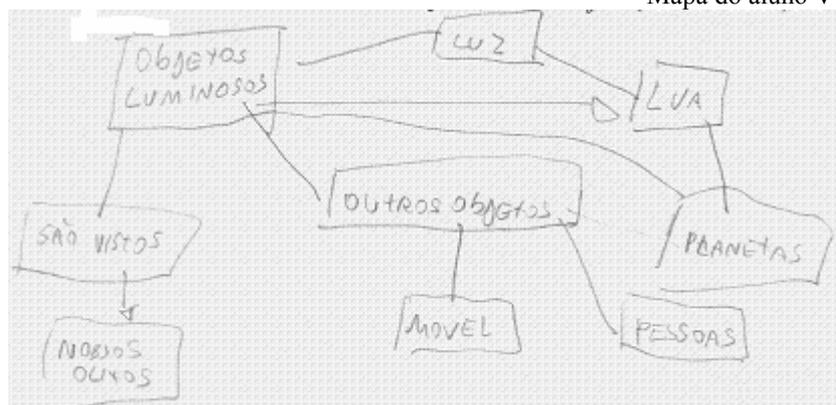
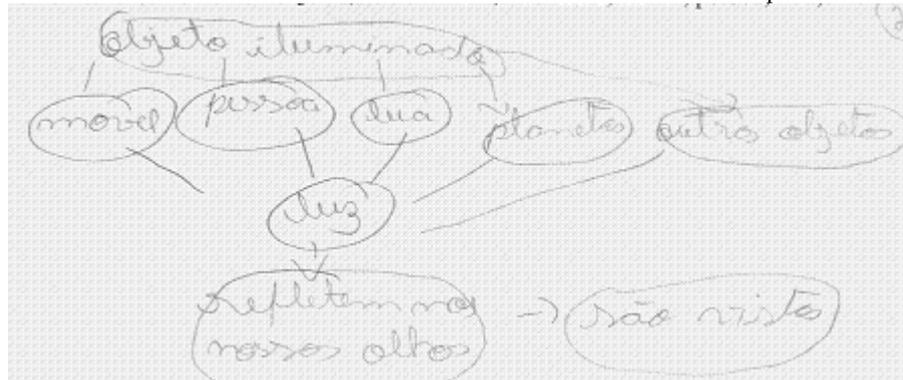


Figura 9: Mapa conceitual de referência sobre objeto iluminado. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

Mapa do aluno V



Mapa do aluno T



Mapa do aluno P

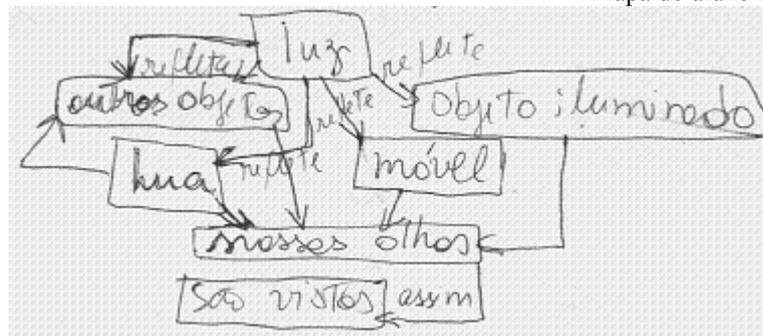


Figura 10: Mapas conceituais sobre objeto iluminado, construídos por alunos do G1-AT 5. A ordem de apresentação acima, dispõe respectivamente os mapas dos alunos V, T e P.

Tabela 7 – Pontuação obtida após análise dos mapas construídos pelos alunos do G1 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	Aluno V	Aluno T	Aluno P
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	8	0	8	0
Hierarquia: cada nível válido	3x5	0	2x5	0
Ligações Transversais: cada ligação se for:				
- válida e significativa				
- somente válida	0	0	0	0
- criativa ou peculiar				
Exemplos: cada exemplo válido	0	0	5	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	23	0	23	0

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Os alunos V e P não conseguem estabelecer ligações válidas ou significativas. Não diferenciam os conceitos de *objetos luminosos e iluminados*. Já o aluno T, confunde os conceitos quando inicia seu mapa conceitual com o conceito geral “*objeto iluminado*”, só percebendo depois que todos os conceitos deveriam partir do conceito de “*luz*” para “*serem vistos*”.

Os conceitos sugeridos foram propositalmente dispostos nessa ordem para instigar o aluno a organizá-los hierarquicamente, estabelecendo ligações válidas e significativas.

A.3 - Mapa sobre a visualização de um objeto.

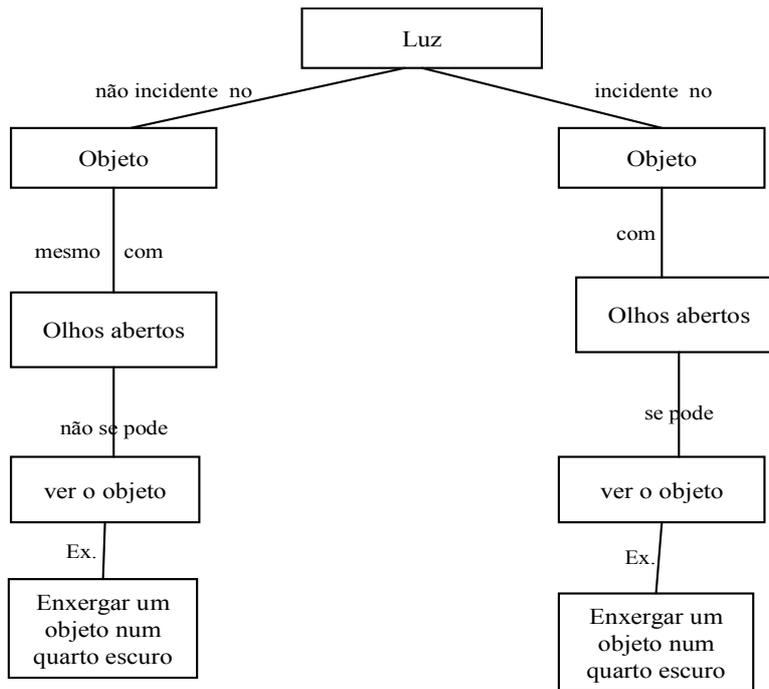
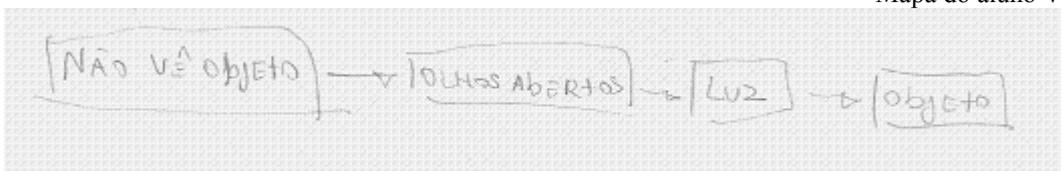
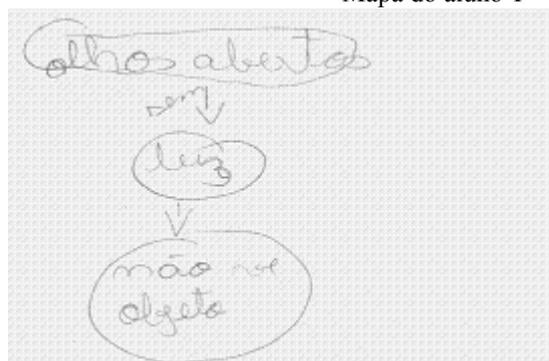


Figura 11: Mapa conceitual de referência sobre objeto iluminado. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

Mapa do aluno V



Mapa do aluno T



Mapa do aluno P

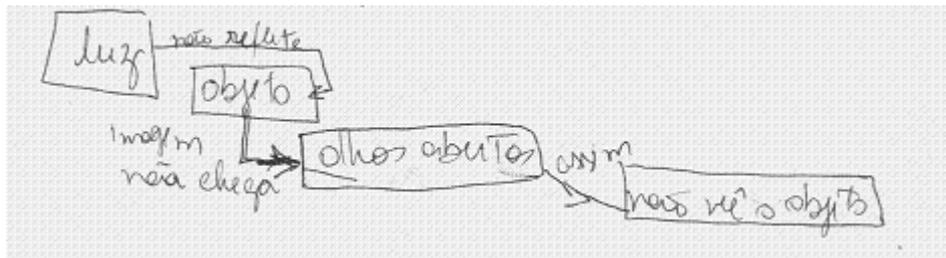


Figura 12: Mapas conceituais sobre objeto iluminado, construídos pelos alunos do G1 - AT 5. A ordem de apresentação acima, dispõe respectivamente os mapas dos alunos V, T e P.

Tabela 8 – Pontuação obtida após análise dos mapas construídos pelos alunos do G1 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	Aluno V	Aluno T	Aluno P
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	8	0	3	0
Hierarquia: cada nível válido	4x5	0	2x5	0
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	2	0	0	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	30	0	13	0

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Apesar de ter parecido muito óbvio para alguns alunos, esse mapa procurou revelar a importância da luz na visualização de um objeto. O mais surpreendente foi constatar que alguns alunos, para não dizer a maioria deles, não entende satisfatoriamente esse processo.

Os alunos V e P são exemplos disso, confundem reflexão com incidência. Em seus mapas, é perceptível a confusão entre esses conceitos e, conseqüentemente, como um objeto é visualizado pelo olho humano. Já o aluno T estabelece relações válidas e significativas entre os conceitos; entretanto não consegue hierarquizá-los. O conceito geral que deveria ser “luz” foi substituído por “olhos abertos”. Também confunde reflexão com incidência da luz.

B -.Construção de mapas conceituais sobre experimentos de óptica.

B.1 - Experimento sobre difração da luz.

Este experimento que procura demonstrar o fenômeno da difusão ou dispersão da luz, quando acendemos uma lanterna em uma sala escurecida e jogamos um pouco de pó de giz na direção do feixe luminoso. Neste caso, as partículas de giz, difundindo a luz, permitirá perceber o feixe quando nossos olhos receberem a luz espalhada.

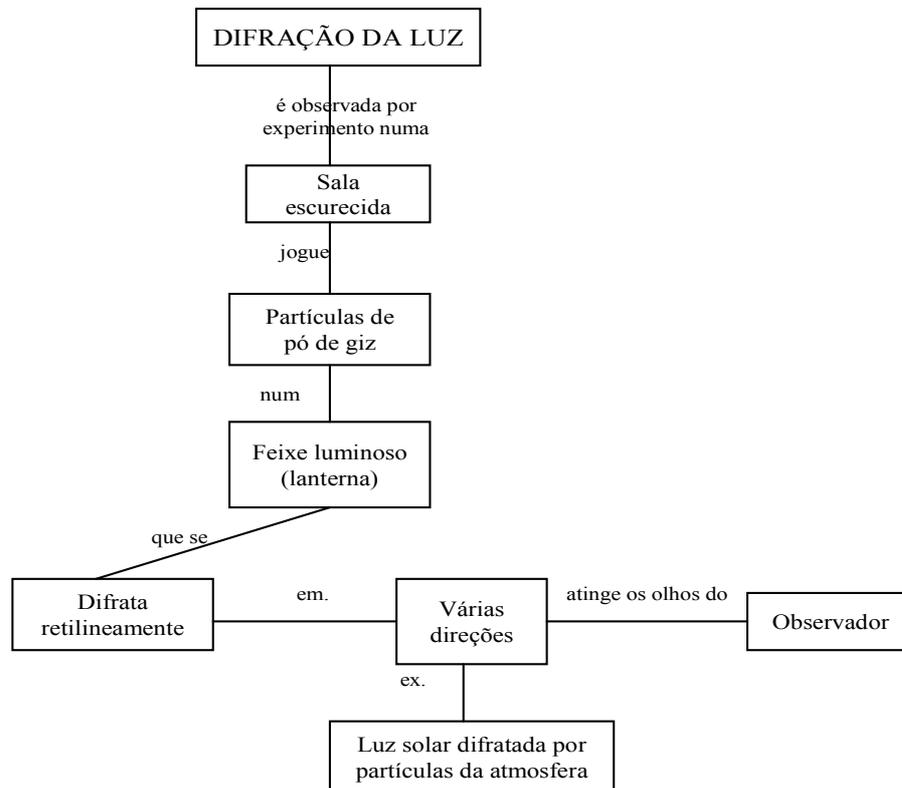


Figura 13: Mapa conceitual de referência de experimento sobre difração da luz. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

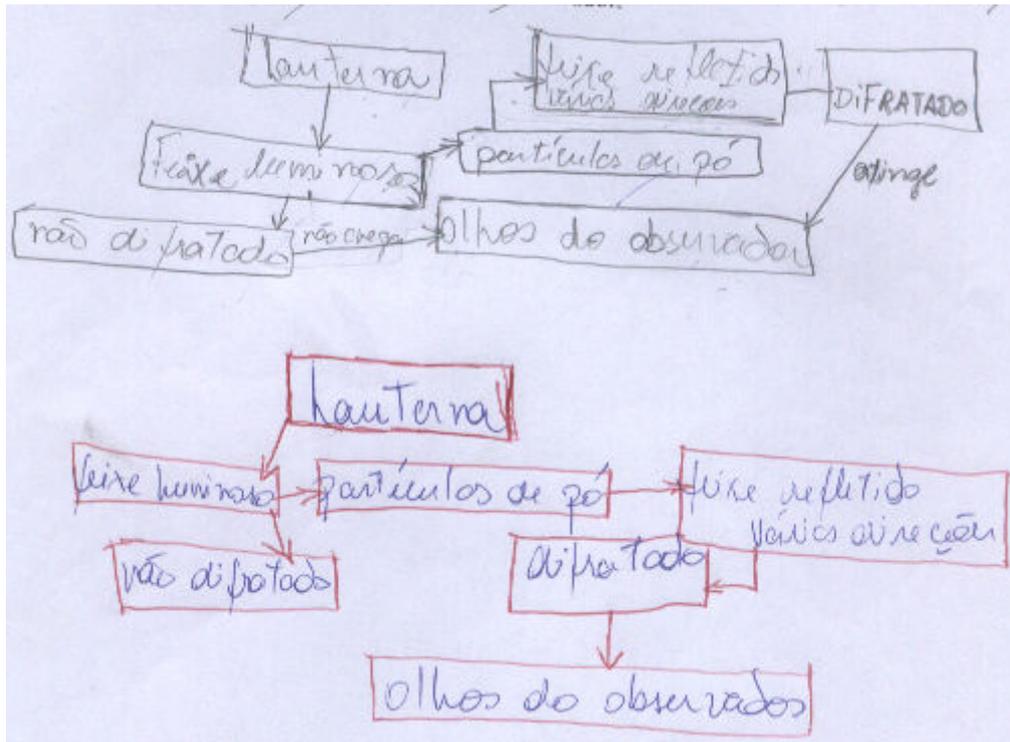


Figura 14: Mapa conceitual de experimento sobre difração da luz, construído pelos alunos do G1 - AT 5.

Tabela 9 – Pontuação obtida após análise do mapa construído pelos alunos do G1 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	7	6
Hierarquia: cada nível válido	5x5	3x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	1	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	33	21

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O mapa expressa dificuldade na hierarquização conceitual. São relacionados os conceitos, mas não hierarquizados satisfatoriamente. Não são usadas expressões ou palavras conectoras, dificultando o entendimento das relações. O grupo consegue realizar o experimento, mas tem dificuldade em explicar porque ocorre o fenômeno. Do mapa se desprende que: “a lanterna incide um feixe de luz nas partículas de pó, o qual difrata (luz) em várias direções atingindo os olhos do observador”. A distinção entre o feixe difratado e o não

difratado, que comprova a propagação linear do feixe de luz, foi diferenciado no 2º mapa (refeito) de maneira confusa, porém apresentaram ligações válidas.

B.2 -. Experimento sobre reflexão que produz imagem contrária usando um espelho plano.

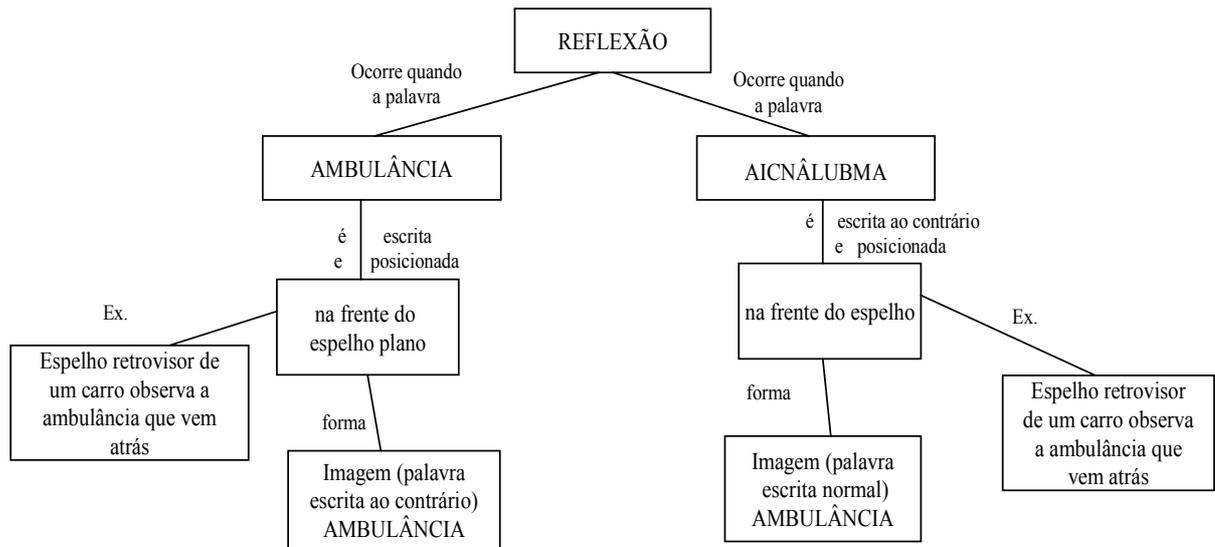


Figura 15: Mapa conceitual de referência sobre experimento com espelho plano. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

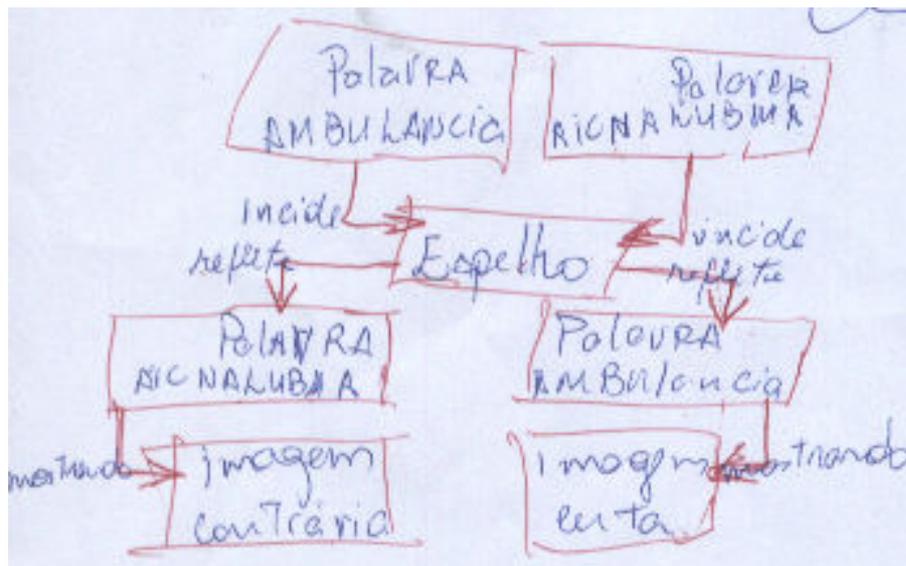


Figura 16: Mapa conceitual de experimento sobre espelho plano elaborado pelos alunos do G1 - AT 5.

Tabela 10 – Pontuação obtida após análise do mapa construído pelos alunos do G1 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	8	6
Hierarquia: cada nível válido	3x5	2x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	02	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	25	16

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O mapa demonstra satisfatoriamente que a imagem se forma pela incidência da luz no espelho. Contudo, não fica claro o tipo de espelho usado (plano ou esférico) para a formação da imagem contrária ou direita.

Entretanto, não fica clara a idéia de que a luz após incidir no objeto (palavra ambulância escrita no capô do carro), reflete uma imagem no espelho plano (do carro a frente) que chega aos olhos do observador.

Consideramos cinco proposições válidas, pois, mesmo explicitadas de forma confusa, expressa certa diferenciação da idéias, e duas hierarquias que diferenciam os conceitos ambulância-espelho-imagem contrária.

Tabela 11 – Pontuação obtida após análise do mapa construído pelos alunos do G1 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	12	08
Hierarquia: cada nível válido	6x5	1x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	0	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	42	13

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O mapa demonstra uma verticalidade excessiva de conceitos. Falta ênfase no conceito principal que é a refração do feixe luminoso devido a passagem de um meio (ar) para outro (água). Não foram estabelecidas hierarquias conceituais e o grupo demonstra que não consegue reproduzir, por meio do mapa, os conceitos principais e relevantes do experimento (ângulos de incidência, desvio do ângulo refratado, etc).

Percebemos que, o não se motivar para a realização do experimento e para a discussão dos resultados, criou-se uma barreira, que impediu o grupo de concatenar as idéias para a elaboração do mapa. Por causa disso, o mapa produzido demonstra unicamente o processo experimental. Durante a atividade, o grupo demonstrou que seu interesse era o de finalizar o trabalho no menor intervalo de tempo possível.

ATIVIDADE 6: O grupo não realizou a atividade proposta.

5.3.2. GRUPO 2

ATIVIDADE 2: Mapa conceitual referente ao texto “Porque estudar Física”.

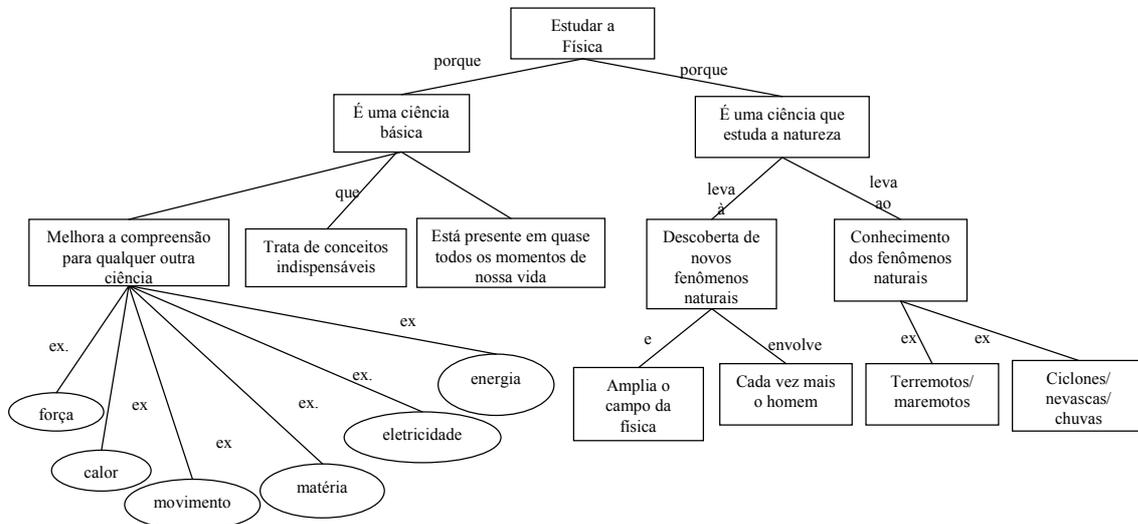


Figura 19: Mapa de referência sobre texto “Porque estudar Física”. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

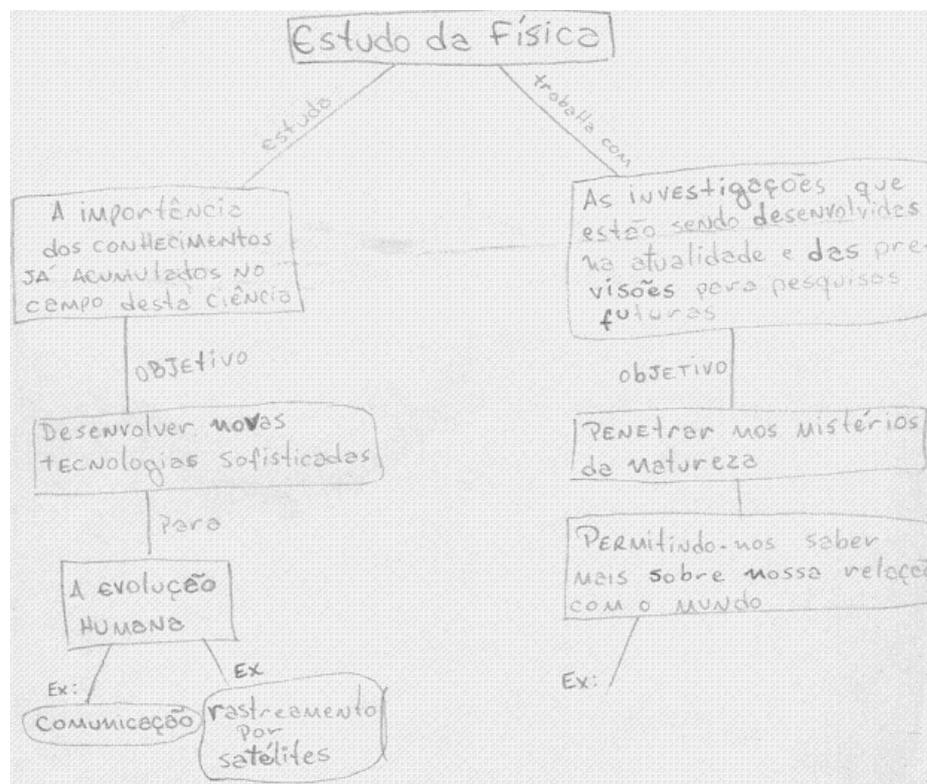


Figura 20: Mapa conceitual sobre texto “Porque estudar Física” construído pelos alunos do G2 - AT 2.

Tabela 12 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G2 - AT2.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	17	9
Hierarquia: cada nível válido	3x5	4x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	06	2
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	38	30

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Neste mapa foram apresentados os conceitos parciais que englobam o texto “O Estudo da Física”, e foram introduzidos termos de ligação entre as proposições, os quais esclarecem o tipo de relação estabelecida. Desprende do mapa que no “Estudo da Física” se “estuda o conhecimento acumulado até então” com o “objetivo de desenvolver novas tecnologias para a evolução humana”.

Os exemplos dados neste mapa demonstram certo grau de originalidade dos alunos após a leitura do texto. Foram selecionados trechos do texto como proposições. O mapa apresenta uma visão macroscópica geral do texto. Os objetivos se perderam no segundo nível hierárquico do mapa. Estes foram tratados no mapa de referência como conceitos primários. Contudo, essa proposição não invalida a relação estabelecida dos objetos do estudo da física.

ATIVIDADE 3: Mapa conceitual referente aos experimentos de ondulatória.

A - Experimento sobre o estudo do som (cordas de violão).

Utilizando um violão (ou apenas cordas bem amarradas em duas extremidades), observar o som produzido pelas cordas (finas e grossas) quando aumentamos ou diminuimos seu comprimento.

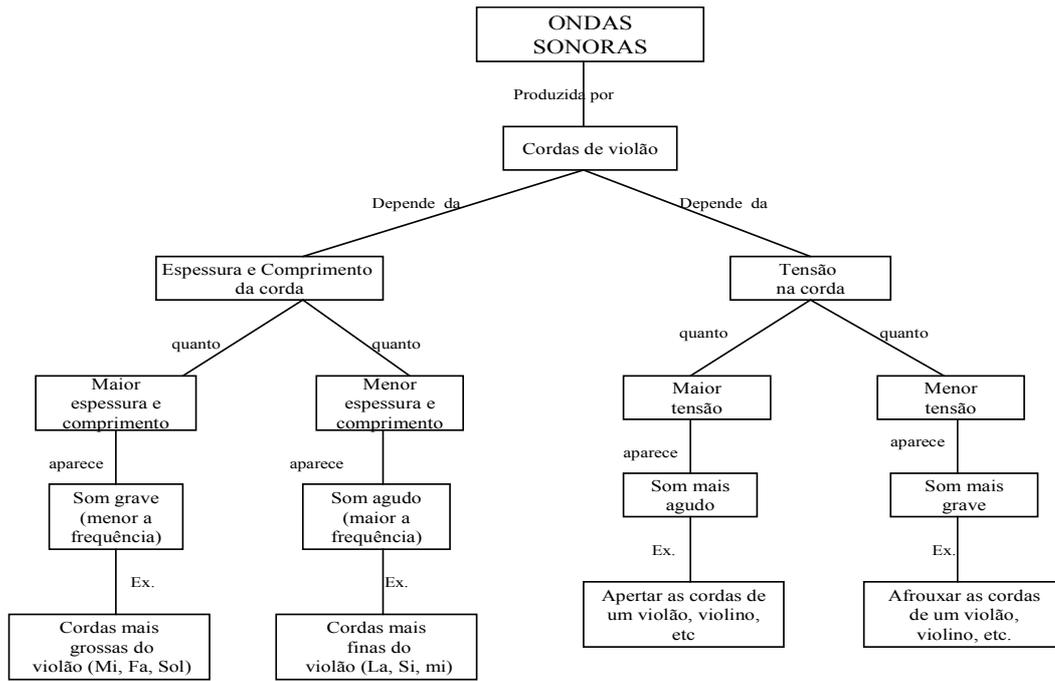


Figura 21: Mapa de referência de experimento sobre ondas sonoras produzidas em cordas de violão. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

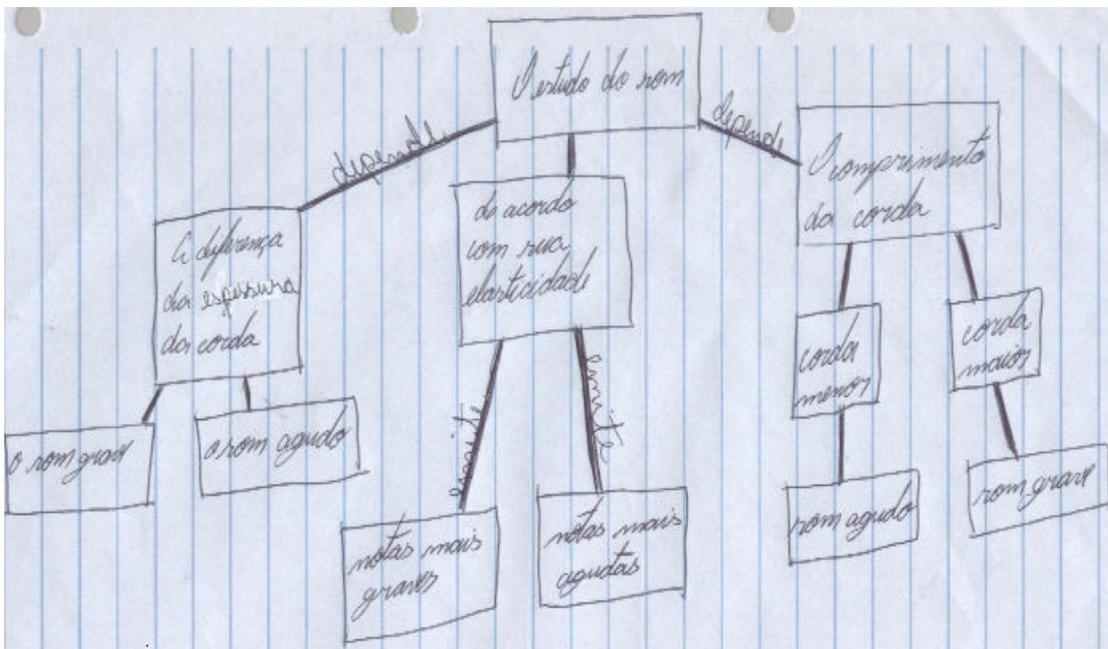


Figura 22: Mapa conceitual sobre ondas sonoras num violão construído pelos alunos do G2 AT 3.

Tabela 13 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G2 - AT3.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	15	11-3=8
Hierarquia: cada nível válido	4x5	3 x 5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	4	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	32	23

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Essa foi uma experiência realizada com um violão de cordas (de nylon) em várias espessuras. Por meio da equação $f=1/2L\sqrt{F/m}$ verificar que: a) quanto maior o comprimento da corda (L), menor a frequência de vibração - som mais grave; b) quanto maior a tensão (F = corda mais esticada), maior a frequência e o som mais agudo; c) quanto maior a espessura da corda (e), mais grave será o som. O mapa elaborado na figura 4 resultou das conclusões obtidas pelo grupo 2 no experimento sobre as ondas sonoras.

Desprende do mapa elaborado pelo grupo, que o som depende da espessura (massa), do comprimento da corda e de uma terceira variável, a elasticidade da corda, para emitir sons graves e agudos. Essa última relação com a elasticidade da corda não pode ser considerada válida por não ser um fator de dependência do som agudo ou grave, por isso subtraímos 3 proposições do total válido e significativo.

Durante o experimento os alunos observaram que, ao ser tensionada, a corda de nylon “esticava”. Por esse motivo é mais fácil e mais concreto para o aluno entender que a elasticidade (a qual está “vendo”) da corda, influencia no resultado e não a tensão (F, a qual não “enxerga”). Pelo mapa não são relacionadas as variáveis de comprimento (L), Força (F) e frequência (f) com o som agudo ou grave.

ATIVIDADE 4: Construção do mapa sobre o estudo das ondas mecânicas e sonoras.

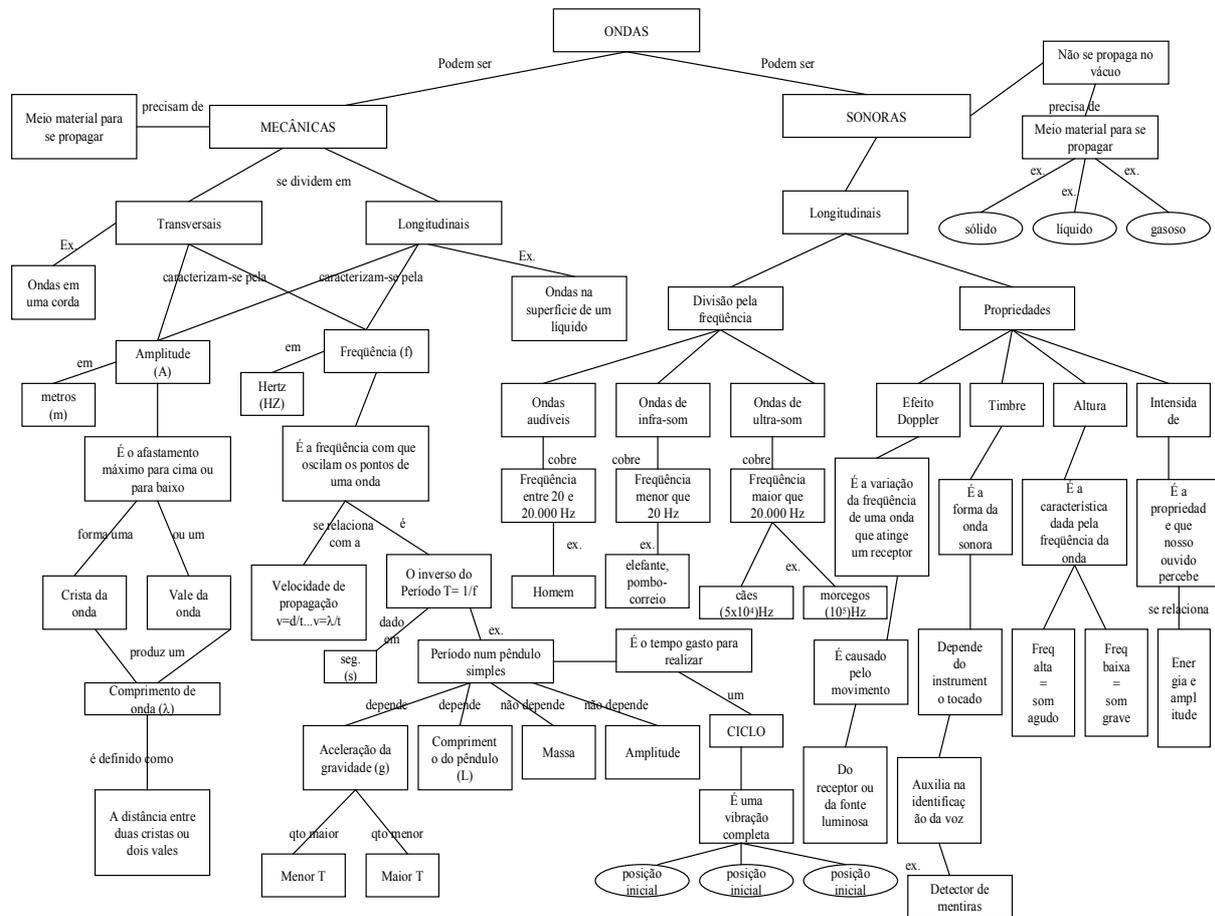


Figura 23: Mapa de referência sobre os conceitos gerais de ondas. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

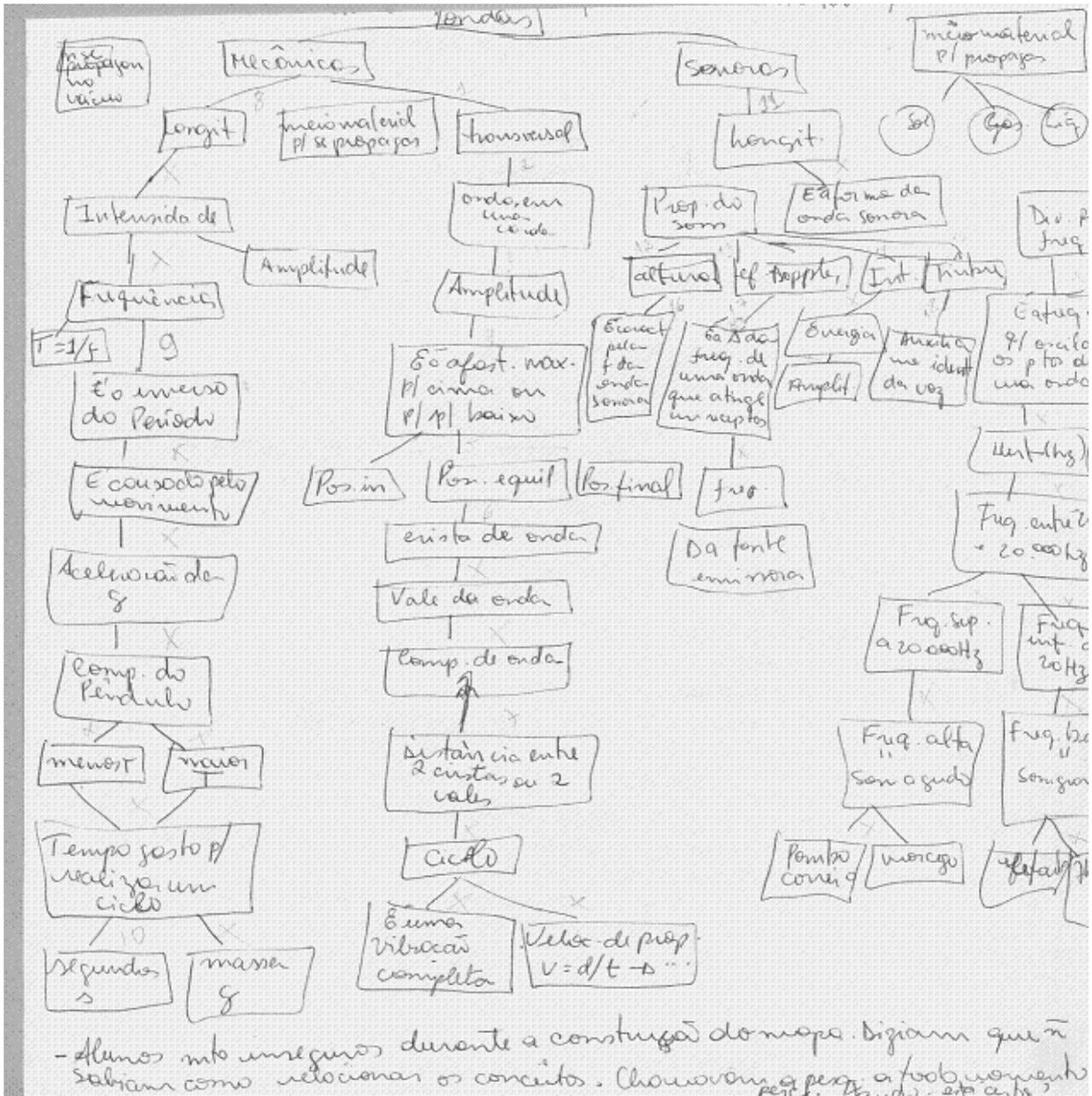


Figura 24: Mapa conceitual sobre conceitos gerais de ondas construído pelos alunos do G2 AT 4.

Tabela 14 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G2 - AT4

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	70	18
Hierarquia: cada nível válido	8x5	4x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	0	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	121	38

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Este grupo apesar de ter se destacado quanto ao interesse pela atividade, apresentou muita dificuldade na elaboração do mapa conceitual. A ausência de palavras explicativas interligando as relações, nesta fase inicial do trabalho, pode ser entendida como falta de “intimidade” com a estratégia, o grande número de conceitos a serem relacionados e o tempo para realizá-lo. De uma maneira geral este grupo conseguiu estabelecer um número razoável de relações conceituais, demonstrando compreensão dos tópicos abordados no estudo das ondas. Contudo, não há uma clara distinção entre conceitos gerais e específicos. Alguns conceitos gerais (ondas mecânicas e sonoras-longitudinais e transversais, comprimento do pêndulo – período maior e menor–realização de um ciclo, amplitude, propriedades do som, etc), foram satisfatoriamente diferenciados. Outros (crista de onda, comprimento, aceleração da gravidade, frequência, etc) se relacionaram linearmente com apenas um conceito.

Consideramos como válidas e significativas dezoito ligações estabelecidas no mapa elaborado pelo grupo. Por meio dessas ligações ficou demonstrado a compreensão de quais conceitos eles (os alunos) entendem como correspondentes para se estabelecer uma ou mais relações, ou seja, por meio da ligação entre conceitos o aluno expõe (cognitivamente) “como entende” que um conceito se relaciona com outro(s).

Percebemos que alguns conceitos foram “colados” e “ligados” a outros aleatoriamente à medida que se aproximava o horário do término da aula. A maioria tinha horário para pegar sua condução (ônibus urbano).

ATIVIDADE 5: Elaborar mapas sobre os conceitos introdutórios de Óptica.

A. Construção de três mapas conceituais contendo conceitos introdutórios de Óptica.

A.1 – Mapa sobre objetos luminosos.

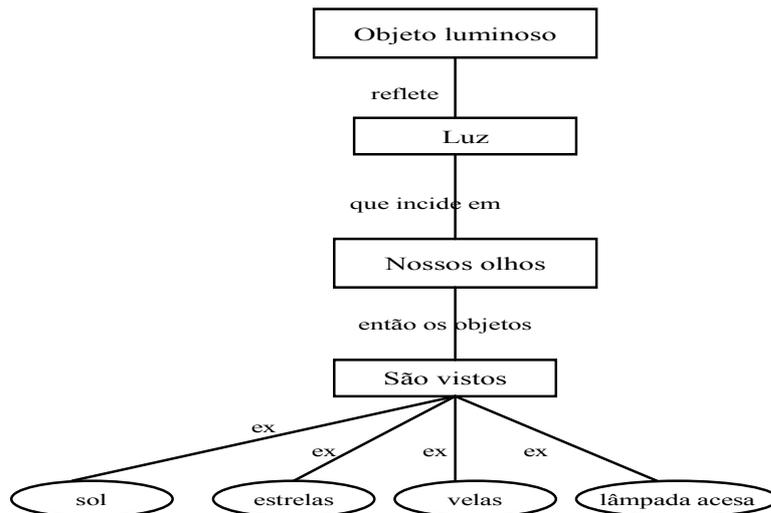
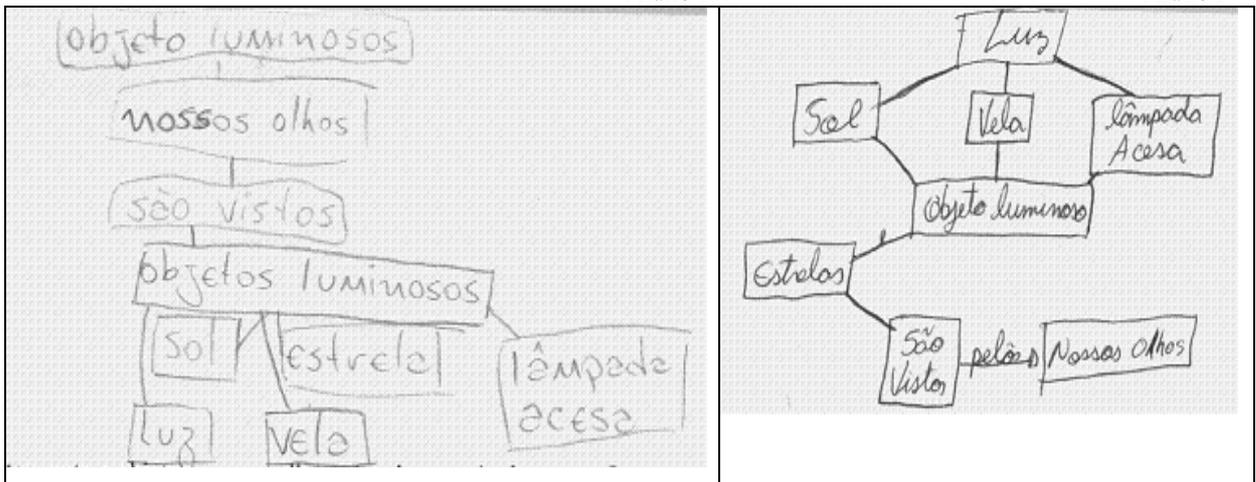


Figura 25: Mapa conceitual de referência sobre objeto luminoso. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

Aluno F

Aluno P



Aluno B

Aluno G

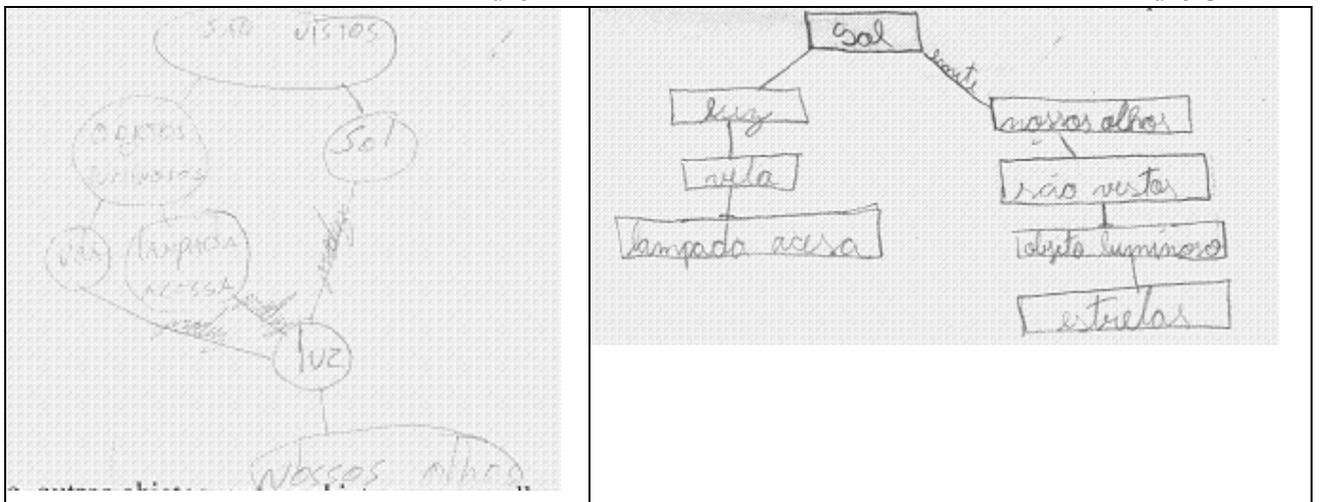


Figura 26: Mapas conceituais sobre objeto luminoso, construídos pelos alunos do G2 - AT 5. A ordem de apresentação acima, dispõe respectivamente os mapas dos alunos P, B e G.

Tabela 15– Pontuação obtida após análise dos mapas construídos pelos alunos do G2 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	Aluno F	Aluno P	Aluno B	Aluno G
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	7	7-5=2	5	5	5
Hierarquia: cada nível válido	4x5	0	2x5	5x5	3x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0	0	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	4	0	0	0	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS	31	2	15	30	20

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Alguns mapas expressam concepções alternativas, como, p.e., os que evidenciam apenas o Sol como objeto luminoso, diferenciando-o de outros objetos como vela, estrelas, lâmpada acesa, etc., também luminosos. Apesar dos conceitos terem sido sugeridos, os mapas refletem a dificuldade dos alunos em organizar os conceitos chaves intermediários e os exemplos. O aluno F inicia seu mapa com o conceito geral Sol, ao invés de objetos luminosos. Não estabelece relações válidas ou significativas, pois o Sol neste caso deveria ser identificado como um exemplo de objeto luminoso. O aluno P distingue dois conceitos, Sol e objetos luminosos e os coloca num mesmo nível hierárquico, sendo ambos “produtores” de luz. Das relações explicitadas no mapa foram consideradas válidas e significativas apenas cinco: *objeto luminoso-vela*, *lâmpada acesa-luz-nossos olhos*.

O aluno B apesar de não hierarquizar corretamente os conceitos consegue diferenciá-los. A dificuldade em organizar os conceitos em sua estrutura cognitiva é perceptível pela relação *objeto luminoso -nossos olhos - são vistos* ao invés de *objeto luminoso - são vistos-nossos olhos*. O aluno G se confunde ao diferenciar os tipos ou exemplos de objeto luminoso. Entende que são vistos por nossos olhos, mas não dá sinais de compreensão do processo da reflexão da luz para ocorrência da visão. Diferentemente dos outros dois primeiros mapas (alunos F e P) este revela que o aluno compreende que Sol, vela, lâmpada acesa e estrelas são objetos luminosos e que são vistos, contudo não os relaciona significativamente com a emissão da luz para serem vistos.

A.2 - Mapa sobre objetos iluminados.

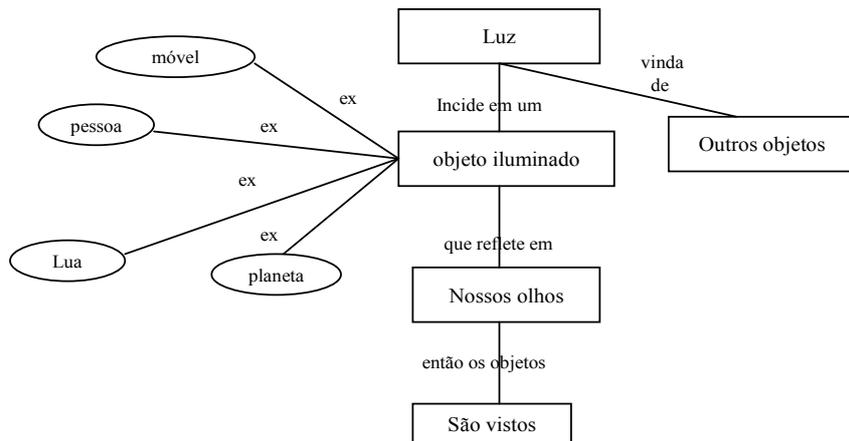
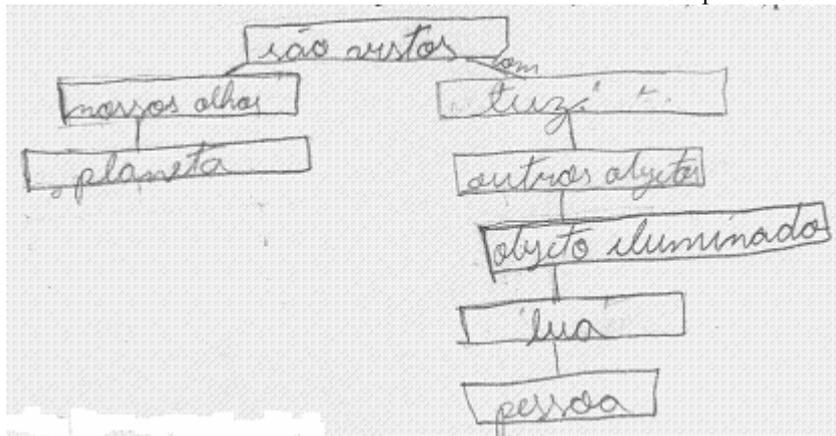
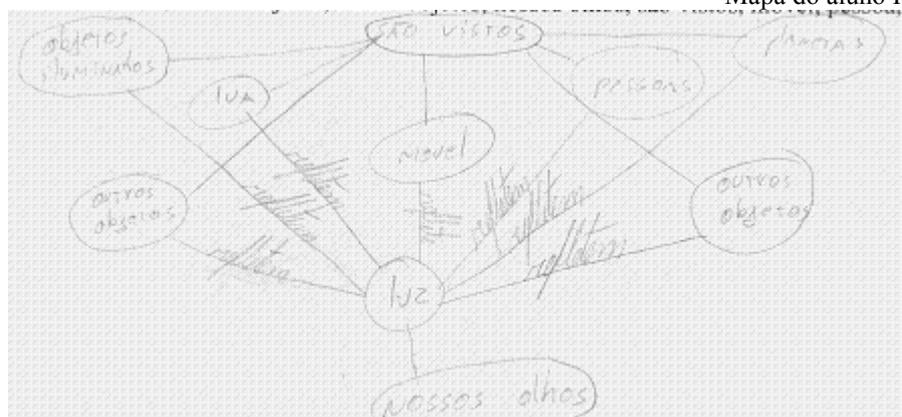


Figura 27: Mapa conceitual de referência sobre objeto iluminado. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

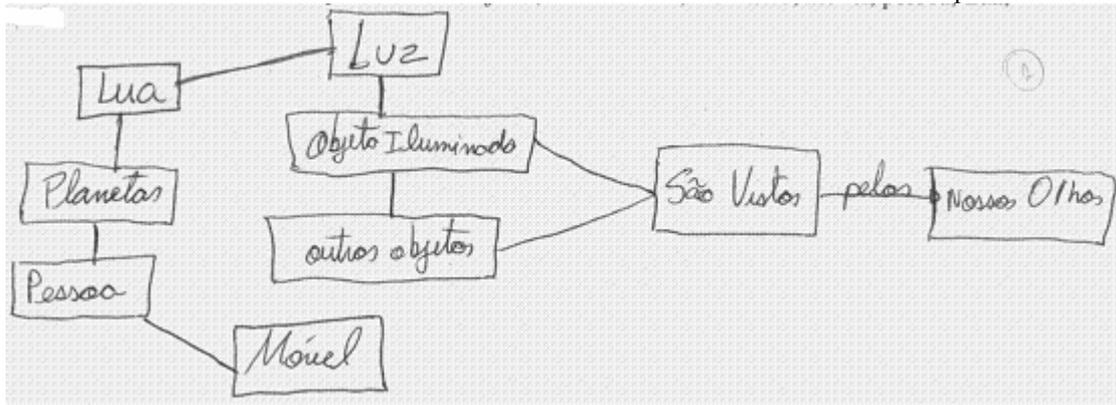
Mapa do aluno F.



Mapa do aluno P.



Mapas do aluno B



Mapa do aluno G

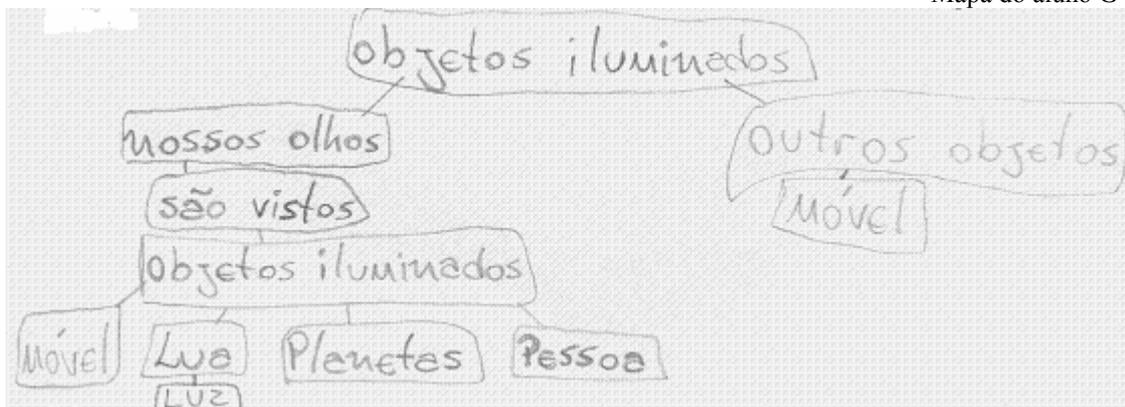


Figura 28: Mapas conceituais sobre objeto luminoso, construídos pelos alunos do G2 - AT 5. A ordem de apresentação acima, dispõe respectivamente os mapas dos alunos F, P, B e G.

Tabela 16 – Pontuação obtida após análise dos mapas construídos pelos alunos do G2 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	Aluno F	Aluno P	Aluno B	Aluno G
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	8	7-5=2	6	9-2=7	9-5=4
Hierarquia: cada nível válido	3x5	3x5	3x5	4x5	2x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0	0	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	04	0	0	0	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS	27	17	21	29	14

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O aluno F não estabelece relações significativas, porém foram consideradas duas ligações válidas: *objeto iluminado-lua-pessoa*. O aluno P novamente se confunde na hierarquização dos conceitos. Não consegue organizar os conceitos de forma a explicar o

fenômeno. Foram consideradas válidas seis proposições pelo fato de demonstrar que os objetos luminosos refletem a luz.

O aluno B não consegue estabelecer relações significativas. Foram consideradas válidas as relações *objeto iluminado-móvel-Lua-planetas-pessoa*. O aluno G relaciona luz com objeto iluminado e outros objetos, demonstrando compreender a relação *luz-objeto iluminado-outras objetos-são vistos-nossos olhos*. Entretanto, não demonstra compreender corretamente o conceito de objeto iluminado, uma vez que liga *Lua-planetas-pessoa-móvel* ao conceito de luz e não de objeto iluminado.

A.3 - Mapa sobre a visualização de um objeto

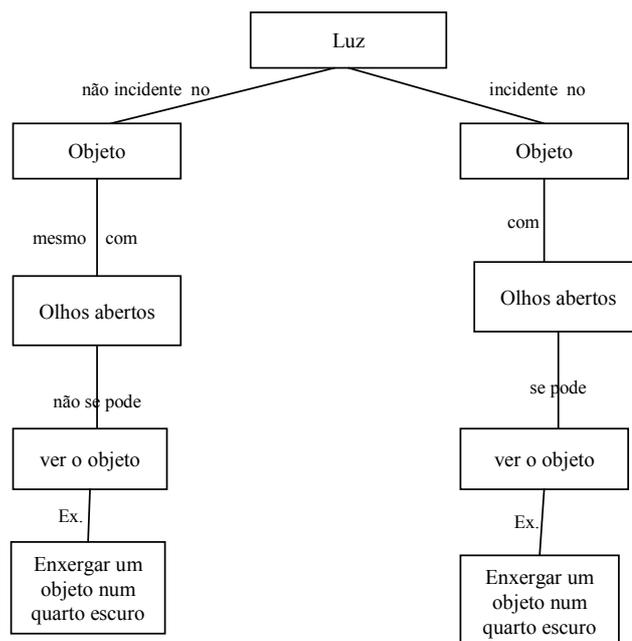
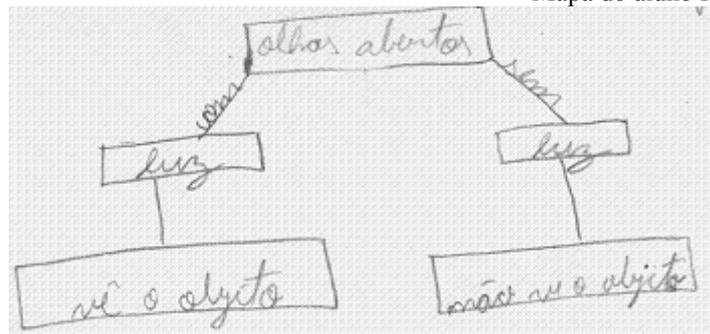
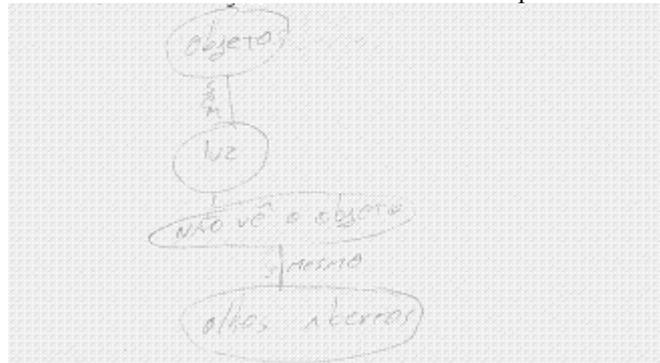


Figura 29: Mapa conceitual de referência sobre objeto iluminado. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

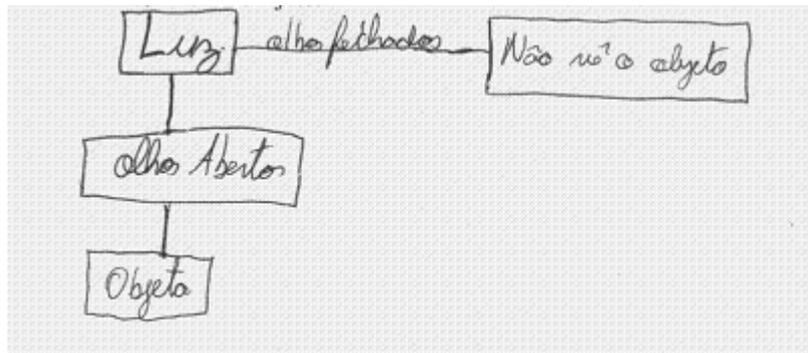
Mapa do aluno F.



Mapa do aluno P.



Mapa do aluno B.



Mapa do aluno G

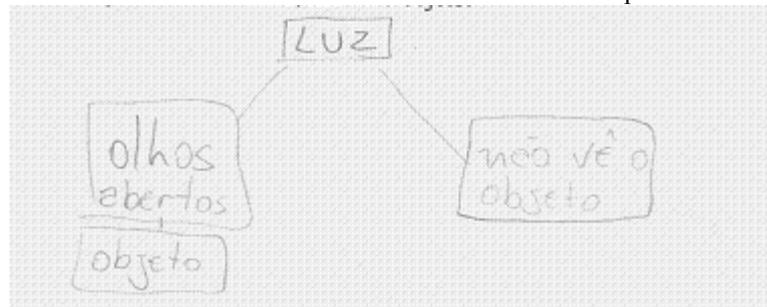


Figura 30: Mapas conceituais sobre objeto luminoso, construídos pelos alunos do G2 - AT 5. A ordem de apresentação acima, dispõe respectivamente os mapas dos alunos F, P, B e G.

Tabela 17 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G 2 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	Aluno F	Aluno P	Aluno B	Aluno G
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	8	4	3	0	0
Hierarquia: cada nível válido	3x5	2x5	3x5	0	0
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0	0	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	2	0	0	0	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS	25	14	18	0	0

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O aluno F consegue estabelecer quatro proposições válidas e significativas com dois níveis hierárquicos relacionados satisfatoriamente. O aluno P demonstra compreender a importância da luz para a visualização de um objeto. Contudo, estabelece apenas três proposições válidas e significativas com três níveis hierárquicos. Os alunos B e G não conseguem estabelecer nenhuma relação conceitual significativa.

B - Construção de mapas conceituais sobre experimentos.

B.1 - Mapa referente a experimento sobre espelhos planos e superfície refletora.

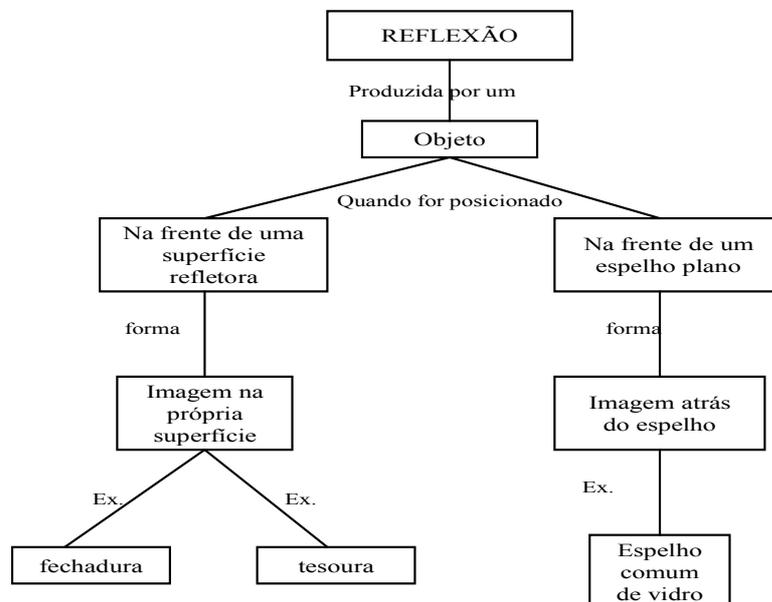


Figura 31: Mapa conceitual de referência sobre experimento de reflexão

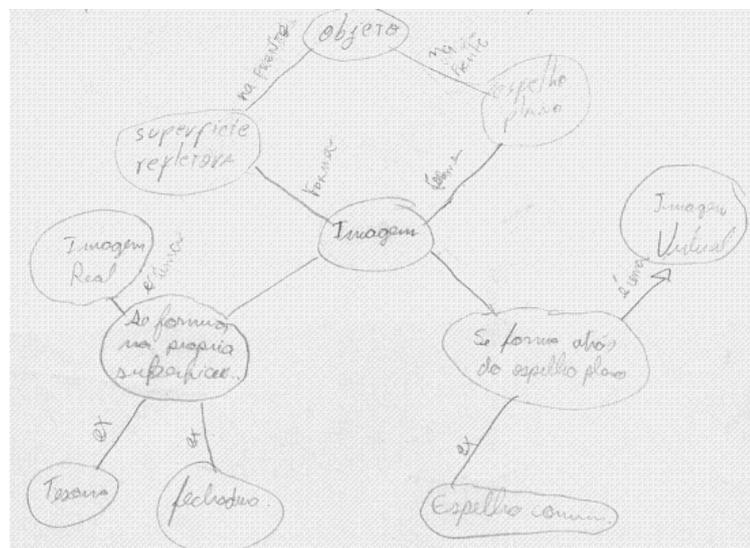


Figura 32: Mapa de experimento sobre reflexão - alunos do G2 - AT5.

Tabela 18 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G2 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	8	11
Hierarquia: cada nível válido	4x5	5x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	03	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	31	36

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O objetivo deste experimento foi diferenciar a imagem formada por uma superfície refletora (plana e polida) da imagem formada por um espelho plano. O mapa construído pelos alunos sugere a compreensão tanto do experimento quanto do assunto. Foram estabelecidas onze proposições válidas e significativas em cinco níveis hierárquicos.

Explicita que o mesmo objeto pode produzir uma imagem sob uma superfície refletora ou atrás de um espelho plano.

B.2 - Mapa referente a experimento sobre índice de refração.

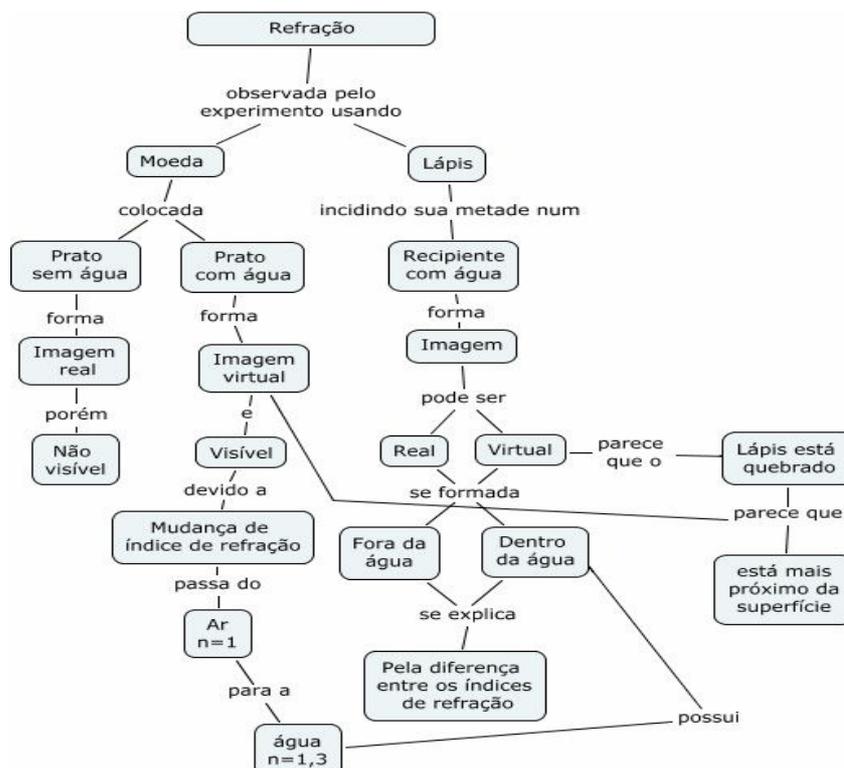


Figura 33: Mapa conceitual de referência de experimento sobre índice de refração.

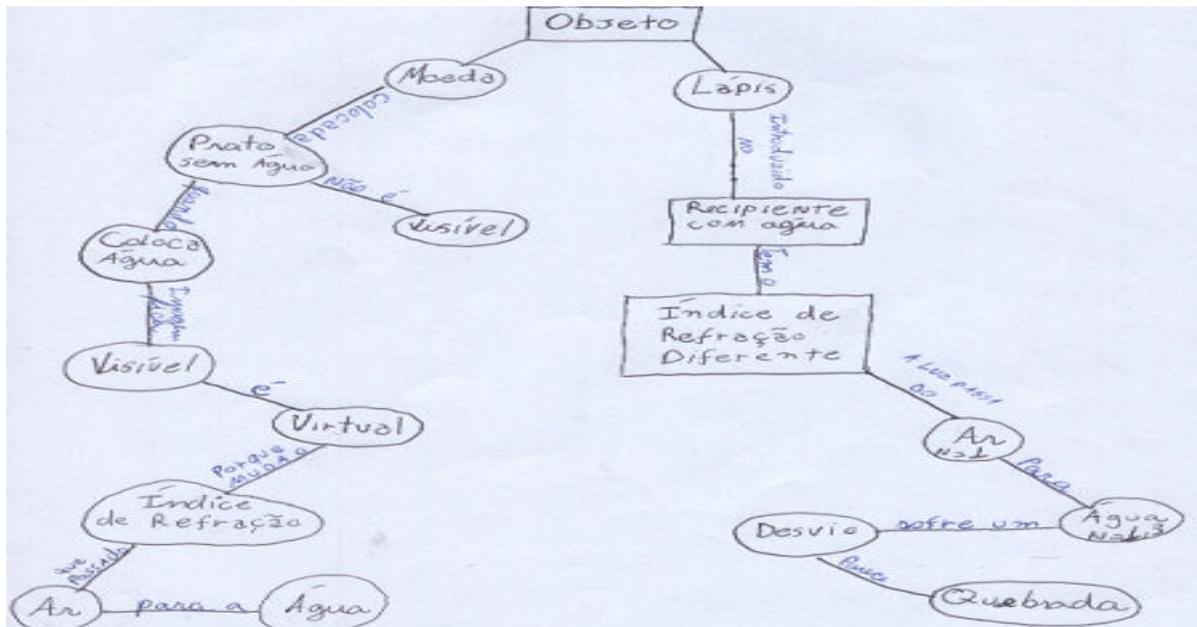


Figura 34: Mapa conceitual de experimento sobre refração construído pelos alunos do G2 – AT5.

Tabela 19 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G2 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	24	14
Hierarquia: cada nível válido	6x5	6x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	1x10	0
Exemplos: cada exemplo válido	0	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	64	44

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O objetivo deste experimento foi observar que a luz sofre desvios em sua trajetória retilínea ao passar por meios com índices de refração diferentes. E que a imagem formada por um objeto mergulhado, por exemplo, na água (com índice de refração maior que o do ar) será virtual, ou seja, se apresentará situada acima da posição verdadeira ou mais próxima da superfície do que o objeto.

No mapa elaborado são estabelecidas quatorze proposições válidas e significativas que demonstram tanto a compreensão do experimento quanto do tema. Os conceitos, entretanto, foram dispostos verticalmente, demonstrando linearidade conceitual.

Não foram estabelecidas ligações horizontais com outros conceitos correlatos, como demonstrado no mapa de referência. Observamos nessa construção que os alunos ficam preocupados simplesmente em descrever o experimento. O conceito principal (geral) sobre o fenômeno da refração não é evidenciado nem relacionado com algum conceito intermediário.

Não são estabelecidas ligações entre o que os alunos estudaram em sala de aula (aulas teóricas sobre a refração) e o experimento realizado.

ATIVIDADE 6: Mapa sobre os conceitos gerais de Óptica.

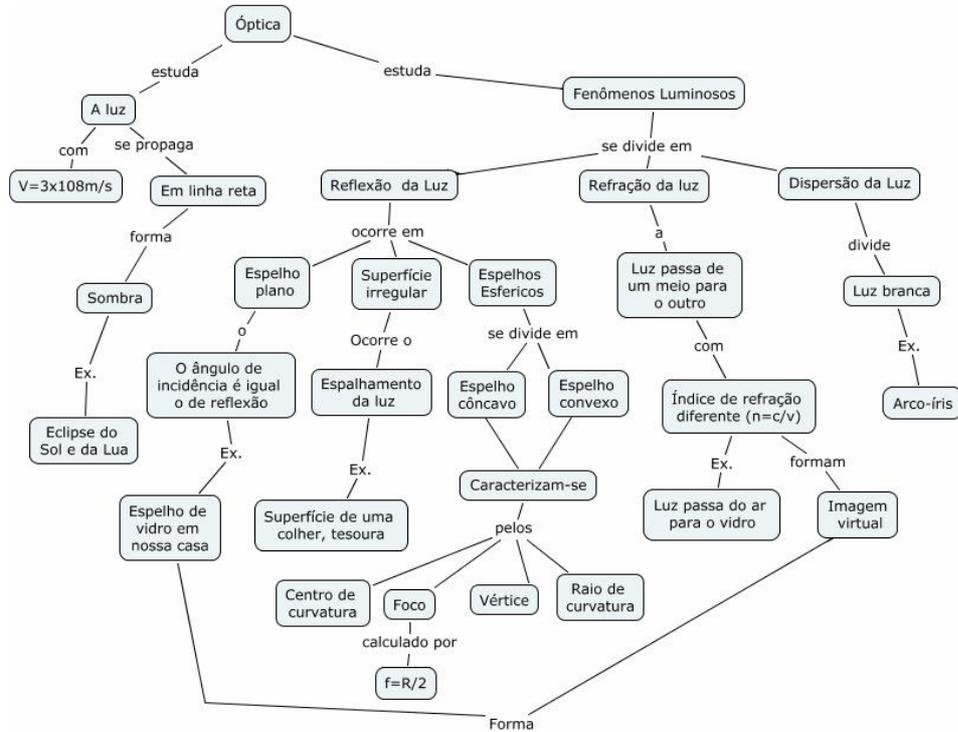


Figura 35: Mapa conceitual de referência sobre conceitos gerais de óptica. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

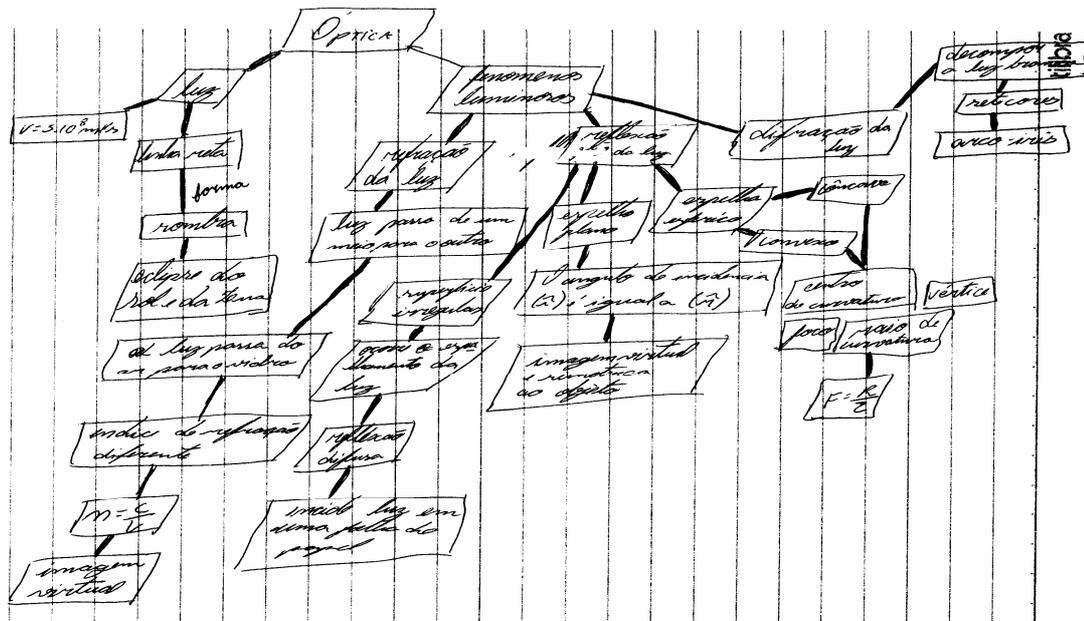


Figura 36: Mapa conceitual sobre conceitos de óptica, construído pelos alunos do G2 - AT6.

Tabela 20 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G2 - A6.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	31	30
Hierarquia: cada nível válido	6x5	6x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	5	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	65	60

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Este grupo elabora um mapa conceitual que demonstra compreensão de alguns aspectos importantes acerca da luz e de suas propriedades ópticas. Foram caracterizados a luz, sua propagação e dados alguns exemplos, porém não foram utilizados conectores entre conceitos. Percebemos a dificuldade dos alunos em usar os conectores. Durante todo o trabalho foi enfatizado que cada conceito deveria ser ligado a outro conceito por meio de uma palavra, frase, enunciado, etc. Porém os resultados demonstram que ainda é um fator a ser transposto pelos alunos. Foram caracterizados satisfatoriamente os fenômenos (reflexão, refração, difração, etc), totalizando trinta proposições dispostas em seis níveis hierárquicos.

5.1.3. GRUPO 3

ATIVIDADE 2: Mapa conceitual sobre o texto “Porque estudar Física”.

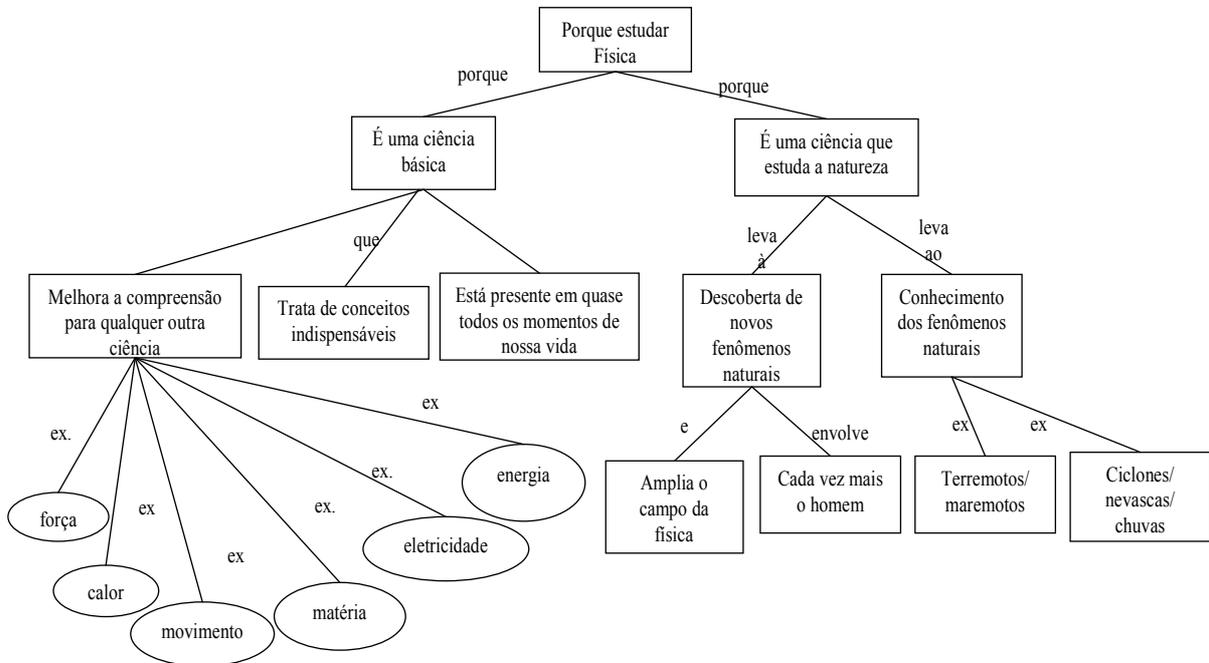


Figura 37: Mapa de referência elaborado sobre o texto “Estudo da Física”.

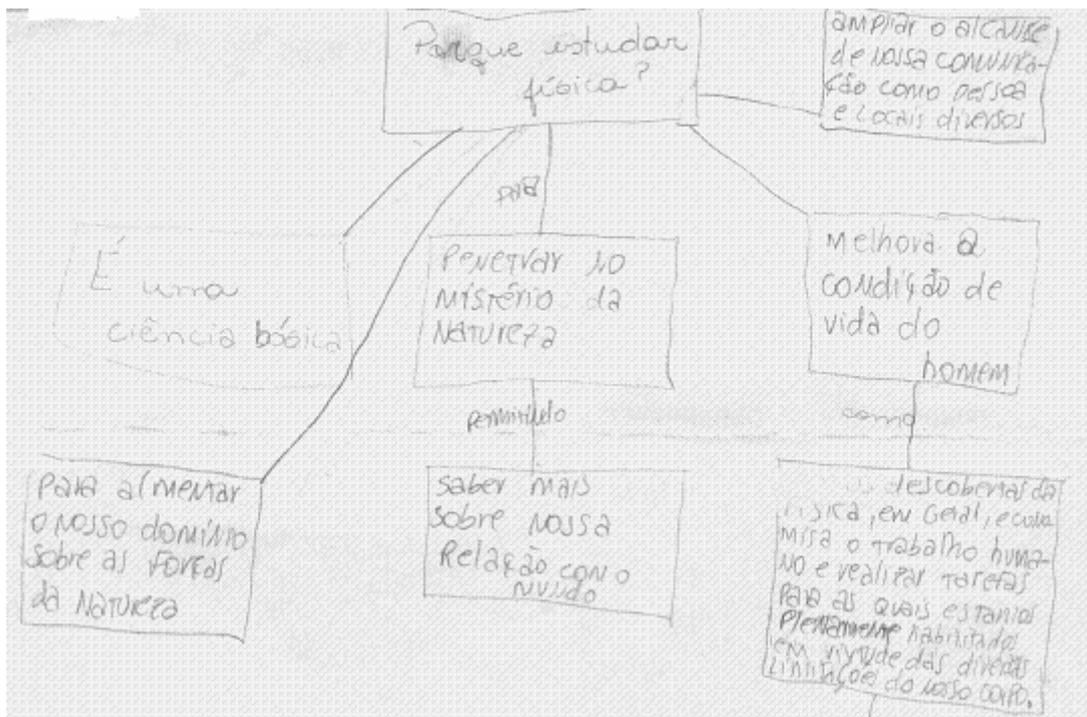


Figura 38: Mapa conceitual sobre o texto “Estudo da Física” elaborado pelos alunos do G3 - AT 2.

Tabela 21 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G3 - AT2.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	17	7
Hierarquia: cada nível válido	3x5	2x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	8	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	40	17

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Este grupo conseguiu delimitar os porquês de se estudar a física, relacionando aspectos como “é uma ciência básica”, “*penetra nos mistérios naturais*”, “*melhora a condição de vida do homem*”.

As ligações “*amplia o alcance da comunicação entre pessoas em locais diversos*” e “*aumenta o domínio*” estão cientificamente correta, embora não estejam relacionadas diretamente com o porquê, mas com “*melhora a compreensão de qualquer ciência*” ou a “*condição de vida do homem*”. O termo “*permitido*” ligado a “*saber mais sobre nossa relação com o mundo*” justifica o conhecimento dos mistérios da natureza.

Ficou evidenciado que os alunos tiveram pouca clareza do porquê estudar física. Apesar de o texto trazer uma direção para o tema, não se nota compreensão dos principais aspectos que justificam o estudo da física. Verificamos que a frágil compreensão foi resultado da pouca dedicação e da indisciplina da turma.

ATIVIDADE 3: Construção de mapas referente a experimentos sobre ondulatória

A . Mapa referente a experimento sobre pêndulo.

Este experimento teve como objetivos: a) calcular o período de oscilação de um pêndulo preso a um barbante de comprimento $L = 50$ cm, executando 20 vibrações (ciclos) completas; b) verificar que aumentando o comprimento do barbante (L), o período (T) aumentará; c) e que aumentando a massa (m) do corpo, o valor do período (T) não se altera, ou seja, o período depende apenas de L e não de m .

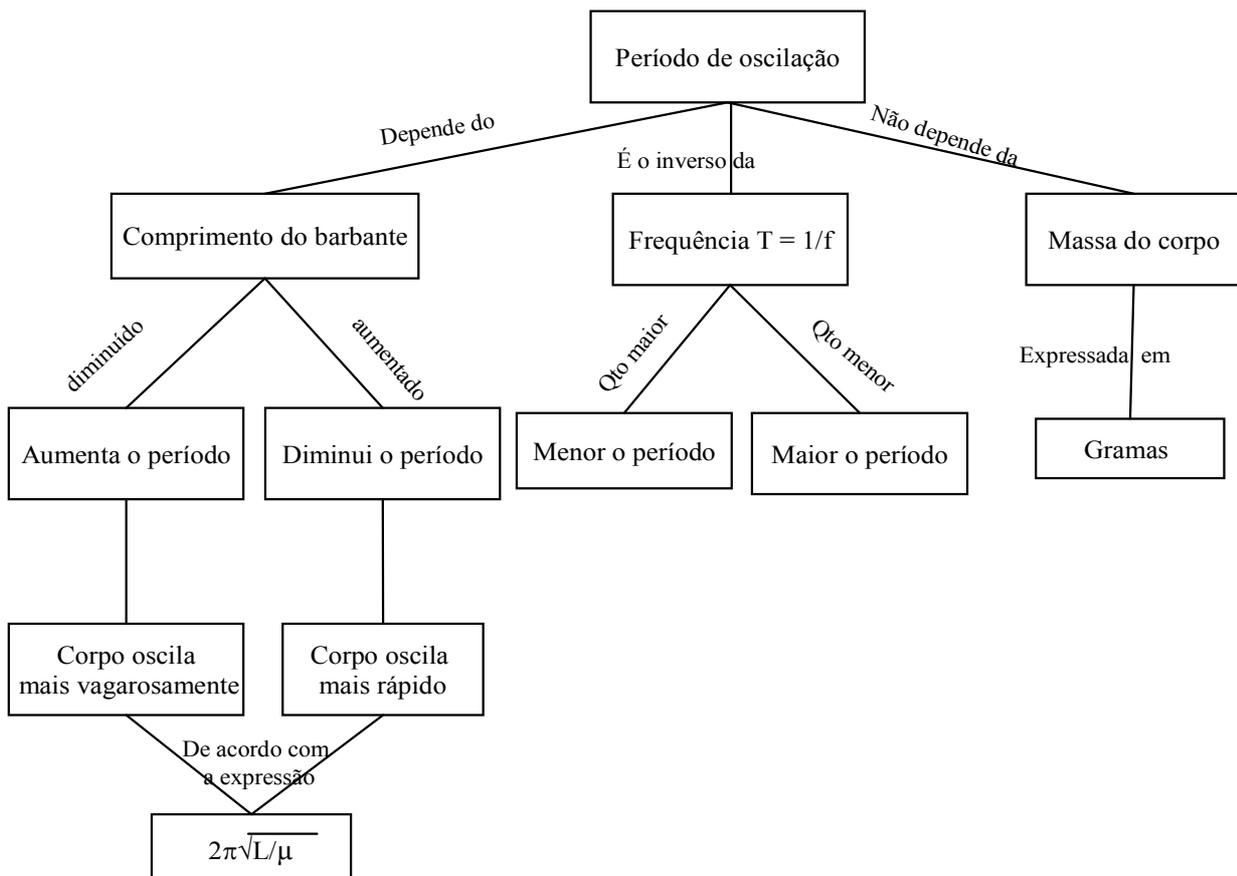


Figura 39: Mapa de referência elaborado sobre experimento com pêndulo elaborado pelo G3 - AT3.

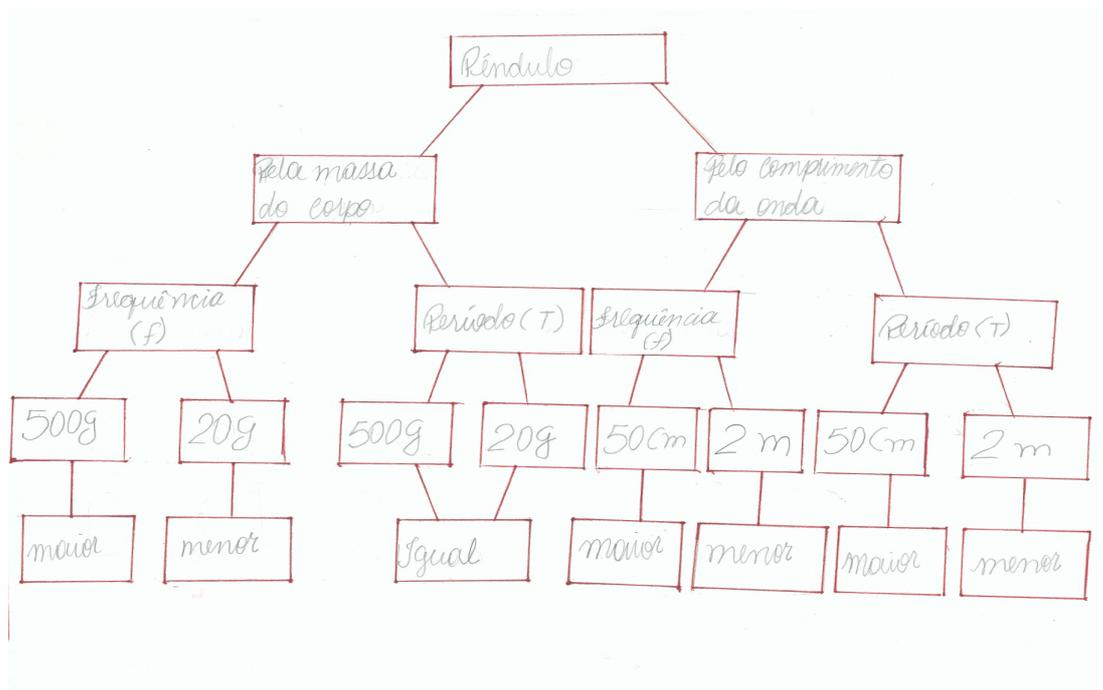


Figura 40: Mapa conceitual sobre experimento com pêndulo elaborado pelo G3 - AT3.

Tabela 22 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G3 - AT3.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	12	22
Hierarquia: cada nível válido	4x5	4x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	0	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	32	42

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Pelo mapa elaborado o grupo dividiu o experimento em função da massa do corpo pendurado e do comprimento da corda (barbante). Não foram usados termos conectores. Com duas massas já definidas (500 g) e (20 g) concluíram corretamente que o período de oscilação não se alterou. Contudo, ao se alterar o comprimento do barbante de 0,5 m para 2m, perceberam variação no período. As proposições que ligaram a frequência com a massa e com o comprimento não foram consideradas válidas ou significativas, pois a frequência deveria estar relacionada com o período e não com o comprimento ou a massa.

ATIVIDADE 4: Construção de mapas sobre o estudo das ondas mecânicas e sonoras.

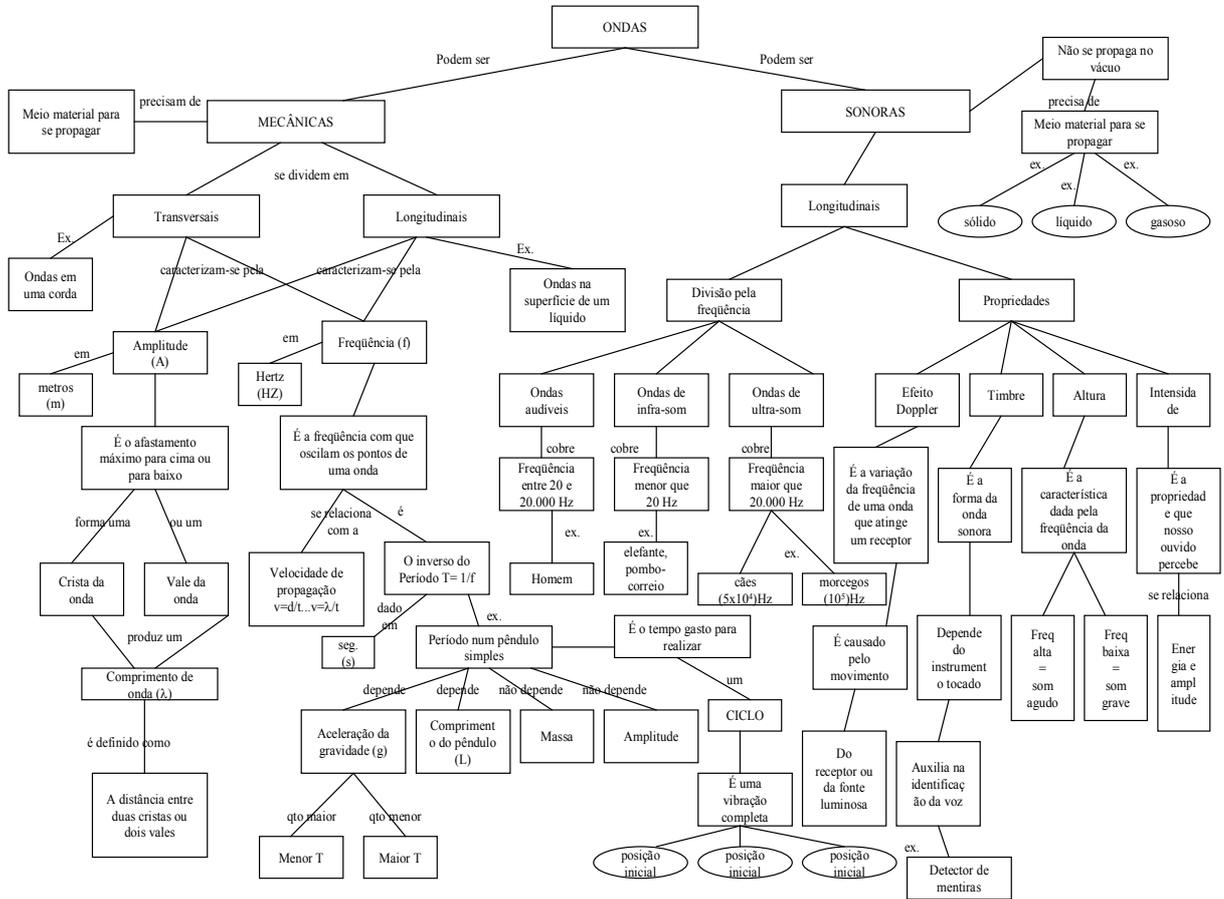


Figura 41: Mapa de referência sobre os conceitos gerais de ondas.

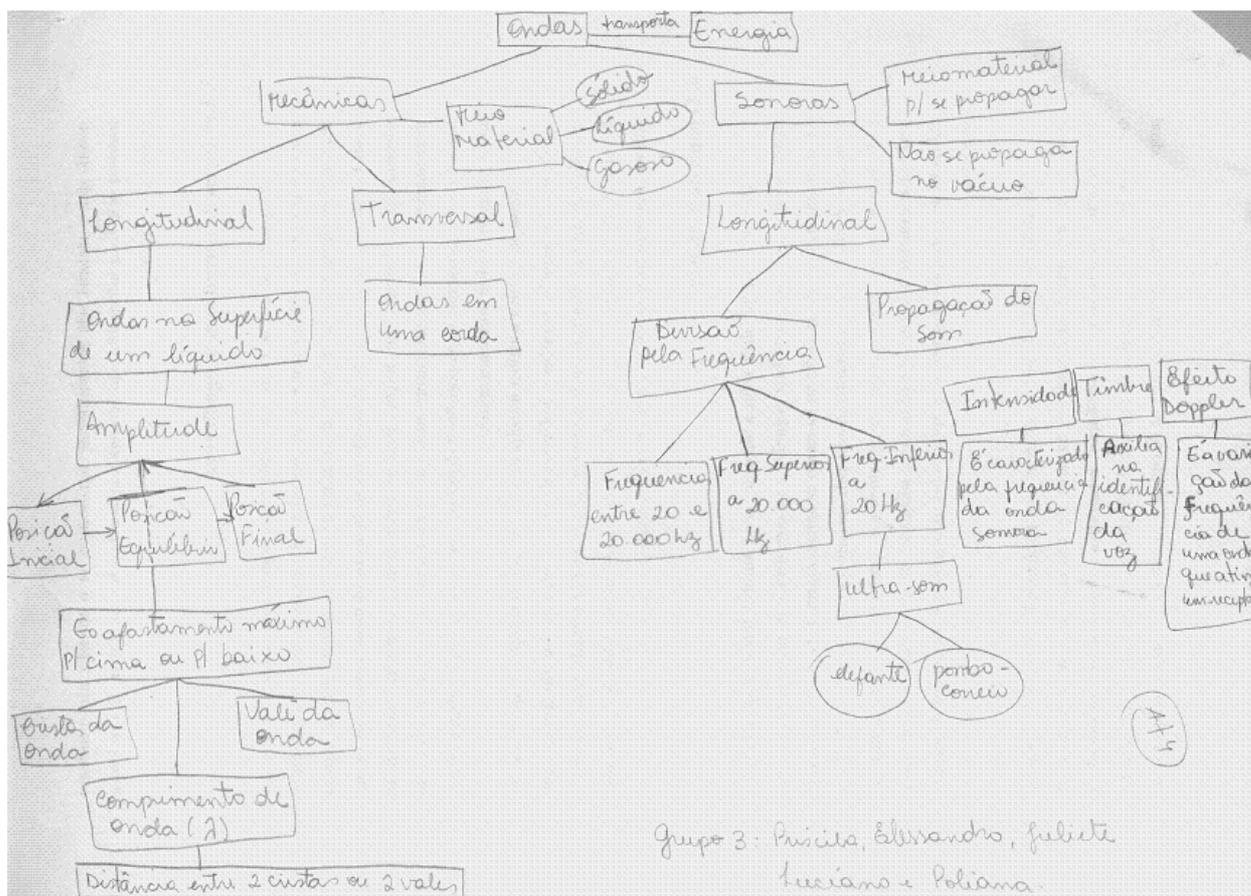


Figura 42: Mapa conceitual sobre os conceitos gerais de ondas elaborado pelos alunos do G3 - AT4.

Tabela 23 - Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G3- AT4.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	70	35
Hierarquia: cada nível válido	8x5	7x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: <ul style="list-style-type: none"> - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar 	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	11	2
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	121	72

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Este grupo se caracterizou inicialmente por seu desinteresse em realizar as tarefas propostas. Permaneciam apáticos nas aulas e apresentavam fragilidades conceituais, o que talvez fosse a causa da aparente apatia. Infelizmente, apesar de todo esforço em motivá-los, não conseguiram realizar toda a atividade em duas aulas. Três integrantes do grupo

demonstraram o tempo todo que não se interessavam pelo assunto e que pouco se importavam em desenvolver ou não àquela estratégia. Apenas dois integrantes se interessaram em continuar o trabalho, tentando ao mesmo tempo motivar o restante.

Por meio do mapa elaborado observamos a dificuldade dos alunos em relacionar conceitos entre si. Apesar de ser uma atividade trabalhosa, reconhecemos isso depois de aplicá-la, o grupo conseguiu relacionar 35 conceitos satisfatoriamente. Estabeleceram 8 hierarquias, demonstrando a diferença entre os conceitos envolvidos.

ATIVIDADE 5

A - Construção de três mapas conceituais contendo conceitos introdutórios de Óptica.

A.1 - Mapa sobre objetos luminosos.

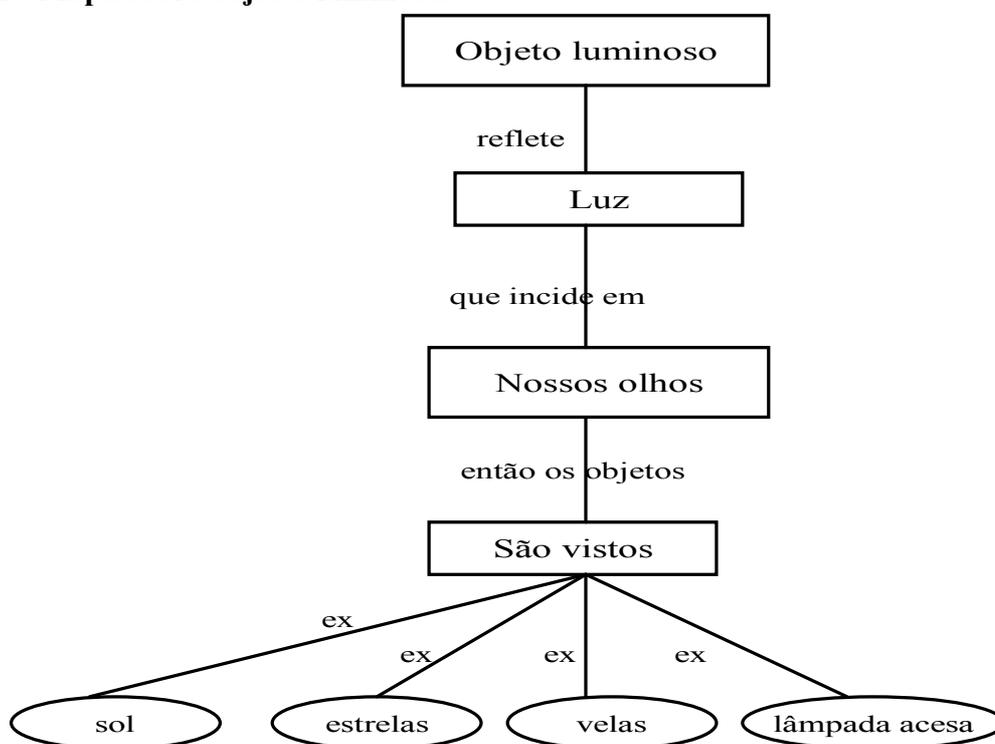
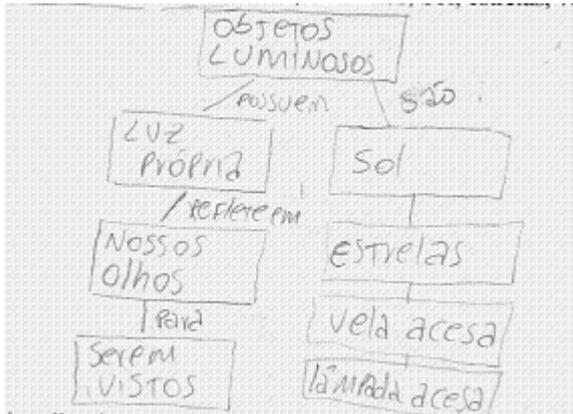
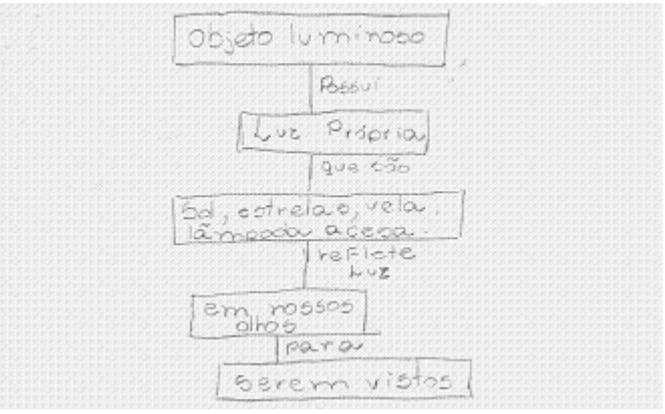


Figura 43: Mapa de referência sobre objetos luminosos.

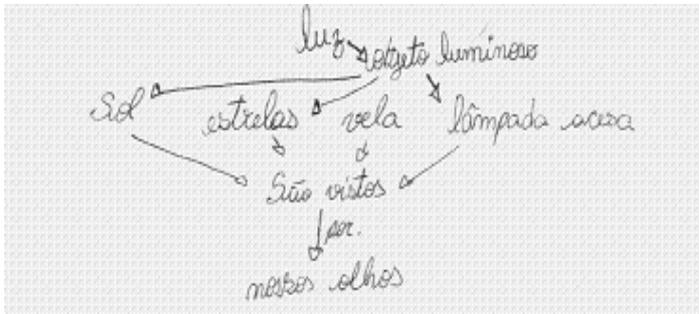
Aluno E



Aluno J



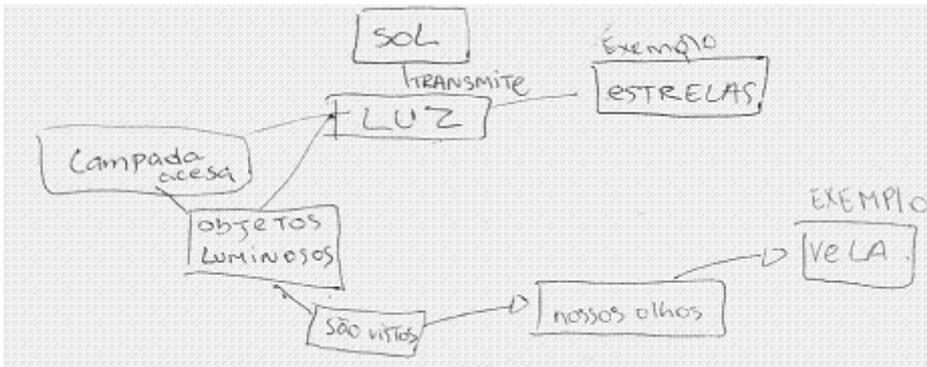
Aluno P



Aluno F



Aluno C



Aluno S

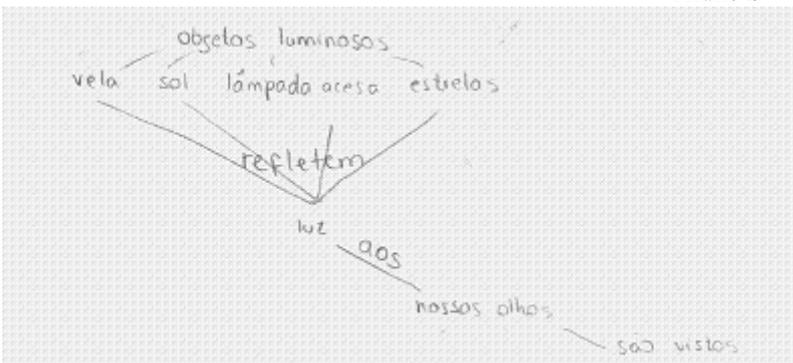


Figura 44: Mapas conceituais sobre objetos luminosos elaborados pelos alunos do G3 - AT 5. A ordem de apresentação acima, dispõe respectivamente os mapas dos alunos E, J, P, F, C e S.

Tabela 24 – Pontuação obtida após análise dos mapas construídos pelos alunos do G3 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	Aluno E	Aluno J	Aluno P	Aluno F	Aluno C	Aluno S
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	7	7-3=4	4	7-4=3	4	7-4=3	4
Hierarquia: cada nível válido	4x5	4x5	4x5	3x5	3x5	2x5	3x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0	0	0	0	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	4	4	4	4	5	1	5
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	31	28	28	22	24	14	24

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O aluno C demonstra não compreender o conceito de objeto luminoso ao elaborar a relação de que apenas o Sol transmite luz para que *os objetos luminosos sejam vistos*. Há falta de hierarquia entre os conceitos relacionados e dificuldade em diferenciar os conceitos gerais, intermediários e específicos. Os alunos E e J relacionam corretamente os conceitos demonstrando compreensão do tema. Estabelecem quatro proposições válidas e significativas com quatro níveis hierárquicos. Contudo o aluno E explicitou sete posições, contudo consideramos apenas quatro, válida e significativa. Os conceitos sol, estrela, vela acesa e lâmpada deveriam ser ligados a um objeto luminoso e não um com o outro.

Os alunos S e F também demonstram pelos mapas elaborados, compreenderem o conceito de objeto luminoso. Contudo, ambos fazem uma inversão de conceitos quando posicionam *os exemplos (Lua, planetas, pessoas, etc)* num nível hierárquico superior aos *conceitos intermediários*. Apesar disso entendemos que os conceitos foram corretamente diferenciados; por esse motivo, foram consideradas válidas e significativas as quatro proposições dispostas em três níveis hierárquicos e os cinco exemplos interligados. O aluno P estabelece quatro proposições, dispostas em três níveis hierárquicos. Contudo, na ligação *luz-objeto luminoso*, percebemos que faltou um termo ou palavra que esclarecesse ou distinguísse

objeto luminoso de objeto iluminado. E isto foi confirmado no segundo mapa elaborado pelo aluno nesta mesma atividade. Se nos adiantarmos em considerar o segundo mapa, percebemos que o conceito *luz-ilumina* tanto *objeto luminoso* quanto *objeto iluminado*. Fazendo assim, no primeiro mapa consideramos inválida a proposição *luz-objeto luminoso*.

A 2 - Mapa sobre objetos iluminados.

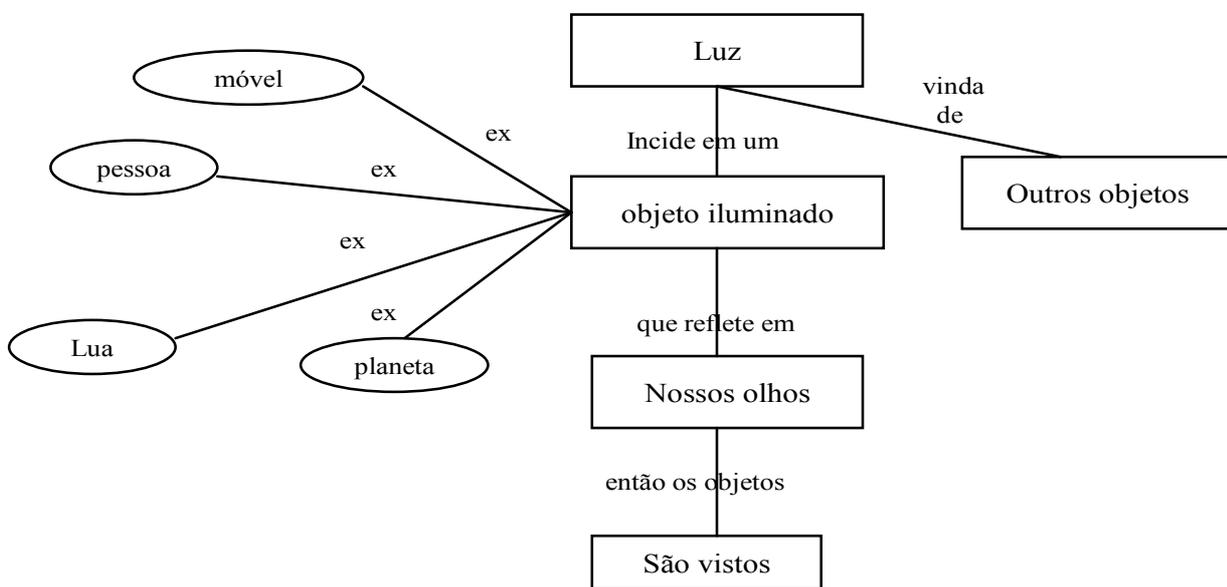
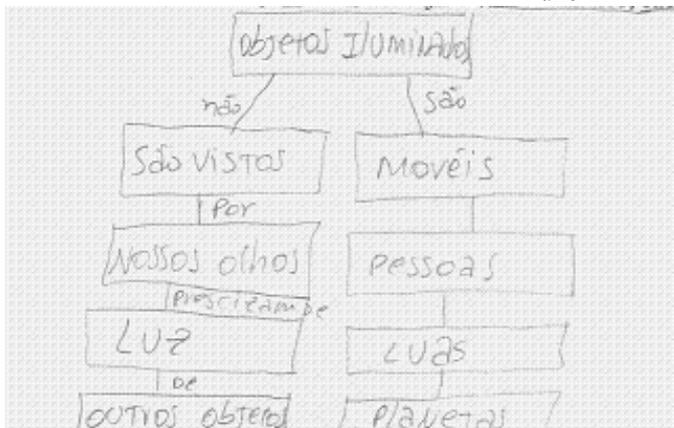
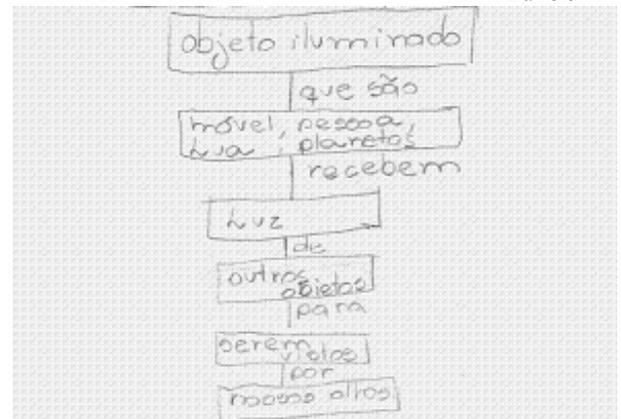


Figura 45: Mapa de referência sobre objetos iluminados.

Aluno E



Aluno J



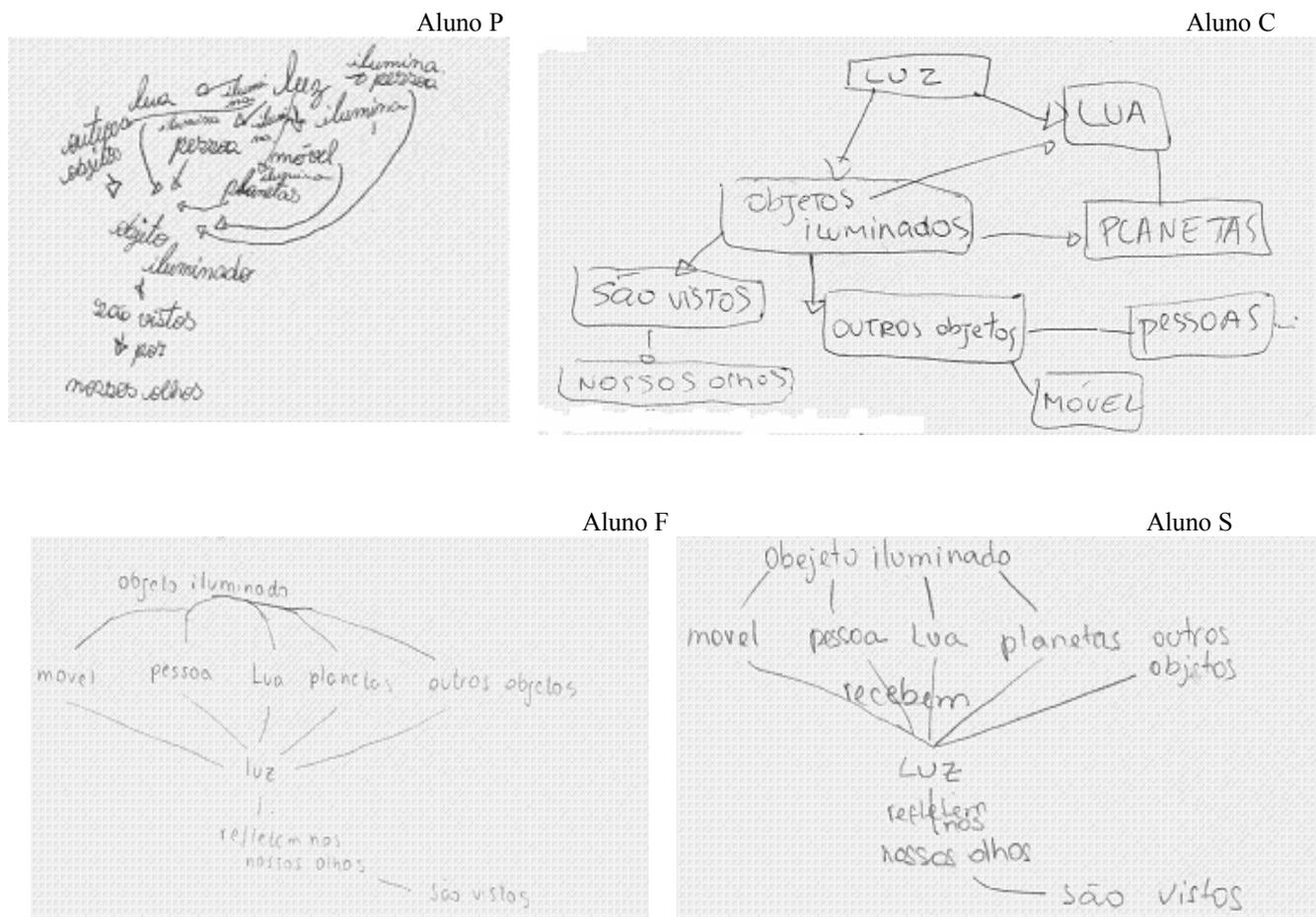


Figura 46- Mapas conceituais sobre objetos luminosos elaborados pelos alunos do G3 - AT5. A ordem de apresentação acima, dispõe respectivamente os mapas dos alunos E, J, P, C F e S.

Tabela 25 – Pontuação obtida após análise dos mapas construídos pelos alunos do G 3 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	Aluno E	Aluno J	Aluno P	Aluno C	Aluno F	Aluno S
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	8	4	4	3	0	4	4
Hierarquia: cada nível válido	3x5	4x5	4x5	3x5	0	3x5	3x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: -válida e significativa -somente válida -criativa ou peculiar	0	0	0	0	0	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	0	4	4	4	0	5	5
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS	23	28	28	22	0	24	24

O aluno C demonstra não compreender o conceito abordado ao relacionar luz com objeto iluminado da mesma forma que fez em seu mapa anterior. A relação válida deveria ser objetos iluminados recebem luz de outros objetos. O erro conceitual também é confirmado quando a aluno não exemplifica como objeto iluminado, a Lua e os planetas, e sim como

outros objetos (ou seja, não iluminados, logo luminosos), semelhante a pessoas e móvel. Como não há clareza suficiente no mapa (as ligações estabelecidas não são significativas, falta direcioná-las por setas ou palavras, falta hierarquização conceitual) não foram consideradas proposições válidas ou significativas. O aluno E estabelece uma diferenciação inversa, isto é, inicia seu mapa pelo conceito geral *objeto iluminado* e afirma: eles não são vistos por *nossos olhos* porque precisam de *luz* de *outros objetos*. São consideradas válidas e significativas, quatro exemplos e proposições, corretamente em quatro níveis hierárquicos.

O aluno J também estabelece corretamente quatro proposições válidas e significativas dispostas em quatro níveis hierárquicos. Utiliza termos de ligação para identificar as relações e os quatro exemplos sugeridos. Contudo, o mapa apresenta uma excessiva verticalidade na diferenciação conceitual, demonstrando que o aluno ainda apresenta dificuldades em estabelecer ligações superordenadas ou transversais.

Os alunos S e F apesar de estabelecerem quatro proposições válidas e significativas não conseguiram relacionar o conceito *outros objetos* à fonte de *luz* que ilumina o *objeto iluminado*. O aluno P novamente demonstra não compreender que a luz que ilumina os objetos exemplificados procede de uma fonte, neste exercício tratada de outros objetos. Estabelece três proposições válidas e significativas em três níveis hierárquicos.

A.3 - Mapa sobre visualização de um objeto

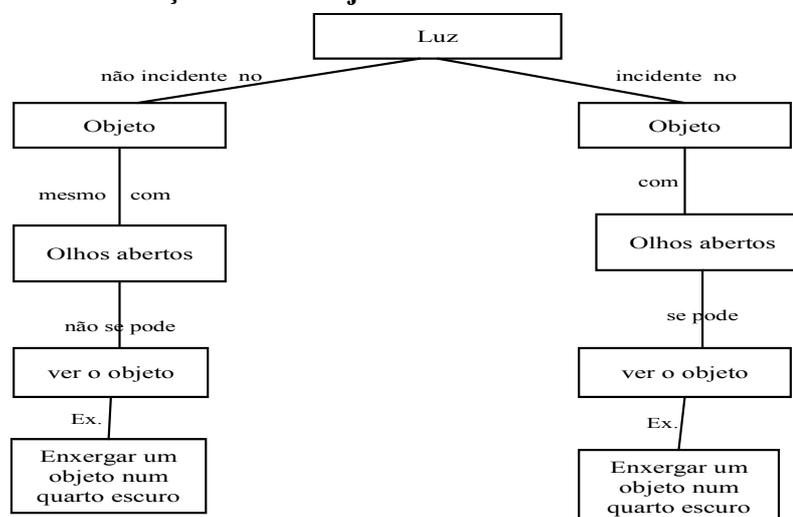
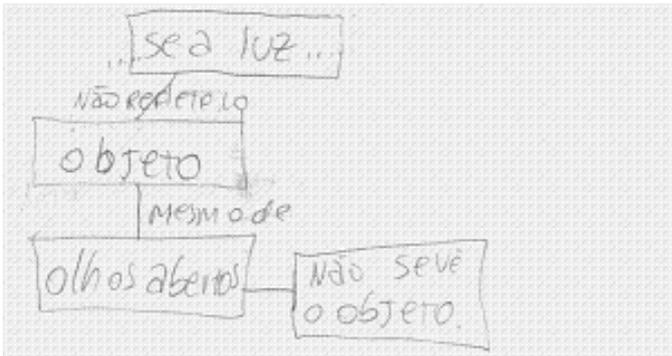
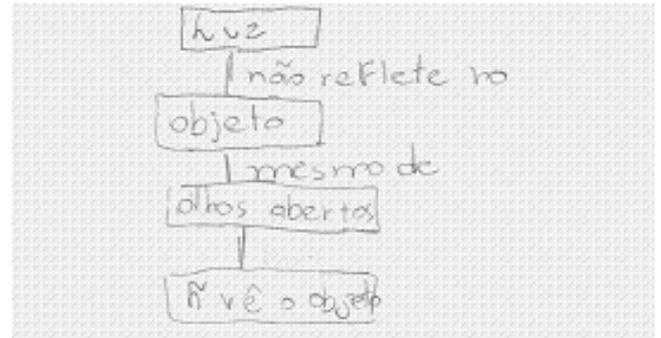


Figura 47: Mapa conceitual de referência sobre objeto iluminado.

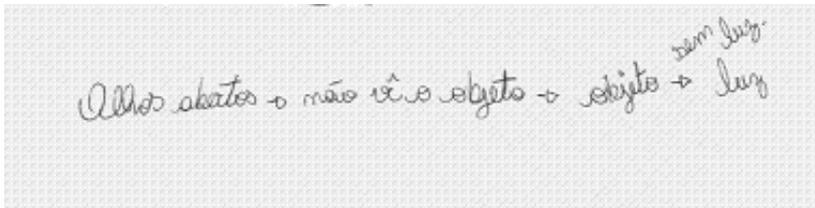
Aluno J



Aluno E



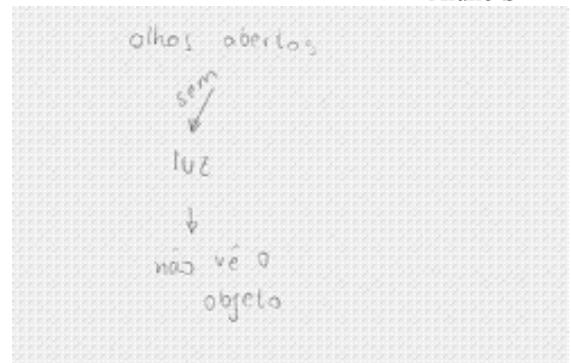
Aluno P



Aluno C



Aluno S



Aluno F

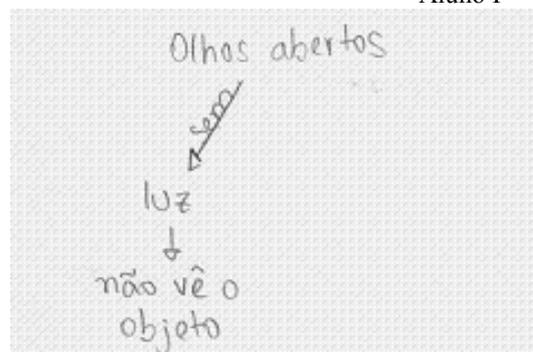


Figura 48: Mapas conceituais sobre objeto iluminado elaborados pelos alunos do G3 AT 5. A ordem de apresentação acima, dispõe respectivamente os mapas dos alunos J, E, P, C, S e F.

Tabela 26 – Pontuação obtida após análise dos mapas construídos pelos alunos do G3 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	Aluno C	Aluno E	Aluno J	Aluno S	Aluno F	Aluno P
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	8	0	3	3	2	2	2
Hierarquia: cada nível válido	3x5	0	3x5	3x5	2x5	2x5	1x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: -válida e significativa -somente válida -criativa ou peculiar	0	0	0	0	0	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	0	0	0	0	0	5	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS	21	0	18	18	12	12	7

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O aluno C relaciona os conceitos, contudo não utiliza os termos de ligação para que as proposições sejam explicitadas. Por esse motivo não foram consideradas válidas as proposições estabelecidas. O aluno E demonstra compreensão dos conceitos ao estabelecer três proposições corretas. Utiliza corretamente os termos de ligação os quais esclarecem a subordinação dos conceitos.

O aluno J, apesar de relacionar corretamente os conceitos, apresenta um mapa confuso ao afirmar que a luz não reflete no objeto. Faltou a idéia *se a luz não reflete no objeto, mesmo de olhos abertos, não conseguimos vê-lo*. Apesar desse aspecto negativo, pelos mapas anteriormente construídos pelo aluno, entendemos que o mesmo compreende satisfatoriamente os conceitos trabalhados. Diante dessa conclusão, consideramos válidas as três proposições elaboradas.

Os alunos S e F estabelecem duas proposições subordinadas em dois níveis hierárquicos, as quais refletem compreensão de que sem *luz* mesmo com *olhos abertos*, os objetos *não são vistos*. O aluno P constrói um mapa linear e se confunde nas relações de subordinação. Consideramos válida apenas a proposição *olhos abertos não vê o objeto sem luz*.

B - Construção de Mapas Conceituais sobre experimentos de Óptica.

B.1 - Mapa conceitual referente a experimento sobre espelhos planos (ângulos).

O objetivo desse experimento foi observar as múltiplas reflexões ocorridas pela luz quando dois espelhos planos são dispostos formando um ângulo reto. Observar que à medida que se reduz o valor do ângulo, o número de imagens formadas se torna cada vez maior. Este processo de múltiplas imagens fornecidas por espelhos planos dispostos entre si com ângulos menores que 90° é utilizado na construção de caleidoscópios (instrumento que fornece infinitas imagens).

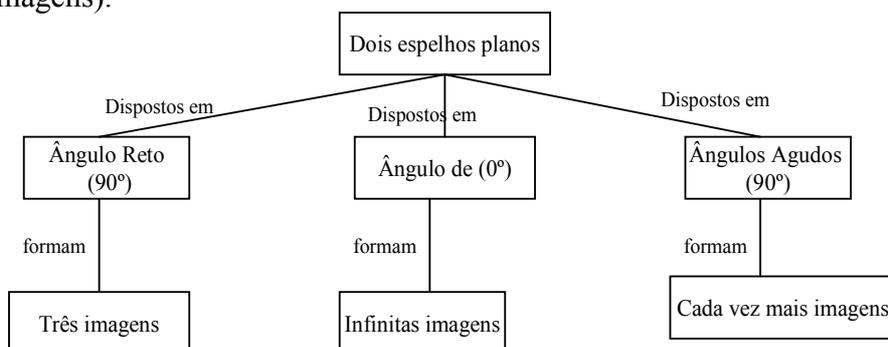


Figura 49: Mapa conceitual de referência de experimento sobre espelhos planos.

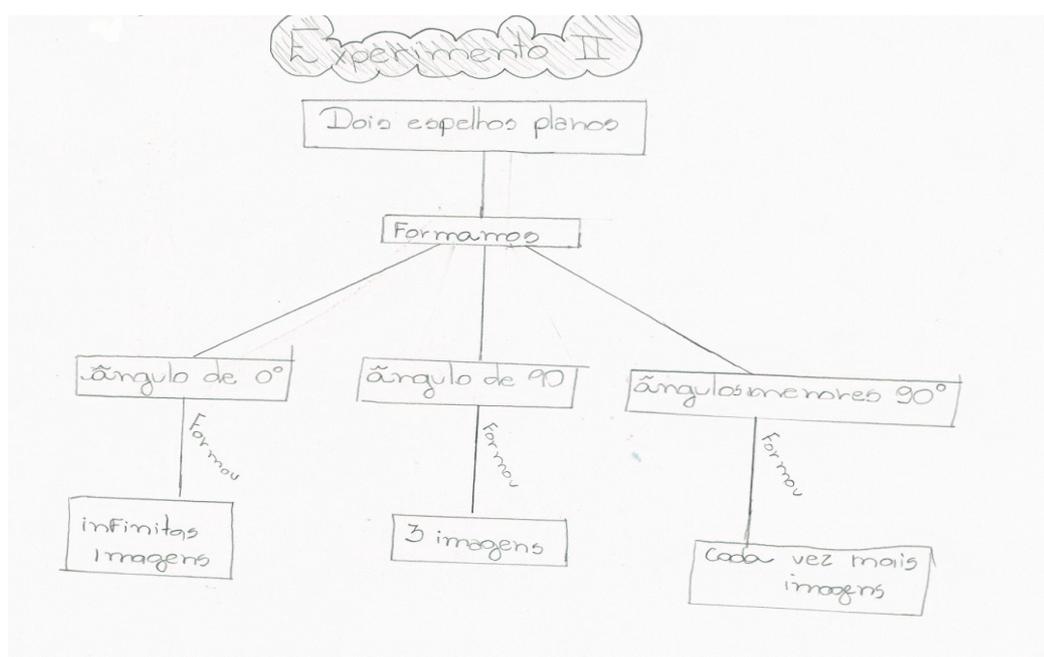


Figura 50: Mapa conceitual sobre espelhos planos, elaborado pelos alunos do G3 - AT5.

Tabela 27 – Pontuação obtida após análise dos mapas construídos pelos alunos do G3 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	3x2=6	7
Hierarquia: cada nível válido	3x5	3x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	0	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	16	22

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O mapa elaborado pelo grupo descreve o procedimento experimental realizado e relaciona as conclusões obtidas referente ao processo de formação das imagens. Diferenciam corretamente sete proposições válidas e significativas dispostas em três níveis hierárquicos.

B.2 - Mapa conceitual referente a experimento sobre espelhos esféricos: o objetivo foi identificar as imagens formadas nos espelhos côncavos e convexos.

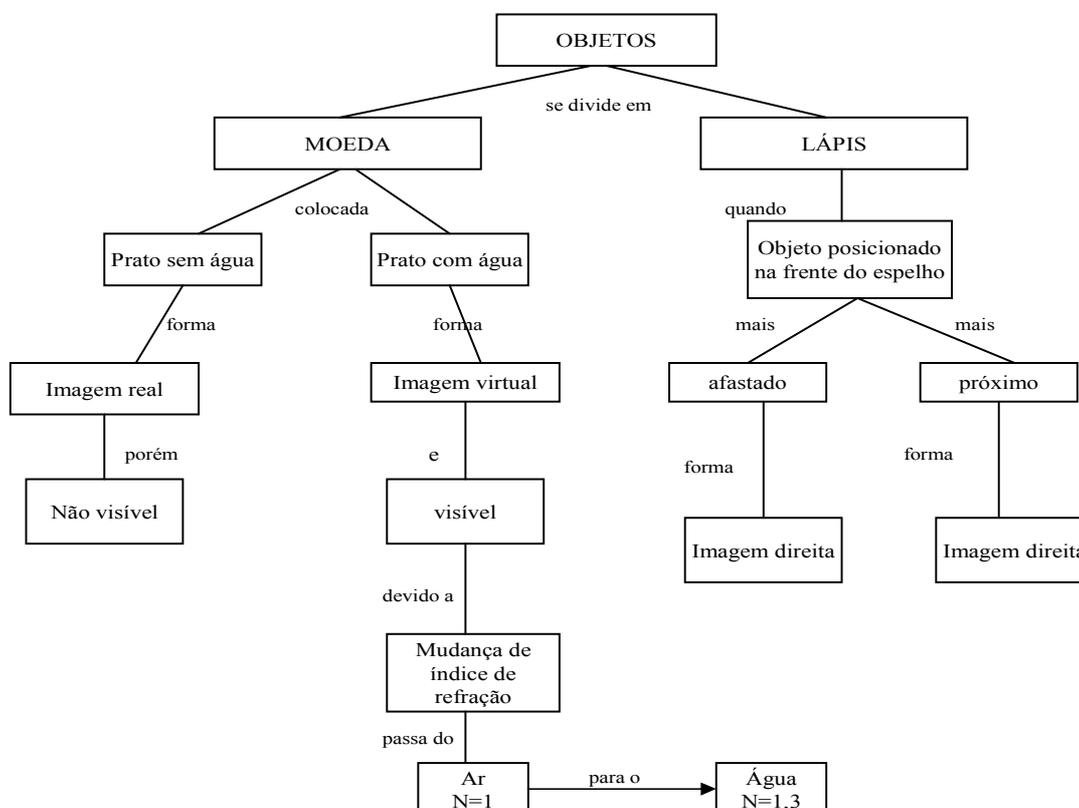


Figura 51: Mapa conceitual de referência de experimento sobre espelhos esféricos.

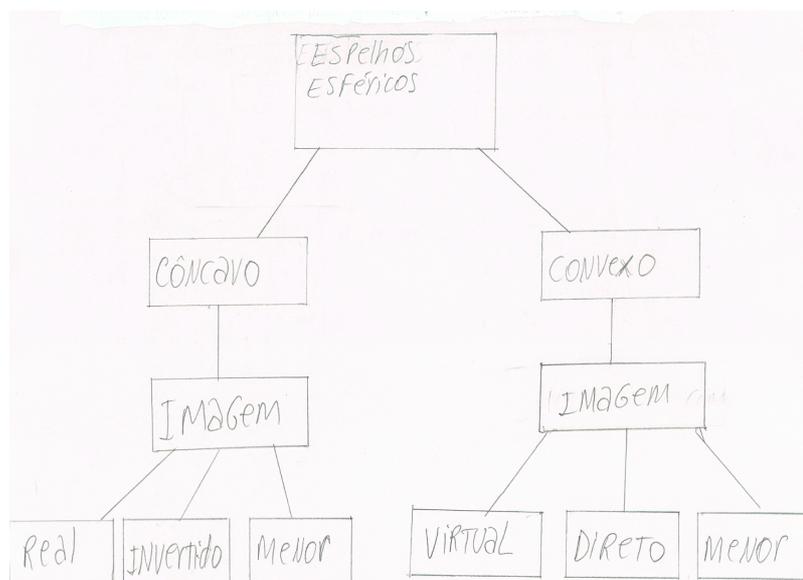


Figura 52: Mapa conceitual sobre espelhos esféricos, elaborado pelos alunos do G3-AT5.

Tabela 28 – Pontuação obtida após análise do mapa construído pelos alunos do G3 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	16	10
Hierarquia: cada nível válido	5x5	3x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	0	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	41	25

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O mapa elaborado demonstra a relação entre espelho côncavo *imagem, real, invertida e menor* e espelho convexo *imagem virtual, direita e menor*. Contudo, faltou observar que a imagem no espelho côncavo se modifica dependendo da posição do espelho no eixo x *vai desde imagem invertida- objeto afastado até imagem direita- objeto próximo*, aspecto não demonstrado no mapa.

B.3 - Mapa conceitual referente a experimento sobre verificação do processo de visão.

Este experimento, apesar de simples, envolve conceitos fundamentais de óptica. Chamado “visão binocular” ou “visão estereoscópica” é o propriedade que nossos olhos têm de

perceber a profundidade dos objetos e onde eles se encontram . E este foi o objetivo da atividade.

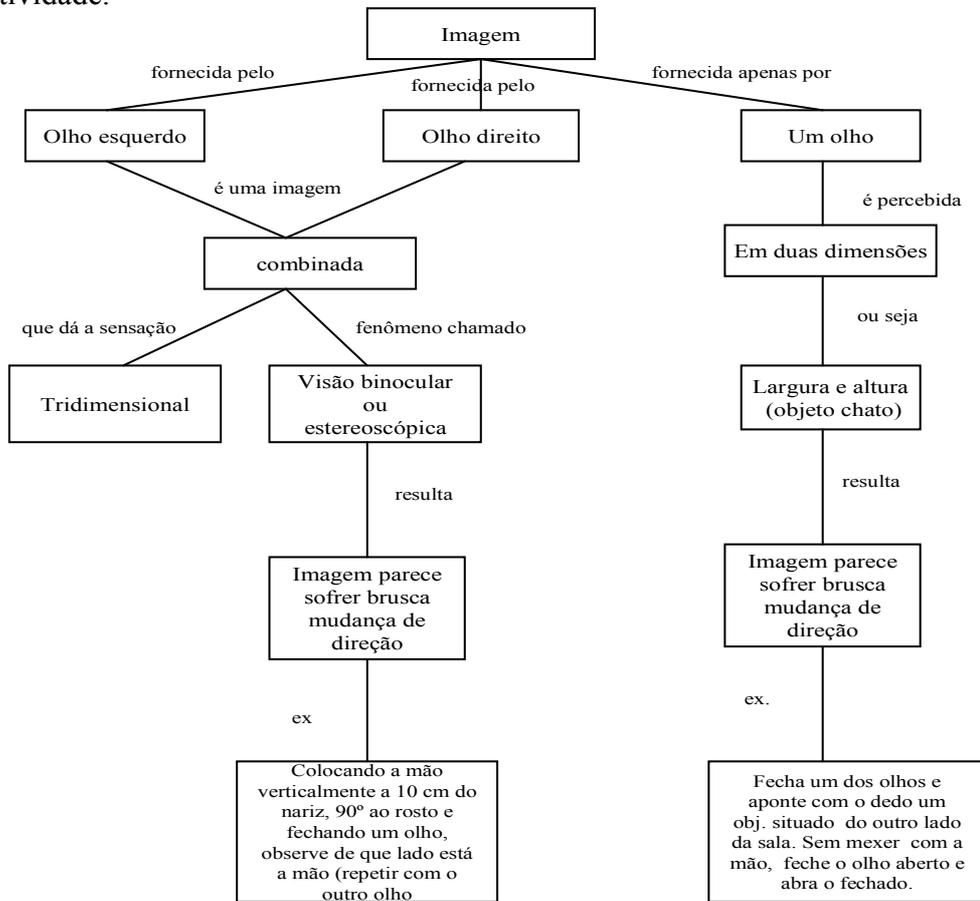


Figura 53: Mapa conceitual de referência de experimento sobre propriedades do olho humano (imagens formadas). Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

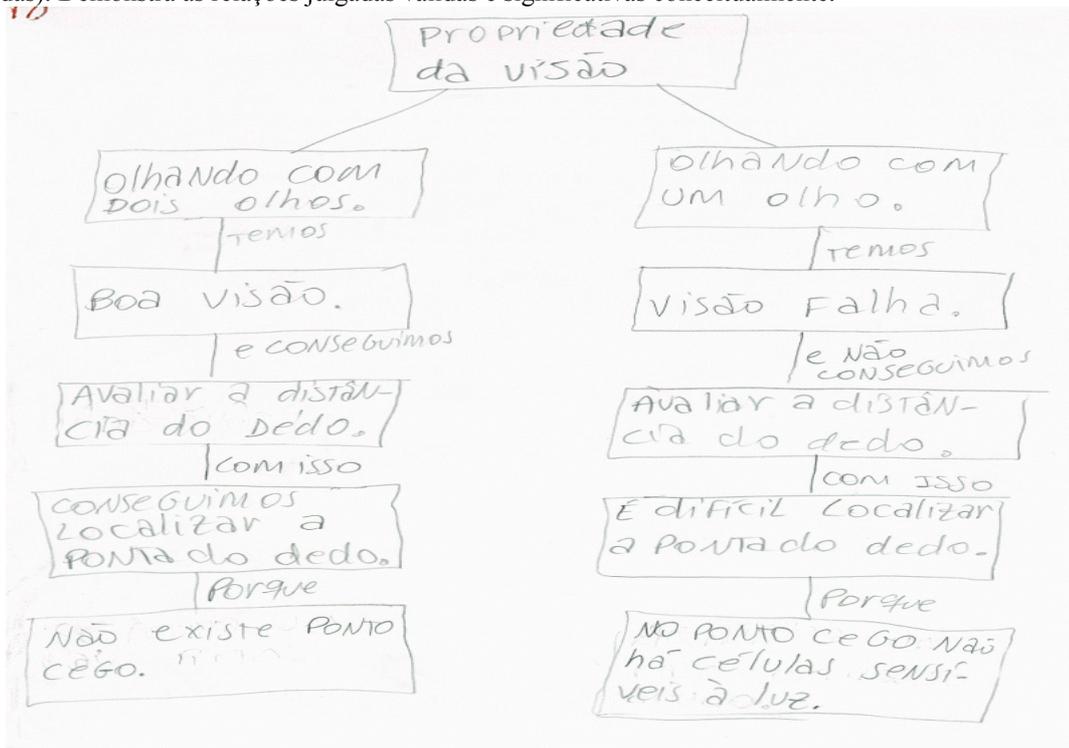


Figura 54: Mapa conceitual sobre espelhos esféricos, elaborado pelos alunos do G3 - AT5.

Tabela 29 – Pontuação obtida após análise dos mapas construídos pelos alunos do G3 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	13	10-1=9
Hierarquia: cada nível válido	5x5	5x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	2	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	39	25

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O mapa é iniciado com conceito geral *Propriedades da Visão*, a qual se divide em duas: *olhando com os dois olhos e olhando com apenas um olho*. Apesar das dez ligações elaboradas, foram validadas apenas nove, pois a relação *não existe ponto cego* não é significativa para esclarecer como visualizar um objeto em duas ou três dimensões.

Pelo mapa fica claro que o grupo realizou corretamente o experimento, pois explica cada passo do procedimento. Entretanto, não explicita corretamente como e porque “tudo acontece”. Diferencia as proposições em cinco hierarquias.

Não consideramos válidas as proposições que justificam a *visão falha* (não conseguir avaliar a distância do dedo) no *ponto cego* pela *ausência de células sensíveis à luz* e a que justifica o *localizar a ponta do dedo* porque *não existe ponto cego* (nessa região, provavelmente).

Nenhuma relação foi estabelecida sobre a formação das imagens bi ou tridimensionais. O grupo se prendeu a apenas um aspecto do experimento, deixando de salientar os outros, ao nosso ver mais relevantes, pois descrevem a visão binocular (tridimensional) e a bidimensional do olho humano.

ATIVIDADE 6:

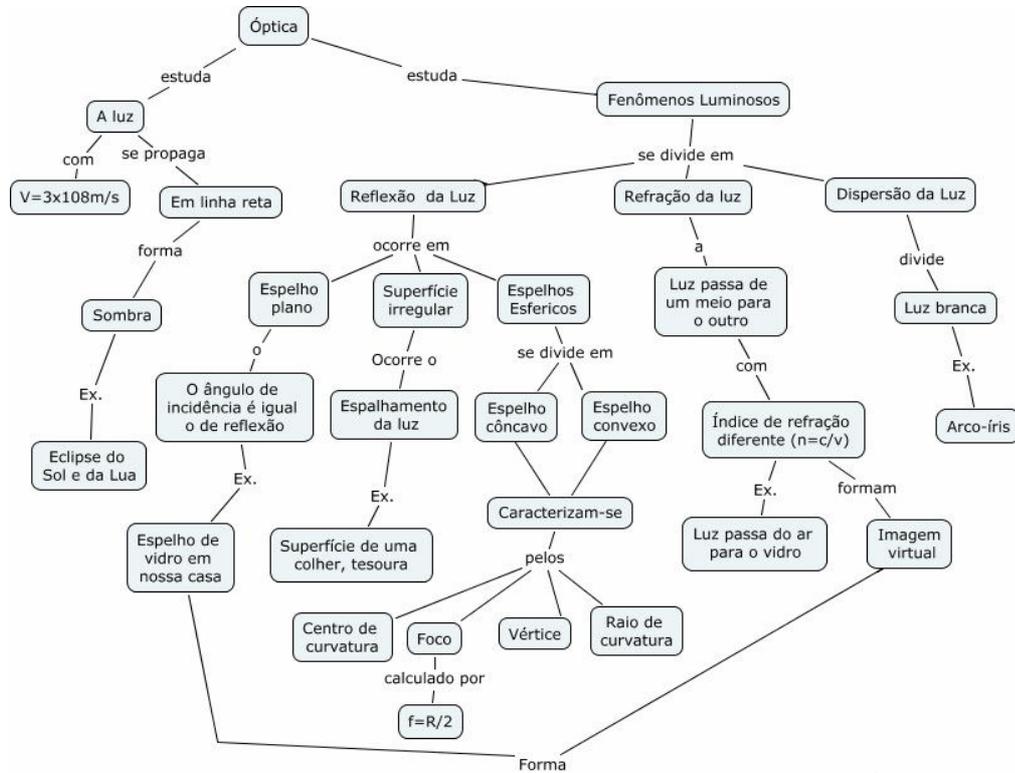


Figura 55: Mapa conceitual de referência de experimento sobre conceitos gerais de Óptica.

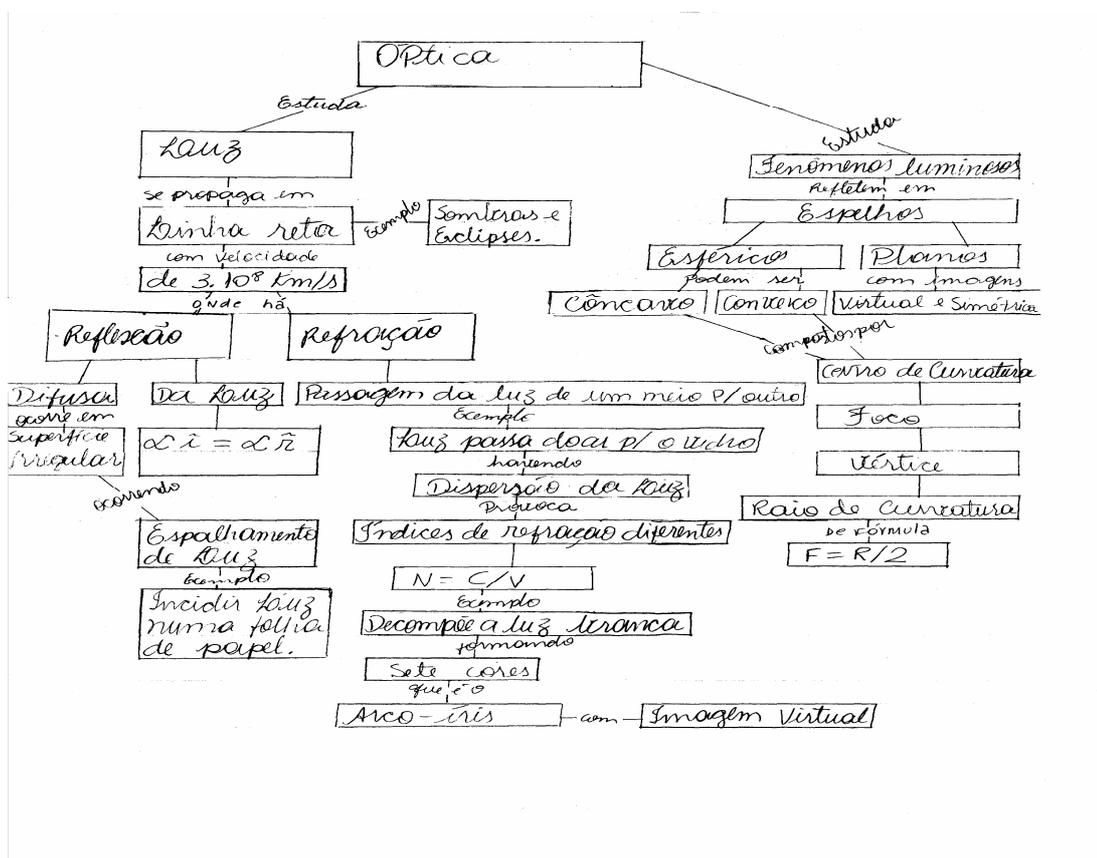


Figura 56: Mapa conceitual sobre conceitos gerais de Óptica elaborado pelos alunos do G3 - AT6.

Tabela 30 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G3 - AT6.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	31	25
Hierarquia: cada nível válido	6x5	8X5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	05	3
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	66	68

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Como já salientamos anteriormente, este grupo inicialmente estava desinteressado e apático, mas ao final da pesquisa se motivou surpreendentemente se destacando por sua dedicação. Pelo mapa elaborado pudemos observar que se empenharam em discutir as relações e posicionar as idéias. Há clara descrição do objetivo de estudo da Óptica; estuda a luz e os fenômenos luminosos. Discriminação dos fenômenos da reflexão, refração e dispersão da luz. Também relaciona corretamente a maioria dos exemplos. Entretanto, algumas proposições apresentavam erros conceituais: *luz passa do ar para o vidro* havendo *dispersão* (o correto seria refração da luz) onde provoca *índices de refração diferentes* e $n=c/v$ - exemplo *decompõe a luz branca – arco-íris*.

5.3.4. GRUPO 4

ATIVIDADE 2: Mapa conceitual referente ao texto “Ramos da Física”.

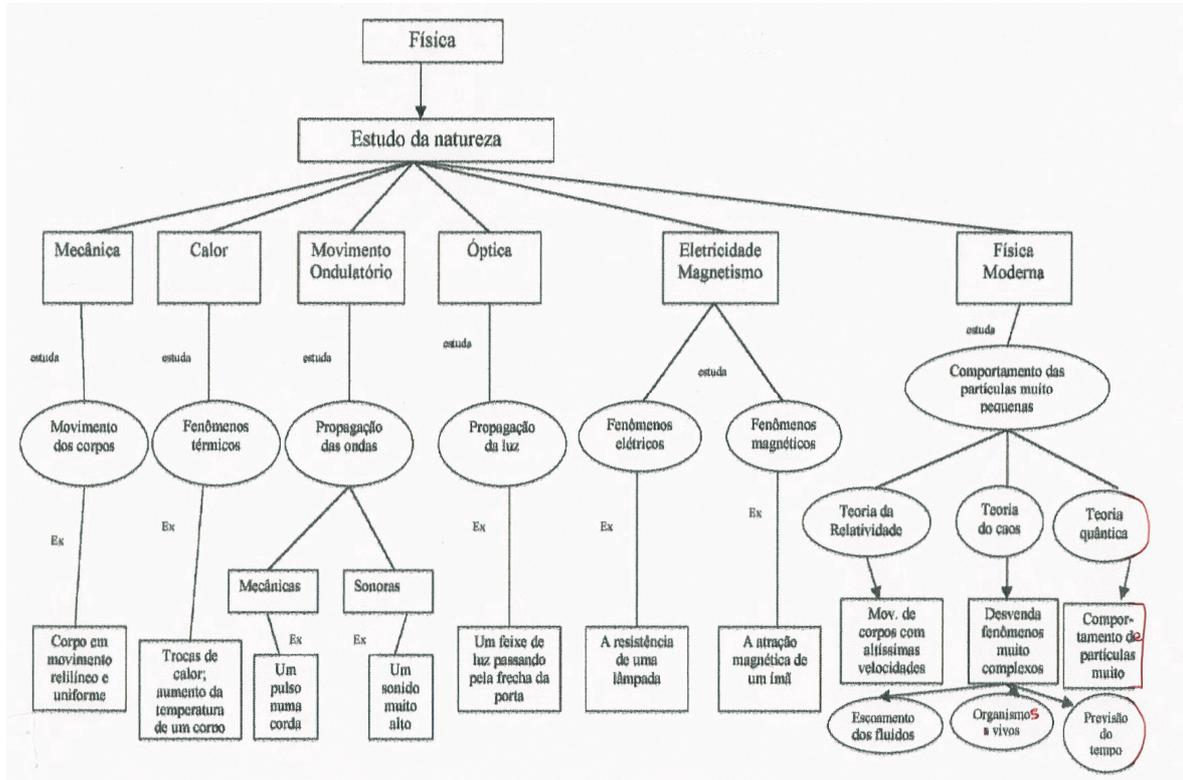


Figura 57: Mapa de referência sobre texto “Ramos da Física”.

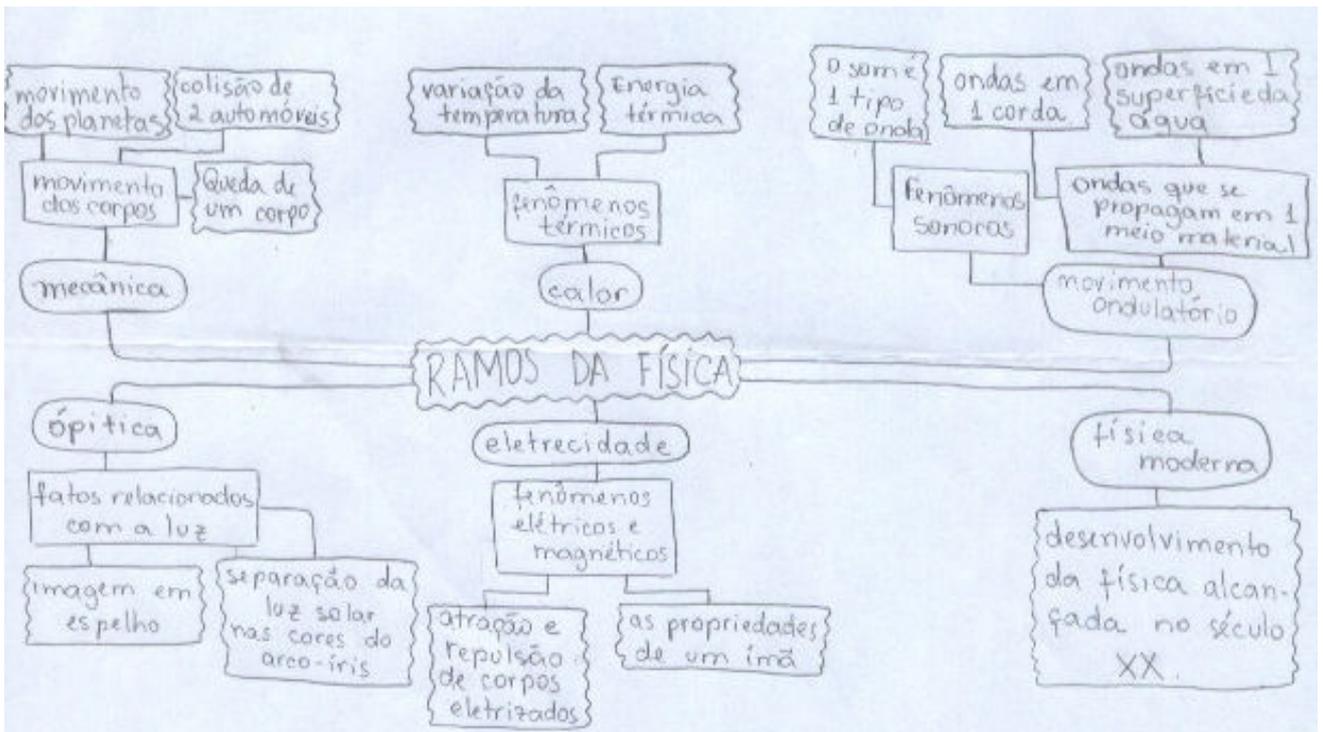


Figura 58: Mapa conceitual sobre texto “Ramos da Física” elaborado pelos alunos do G4 - AT2.

Tabela 31 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G4 - AT2.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	32	20
Hierarquia: cada nível válido	4x5	4x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	10	8
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	62	48

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Este grupo demonstra boa compreensão do texto “Os ramos da física”. No mapa elaborado foram estabelecidas proposições lógicas que indicam ramificações ou áreas de estudo da física: mecânica, óptica, eletromagnetismo (eletricidade), movimento ondulatório, física moderna e termodinâmica (calor). Os conceitos ligados a estas áreas foram dispostos em quatro níveis hierárquicos.

Para facilitar a compreensão das características a serem analisadas – hierarquia e ligações transversais, fizemos uma “remodelação”, respeitando as ligações originais. A remodelação organiza os conceitos de acordo com a distribuição original do grupo, porém segue a ordem de ligação representada pelo grupo.

No mesmo retângulo conceitual, *eletricidade*, foi abarcado o estudo de dois fenômenos: elétrico e magnético. É compreensível o aluno neste nível escolar não ser capaz ainda de diferenciar os dois conceitos. Também o conceito “física moderna” não foi bem explorado. Ambos são assuntos ainda abordados com certa superficialidade; logo, oferecem pouca ou quase nenhuma compreensão para os alunos. Em especial, este último que, nos dias de hoje ainda são raros os estudos com profundidade nessa área.

Conforme desprende do texto foram dados exemplos de aplicações do estudo da física.

ATIVIDADE 3: Construção de mapas conceituais referente a experimentos sobre ondulatória.

A – Mapa referente a experimento sobre pêndulo simples.

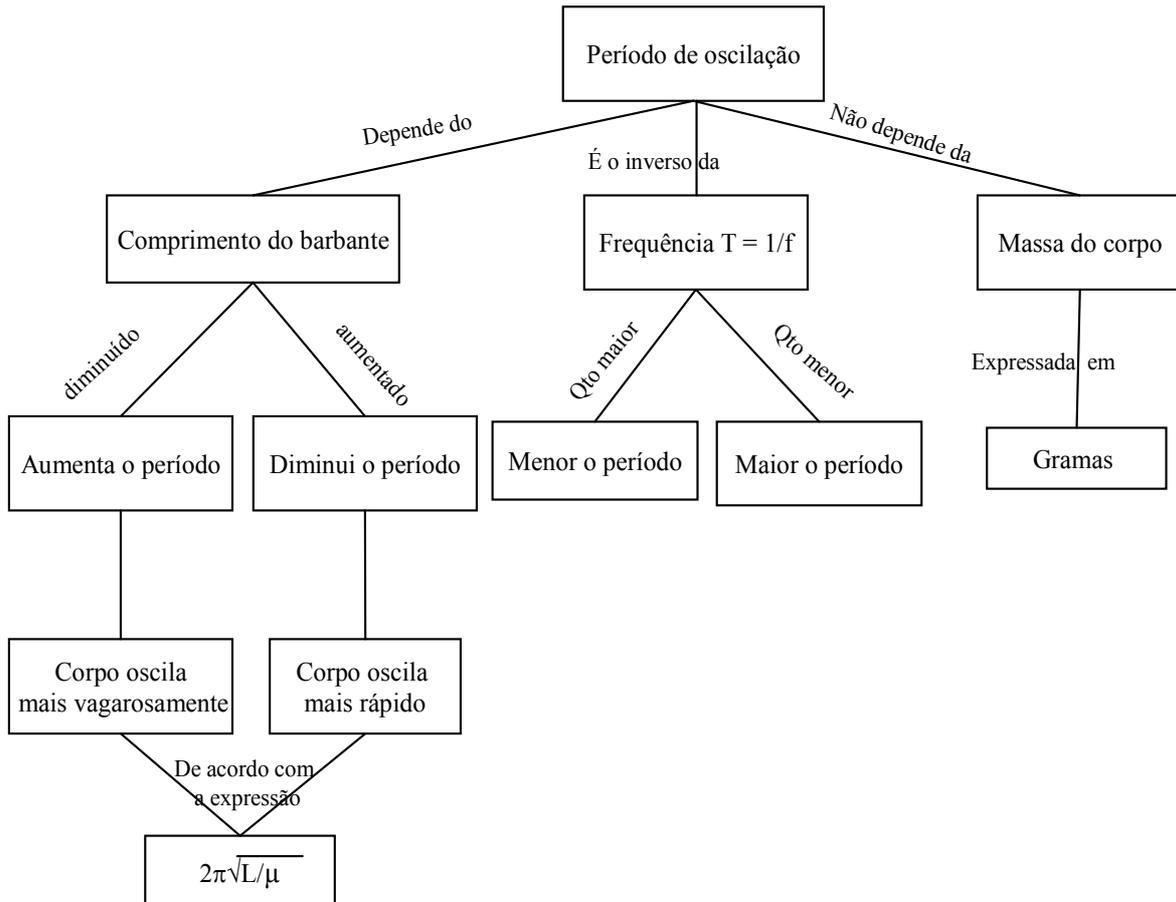


Figura 59: Mapa de Referência sobre experimento do pêndulo simples. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

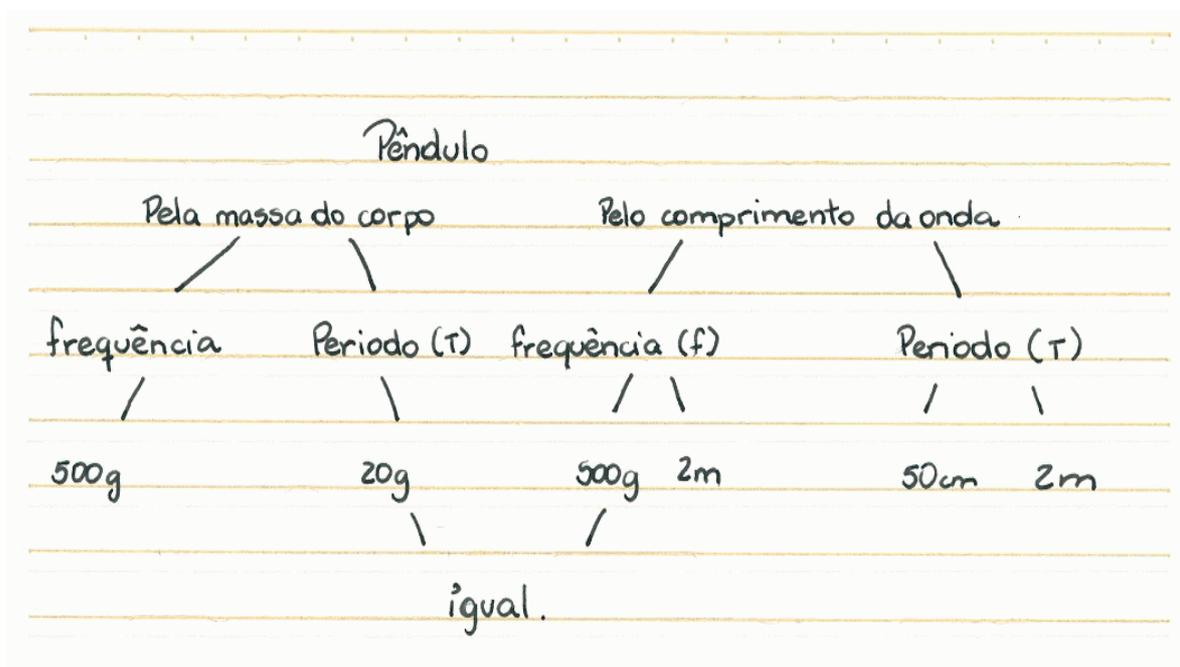


Figura 60: Mapa conceitual sobre experimento do pêndulo simples elaborado pelo G4 - AT3.

Tabela 32 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G4 - AT3.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	12	0
Hierarquia: cada nível válido	4x5	0
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	0	
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	32	0

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Este experimento teve como objetivos: a) calcular o período de oscilação de um pêndulo preso a um barbante de comprimento $L = 50$ cm, executando 20 vibrações (ciclos) completas; b) verificar que aumentando o comprimento do barbante ($L = 2m$), o período (T) aumenta; c) e que aumentando a massa (m) do corpo, o valor do período (T) não se altera, ou seja, o período depende apenas de L e não de m .

Verificamos nessa atividade que a falta de integração do grupo resultou na elaboração de um mapa com ausência de relações válidas ou significativas. Foram

simplesmente “jogados” os conceitos observados no experimento, sem nenhuma preocupação em entender o que estava acontecendo. Ficaram apáticos aguardando nosso auxílio para fazer o experimento.

O objetivo da atividade foi o da realização do experimento pelos alunos e posteriormente a elaboração do mapa conceitual referente ao mesmo. Contudo, notamos pelo mapa construído e pelo comportamento disperso em sala, que os alunos não estavam motivados nem mesmo para realizar o experimento.

Os alunos desse grupo estavam desmotivados para a aprendizagem. Alguns de seus integrantes tentaram até copiar o mapa do grupo vizinho (G3). Entendemos que os mesmos (e talvez todo o grupo) invalidaram, com esta atitude, o propósito da atividade – a aprendizagem conceitual.

Mas, olhando por outro lado, eles contribuíram para o enriquecimento de nossa pesquisa no que se refere a atitudes motivadoras. Fomos, de certa forma, incentivados a buscar maneiras inovadoras de se aplicar a estratégia de mapas conceituais, a cada atitude desmotivada dos alunos.

ATIVIDADE 4 – Construção de mapa sobre o estudo das ondas mecânicas e sonoras.

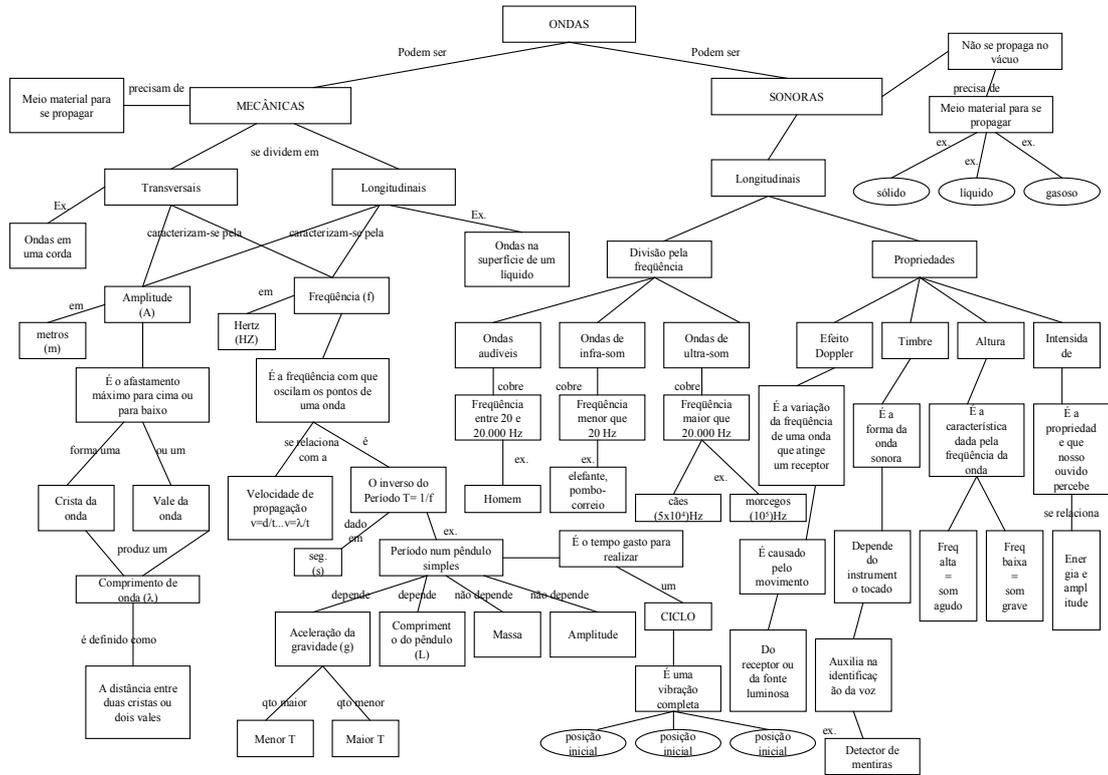


Figura 61: Mapa de Referência sobre conceitos gerais de Ondulatória.

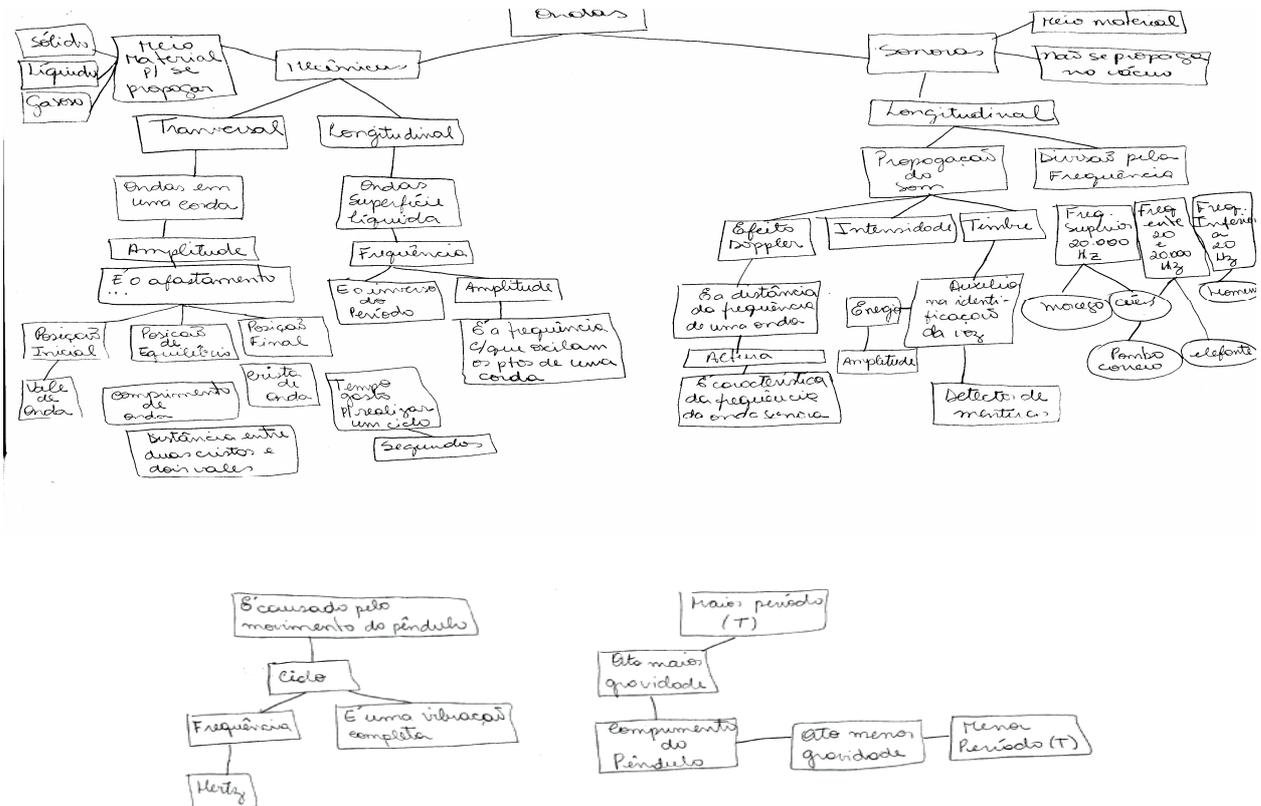


Figura 62: Mapa conceitual sobre conceitos gerais de ondulatória elaborado pelo G4 - AT4.

Tabela 33 - Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G4 – AT4.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MG	MR
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	70	54
Hierarquia: cada nível válido	8x5	7x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	11	08
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	121	97

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Este grupo conseguiu estabelecer proposições válidas e significativas. As proposições incorretas foram desconsideradas por não refletirem a “verdade” aceita cientificamente. Pelas relações estabelecidas percebemos que eles tiveram dificuldade em relacionar os conceitos corretamente, não sabiam “o que” relacionar com “o quê”. Foi um grupo que solicitou muito a presença da pesquisadora para esclarecimentos durante a elaboração do mapa.

ATIVIDADE 5

A - Construção de três mapas conceituais contendo conceitos introdutórios de Óptica.

OBS: Não foi entregue nenhum mapa referente a esta atividade pelos integrantes do grupo 4.

B - Mapas referente a experimentos sobre Óptica.

B.1 - Mapa referente a experimento sobre o funcionamento do periscópio.

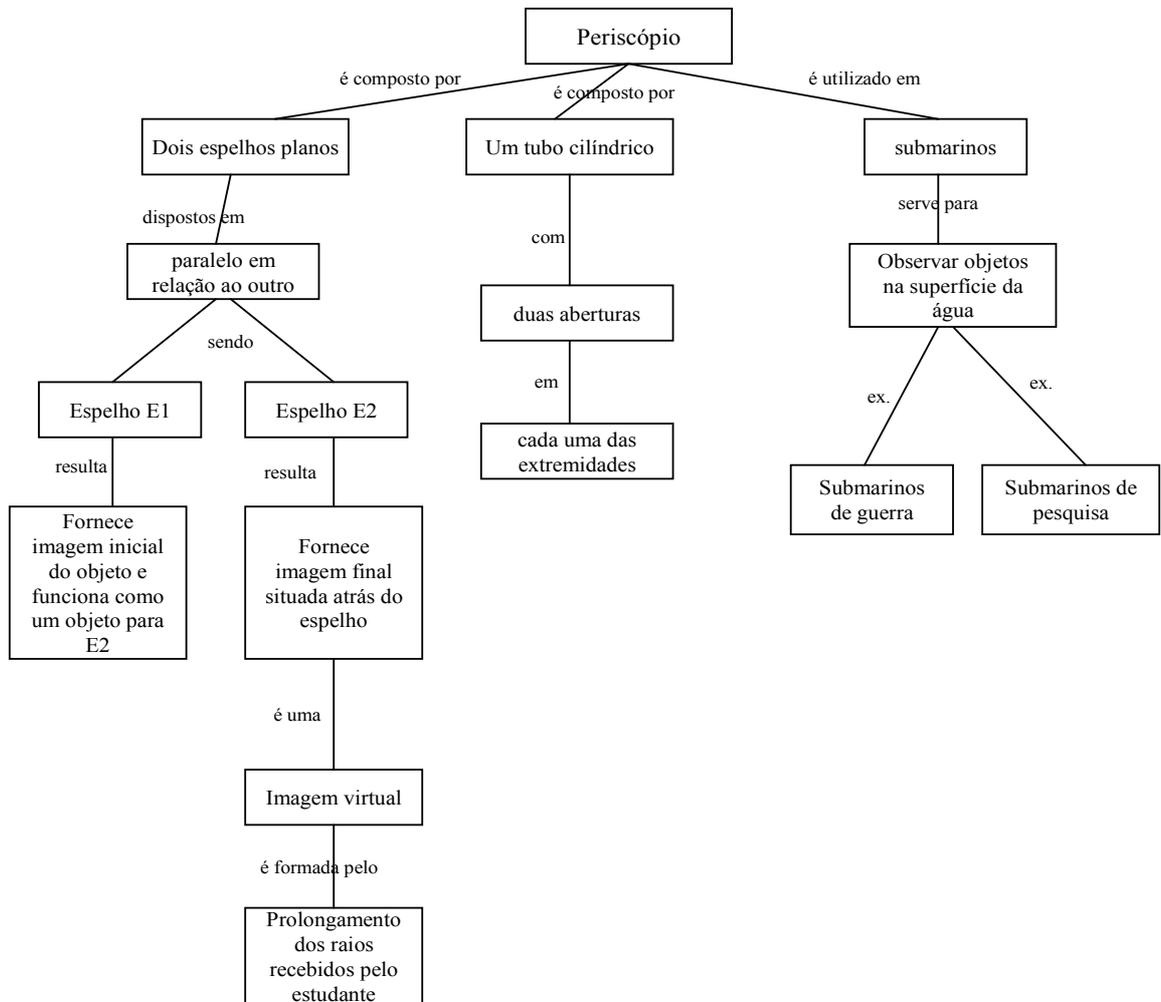


Figura 63: Mapa de Referência sobre experimento do periscópio.



Figura 64: Mapa conceitual sobre experimento do periscópio elaborado pelo G4 - AT5.

Tabela 34 – Pontuação obtida após análise do mapa construído pelo G4 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	15	8
Hierarquia: cada nível válido	6x5	4x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	02	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	47	28

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Este é um experimento simples que utiliza dois espelhos planos posicionados de forma a reproduzir uma imagem que está fora do alcance dos olhos. Mas ao mesmo tempo é importante, pois exemplifica o funcionamento de um periscópio e mostra que um aluno pode construir um aparelho deste sem maiores dificuldades.

O mapa elaborado pelo grupo reproduziu a montagem do periscópio estabelecendo, para isso, seis proposições subordinadas em quatro níveis hierárquicos. Contudo, não deixa claro como ocorre a formação das imagens no arranjo entre os espelhos E1 e E2. Pelas

ligações entre os conceitos, o grupo não consegue explicar o caminho descrito pela luz durante o processo de formação da imagem nos espelhos E1 e E2.

Por ser um grupo muito indisciplinado (aí nos referimos às aulas de física em que trabalhamos), não conseguiram terminar a atividade.

B.2. Mapa referente a experimento sobre fases da Lua.

Este é um experimento que usa um modelo simples para perceber melhor como ocorrem as fases da Lua. Representamos a Lua por uma bola branca, que observada em várias posições frente a uma janela aberta, numa sala escurecida demonstra as fases por meio das sombras produzidas.

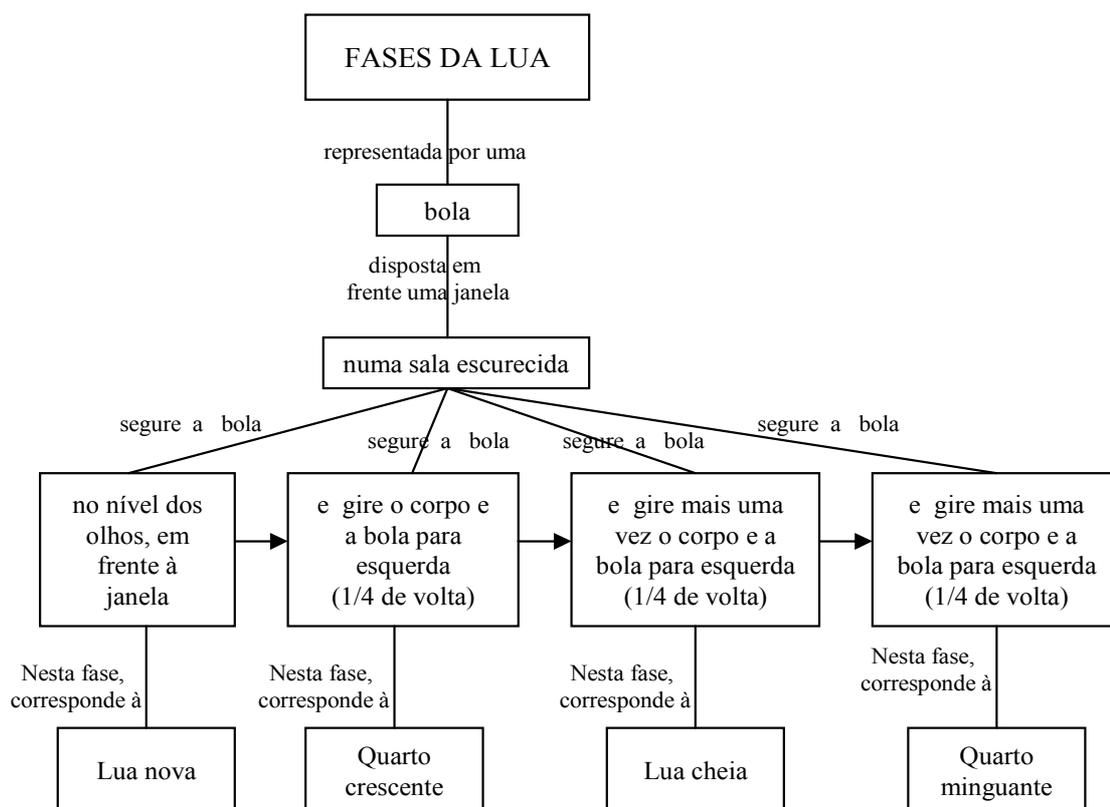


Figura 65: Mapa de Referência sobre experimento das fases da Lua.

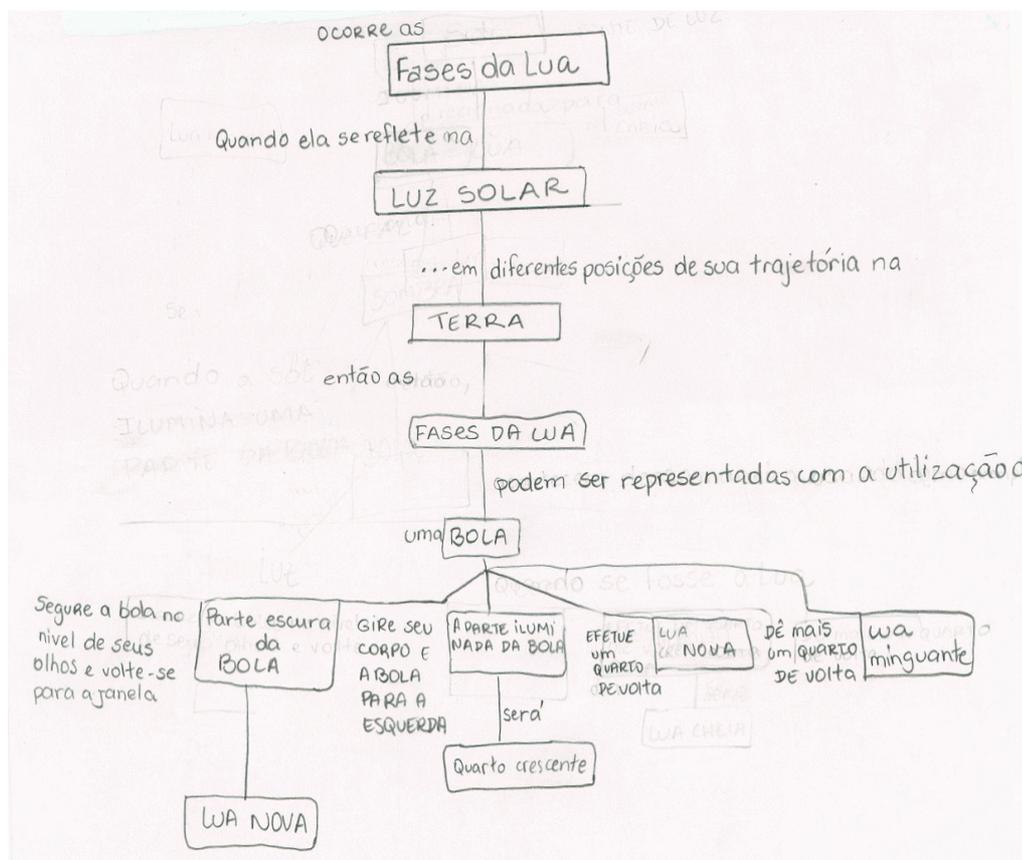


Figura 66: Mapa conceitual sobre as fases da Lua elaborado pelos alunos do G4 - AT5.

Tabela 35 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G4 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	13	8
Hierarquia: cada nível válido	4x5	6x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: <ul style="list-style-type: none"> - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar 	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	0	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	33	38

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Este mapa reproduziu o experimento sobre as fases da Lua e de maneira interessante o grupo interpretou os resultados observados. Relaciona as fases da Lua com a reflexão da luz solar que ilumina a Lua em diferentes posições ao redor da Terra. Para isso, segura uma bola em diferentes posições, diante de uma janela por onde penetra a claridade.

Apesar de se tratar de um experimento simples, pelo mapa elaborado, o grupo estabeleceu oito proposições válidas subordinadas em seis hierarquias. Os termos de ligação diferenciam os conceitos, demonstrando que o grupo absorveu satisfatoriamente as idéias trabalhadas.

B.3 - Mapa referente a experimento sobre visualização pelo olho humano.

É um experimento que demonstra a capacidade que o olho humano tem de se acomodar para observar nitidamente tanto objetos distantes quanto próximos. E, mais especificamente, como a pupila ocular faz para se adequar rapidamente à presença de luz.

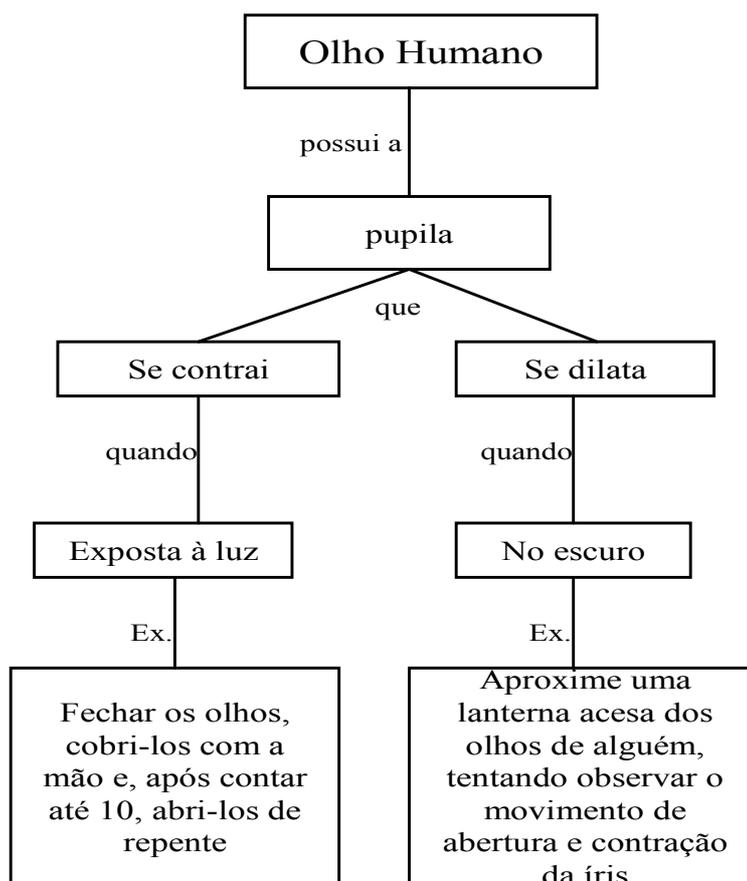


Figura 67: Mapa de referência sobre experimento do olho humano.

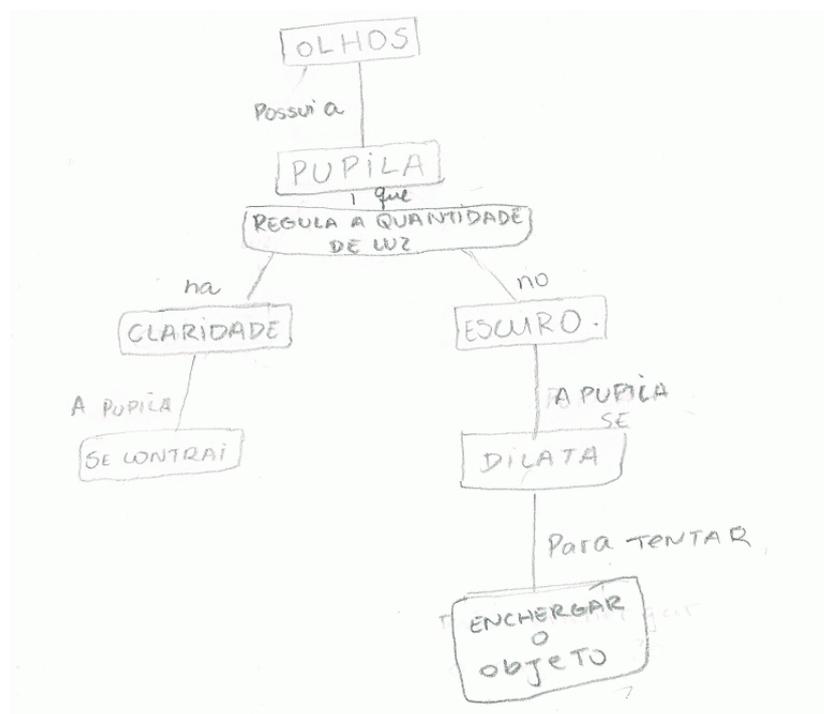


Figura 68: Mapa conceitual sobre olho humano elaborado pelos alunos do G4 - AT5.

Tabela 36 – Pontuação obtida após análise do mapa construído pelo G4 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	7	7
Hierarquia: cada nível válido	4x5	4x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	2	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	29	27

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

No mapa elaborado pelo grupo estão representados os conceitos necessários para se compreender o comportamento da pupila na presença e na ausência de luz. Percebemos que os conceitos de contração e dilatação da pupila foram satisfatoriamente absorvidos. Foram estabelecidas sete proposições válidas subordinadas em quatro níveis hierárquicos. As palavras de ligação estabelecem a relação entre duas proposições.

ATIVIDADE 6

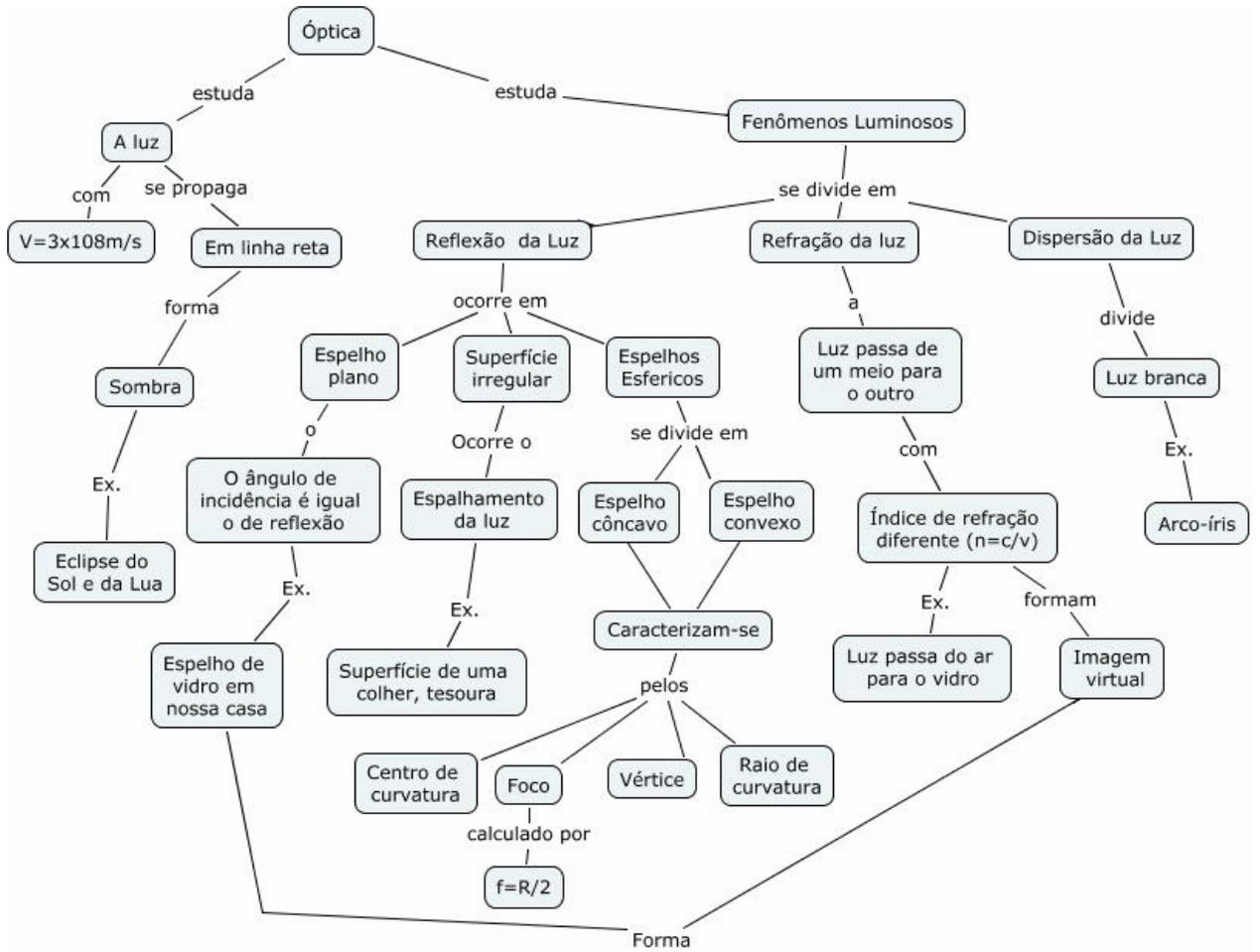


Figura 69: Mapa de referência sobre conceitos gerais de óptica.

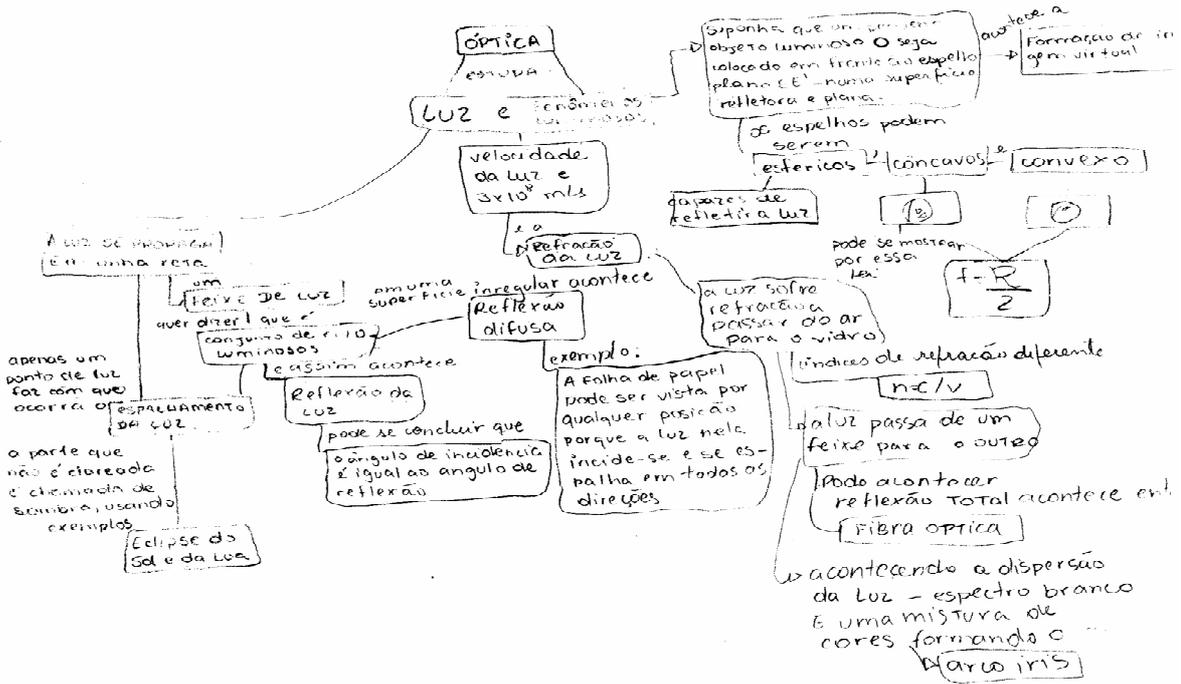


Figura 70: Mapa conceitual sobre conceitos gerais de óptica elaborado pelos alunos do G4 - AT6.

Tabela 37 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G4 - AT6.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	31	22-3=19
Hierarquia: cada nível válido	6x5	7x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	05	3-1=2
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	66	56

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O grupo não conseguiu ter um bom entrosamento para discutir as idéias envolvidas na atividade. Por esse motivo tiveram dificuldade em elaborar um mapa com coerência e clareza. Apesar dos conceitos terem sido sugeridos no exercício, o grupo invalidou, isto é, relacionou incorretamente as idéias discriminadas a seguir: *apenas um ponto de luz faz com que ocorra o espalhamento da luz; refração.... a luz passa de um feixe para outro..... pode acontecer reflexão total, acontece então..... fibra ótica... a dispersão da luz. Algumas proposições, apesar de válidas, não foram consideradas significativas, das quais: um conjunto de raios luminosos e assim acontece....reflexão.*

5.3.5. GRUPO 5

ATIVIDADE 2: Mapa conceitual referente ao texto “Ramos da Física”.

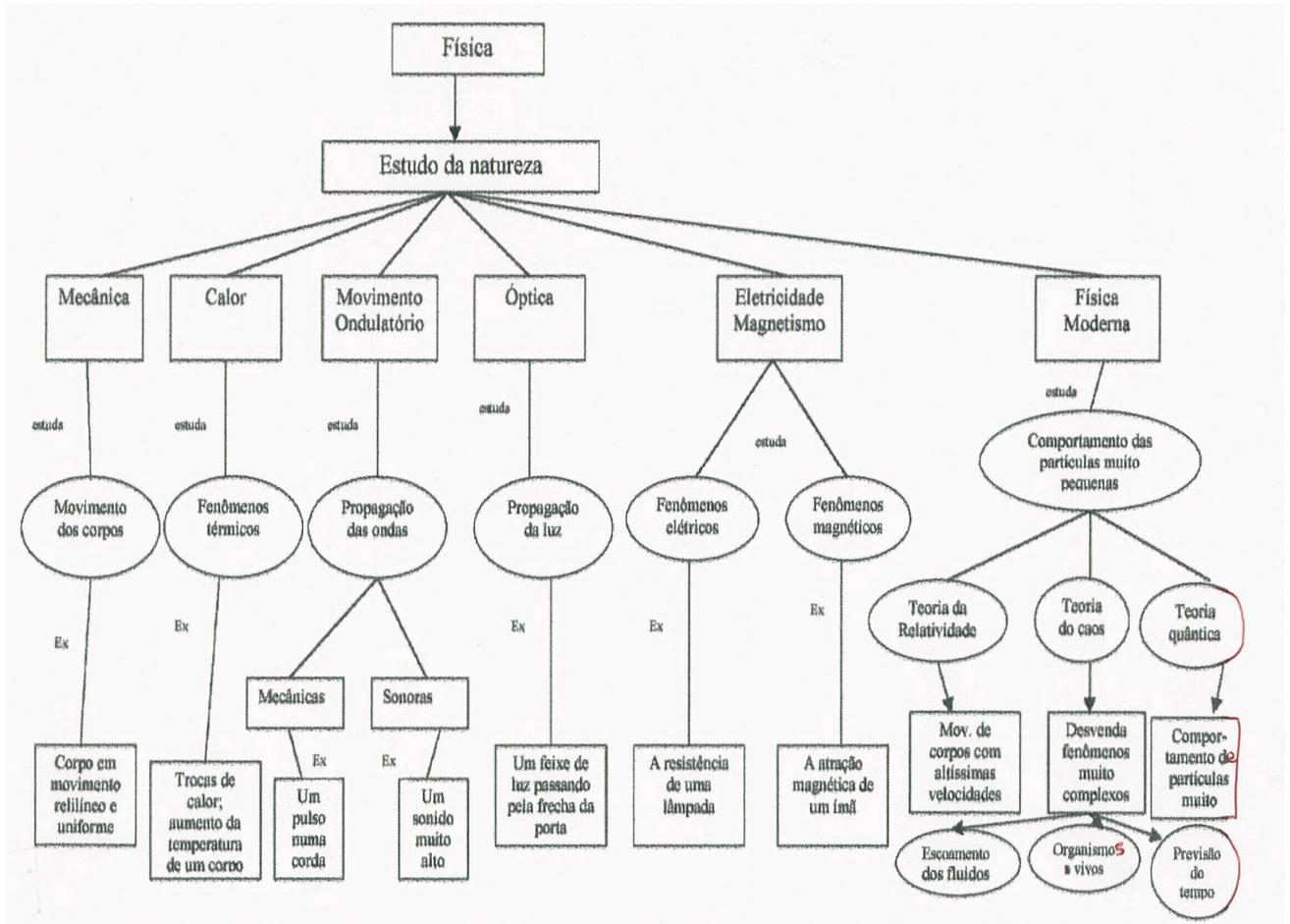


Figura 71: Mapa de referência sobre texto “Ramos da Física”. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

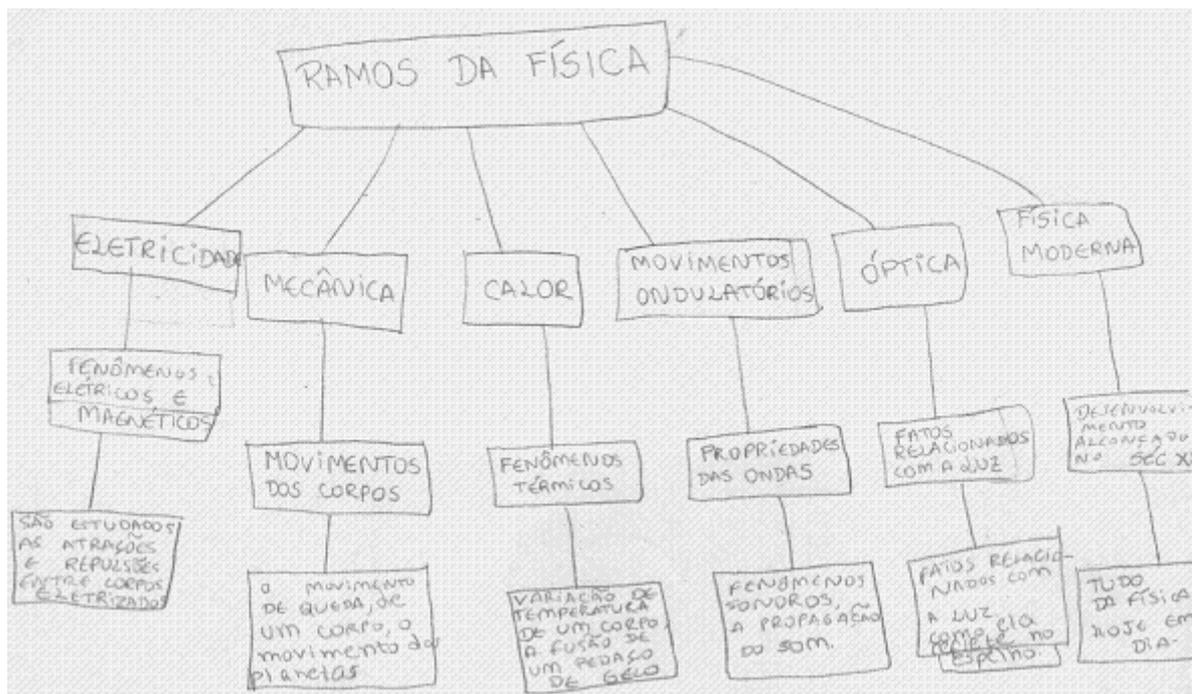


Figura 72: Mapa conceitual sobre texto “Ramos da Física” elaborado pelos alunos do G5 - AT2.

Tabela 38 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G5 – AT2.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	32	18
Hierarquia: cada nível válido	4x5	3x4
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	10	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	62	33

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Neste mapa não se estabelece grau de diferenciação conceitual entre os fenômenos elétricos e magnéticos. Ambos são englobados no mesmo exemplo “*são estudados as atrações e repulsões entre corpos eletrizados*”.

O mesmo é feito para os outros “*ramos de estudo da física*”. Embora não existam palavras de ligação entre os conceitos, fica claro que o grupo compreendeu basicamente, como são divididas as diversas áreas de estudo e aplicações da física.

ATIVIDADE 3:

Este grupo não participou da atividade proposta, se recusando até em fazê-la em casa. Percebemos neste caso em particular um exemplo de “o não querer aprender significativamente”.

Como nós estávamos como interventores, enfrentamos dificuldades como esta, que certamente não teríamos se fôssemos o docente da turma.

ATIVIDADE 4 – Construção de mapa sobre o estudo das ondas mecânicas e sonoras.

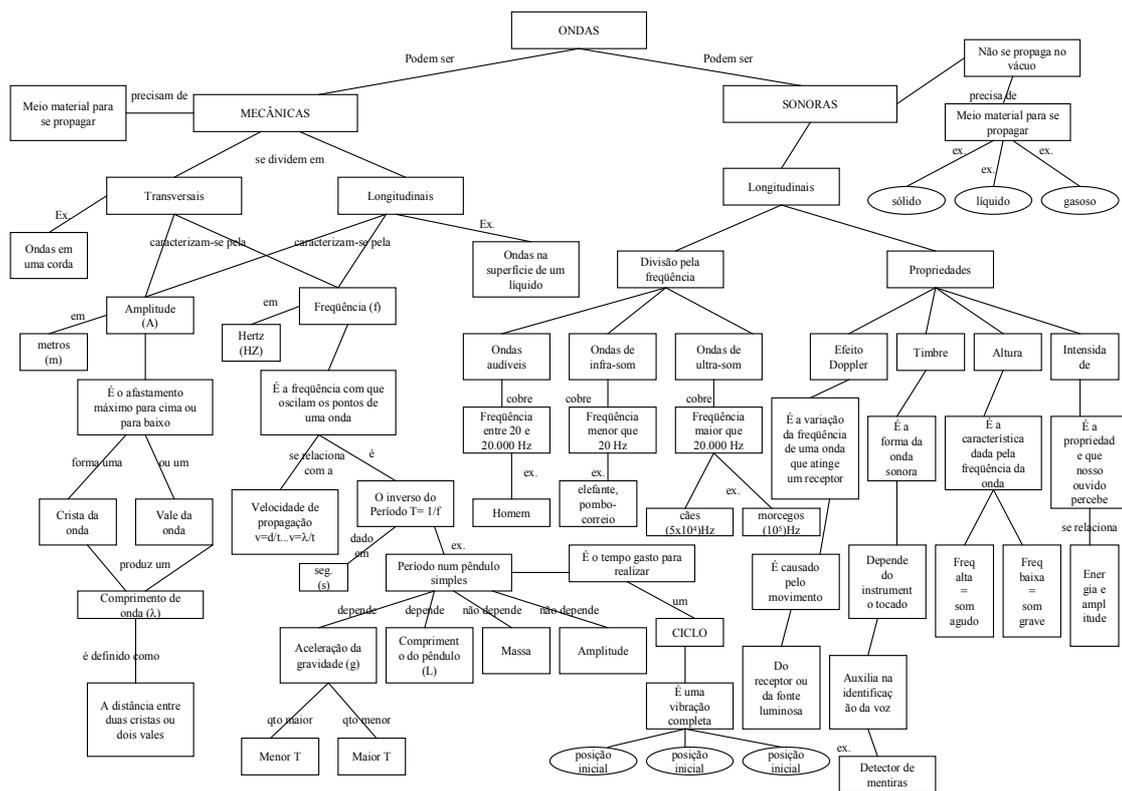


Figura 73: Mapa de referência sobre conceitos gerais de Ondulatória.

Nesta atividade o grupo conseguiu estabelecer 29 proposições válidas e significativas. As proposições incorretas conceitualmente foram desconsideradas para efeito de correção.

Este grupo, como os outros, teve muita dificuldade em relacionar a diversidade de conceitos envolvidos nessa atividade. Demonstraram insegurança ao estabelecer as relações conceituais; questionavam e conferiam suas ligações com a de outros grupos.

Pudemos destacar dois alunos que, ao nosso ver, entenderam o significado aplicativo dos mapas conceituais. E, por demonstrarem compreensão conceitual, questionavam o tempo todo. Contudo, todo esse “*potencial estudantil*” a maioria das vezes “*se perdia*” num ambiente pouco direcionado ao desenvolvimento científico-cultural do aluno. Pelo mapa percebemos uma boa hierarquização conceitual. Também foi o único grupo que relacionou os cinco exemplos corretamente, demonstrando compreensão conceitual na aplicabilidade em diversas áreas do cotidiano.

ATIVIDADE 5

A - Construção de três mapas conceituais contendo conceitos introdutórios de Óptica.

A.1 – Mapa sobre objetos luminosos.

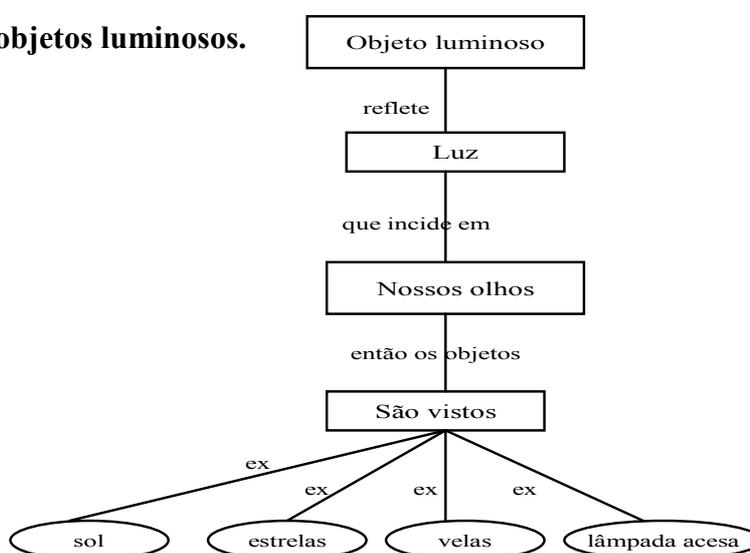


Figura 75: Mapa conceitual de referência sobre objeto luminoso.

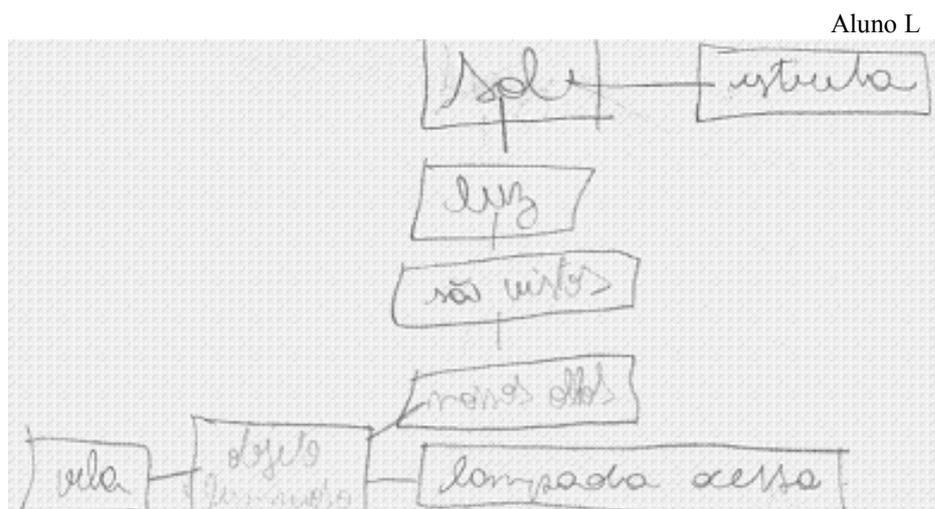
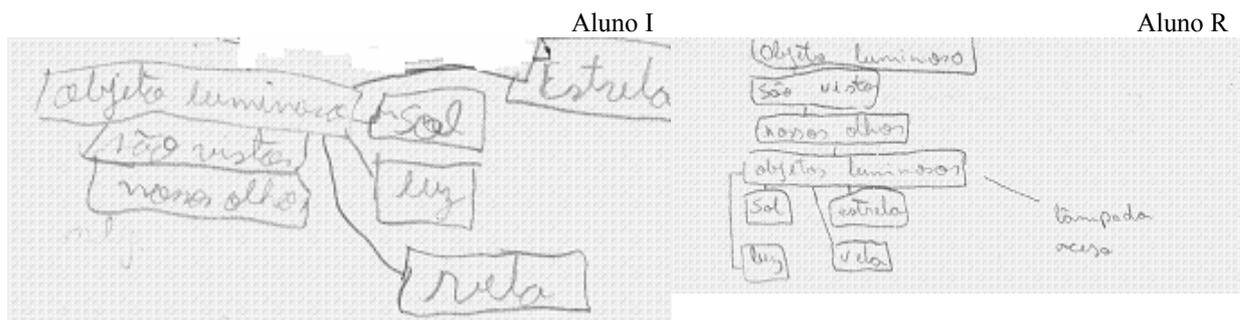


Figura 76: Mapas conceituais sobre objeto luminoso elaborado pelos alunos do G5 – AT5. .
A ordem de apresentação acima, dispõe respectivamente os mapas dos alunos I, R e L..

Tabela 40 – Pontuação obtida após análise dos mapas construídos pelo G5 – AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	Aluno I	Aluno R	Aluno L
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	7	3	3	2
Hierarquia: cada nível válido	4x5	4x5	4x5	2x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	4	2	4	3
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS	31	25	27	15

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O aluno I demonstra confusão do conceito de objeto luminoso ao elaborar a relação “Sol–estrelas–transmite–luz”, são vistos–“por-nossos olhos”. E quando relaciona a objeto luminoso apenas vela e lâmpada acesa. A relação nossos olhos-objeto luminoso não é significativa sem o uso de conectores para identificar a relação. A hierarquia estabelecida

reflete uma linearidade conceitual, isto é, dificuldade em diferenciar os conceitos: geral, intermediário e específicos (ou exemplos).

O aluno R consegue interligar satisfatoriamente os conceitos que se relacionam com objeto luminoso: “*objeto luminoso-são vistos-por-nossos olhos-são eles:-Sol, estrela, vela, lâmpada acesa*”. O conceito “*luz*” foi relacionado a objeto luminoso, mas como não foi usado nenhum conector para identificar a relação, não há como considerá-lo válido, pois pode significar uma extensão da definição de objeto luminoso: “*reflete*” luz ou pode ser mais um exemplo de objeto luminoso, o que neste último caso seria uma relação incorreta. Portanto, foram considerados para este item, três proposições válidas e significativas, quatro níveis hierárquicos e quatro exemplos. O aluno L inicia seu mapa com muita dificuldade em hierarquizar e relacionar os conceitos. Depois de algumas tentativas frustradas e algumas intervenções da pesquisadora, foram estabelecidas “*fracamente*” duas proposições válidas em dois níveis hierárquicos e três exemplos. Novamente se percebeu a confusão do conceito “*luz*” relacionado a objeto luminoso sem nenhum conector que explicita tal relação.

A.2 – Mapa sobre objetos iluminados.

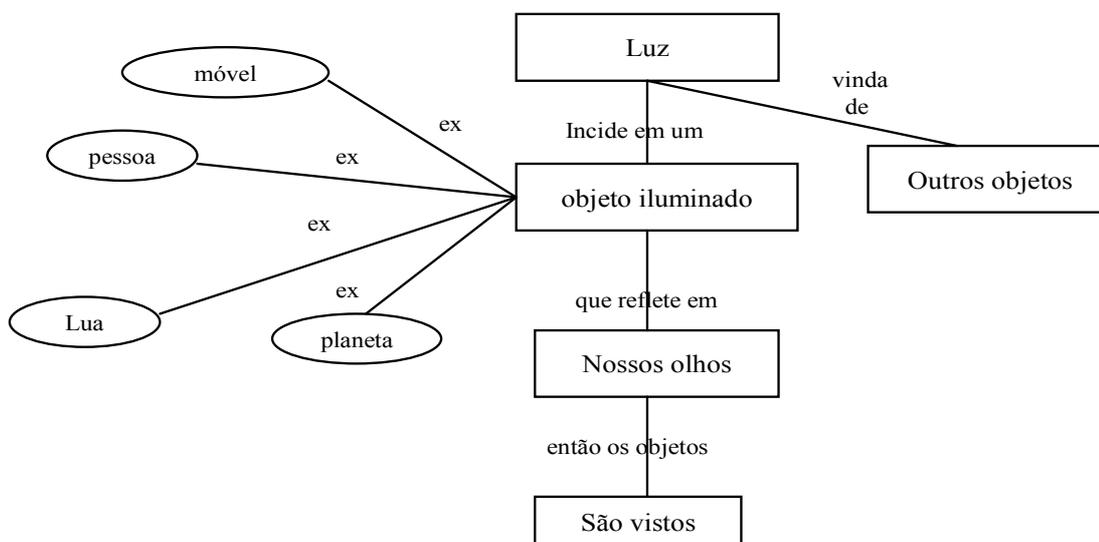
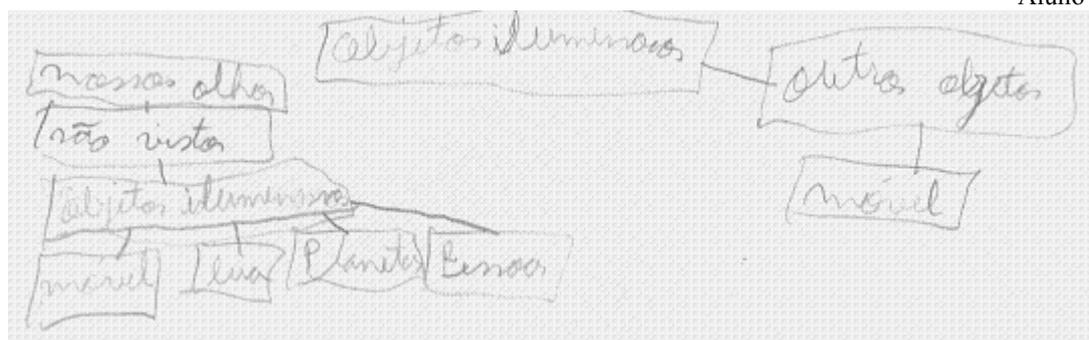
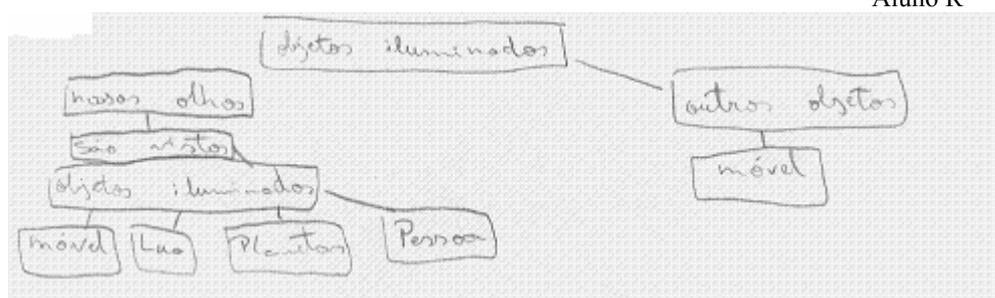


Figura 77: Mapa conceitual de referência sobre objeto iluminado. Demonstra as relações julgadas válidas e significativas conceitualmente.

Aluno I



Aluno R



Aluno L

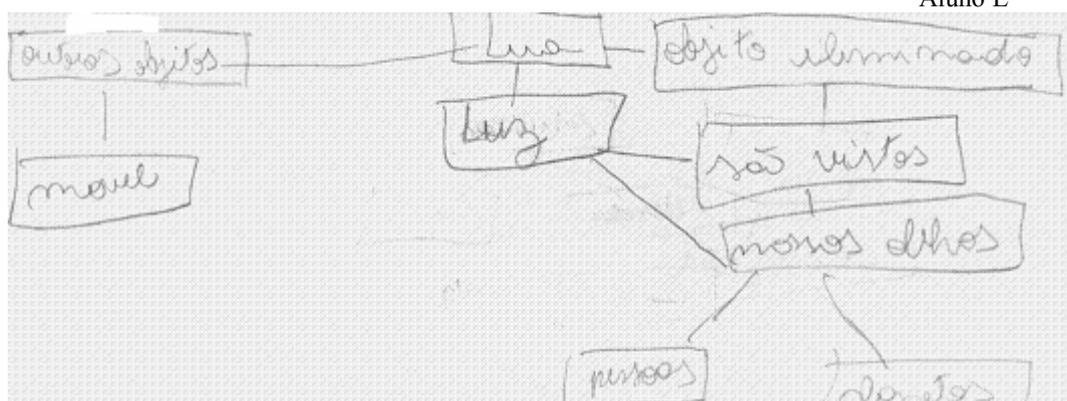


Figura 78: Mapas conceituais sobre objeto iluminado elaborado pelos alunos do G5 – AT5. A ordem de apresentação acima, dispõe respectivamente os mapas dos alunos I, R e L.

Tabela 41 – Pontuação obtida após análise dos mapas construídos pelo G 5 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	Aluno I	Aluno R	Aluno L
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	8	2	4	4
Hierarquia: cada nível válido	3x5	2x5	3x5	3x4
Ligações Transversais: cada ligação se for:				
- válida e significativa	0	0	0	0
- somente válida				
- criativa ou peculiar				
Exemplos: cada exemplo válido	4	2	4	4
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS	23	14	23	23

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O aluno I, neste item, se confunde ao tentar relacionar o conceito *objeto iluminado* com os conceitos sugeridos. Em nenhum momento foi estabelecida qualquer ligação entre “*luz-objeto iluminado*”. A relação válida deveria ser *objetos iluminados* recebem *luz* de *outros objetos*. Não foi delineada uma hierarquização conceitual satisfatória. Os exemplos “*lua, outros objetos-móvel, pessoas e planetas*” foram posicionados de maneira dispersa, demonstrando insegurança nas relações proposicionais.

Os alunos R e L iniciam seus mapas pelo conceito geral *objetos iluminados* e relacionam com *outros objetos* e *nossos olhos*, contudo não explicitam por meio de conectores o tipo de relação estabelecida. Citam como exemplos de *objetos* iluminados: móvel, Lua, planetas e pessoa. O conceito mais abrangente, “*luz*”, não foi explicitado por nenhuma ligação. Isto demonstra a dificuldade dos alunos em generalizar o conceito óptico fundamental tanto para objetos luminosos como para iluminados. São considerados válidos e significativos quatro exemplos e proposições dispostas em três níveis hierárquicos.

A.3 - Mapa sobre a visualização de um objeto.

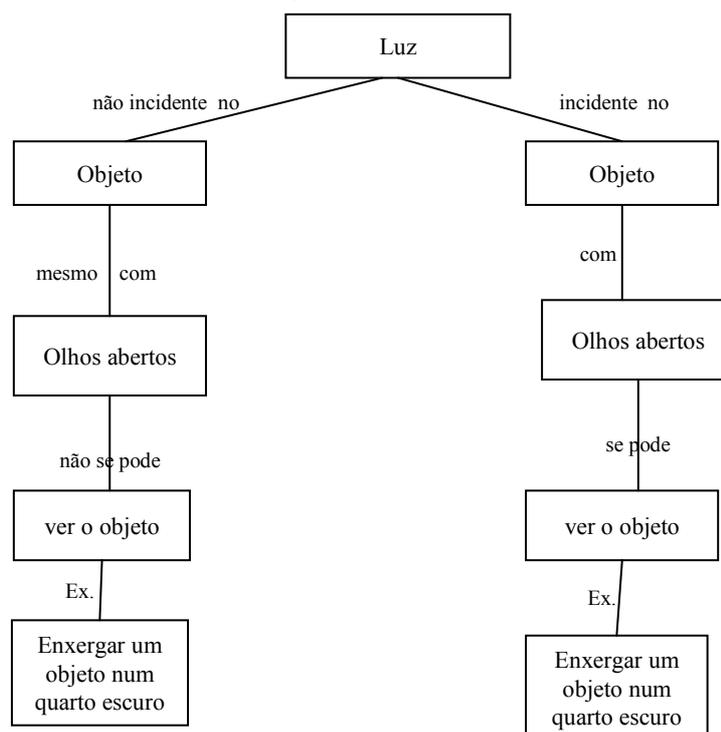
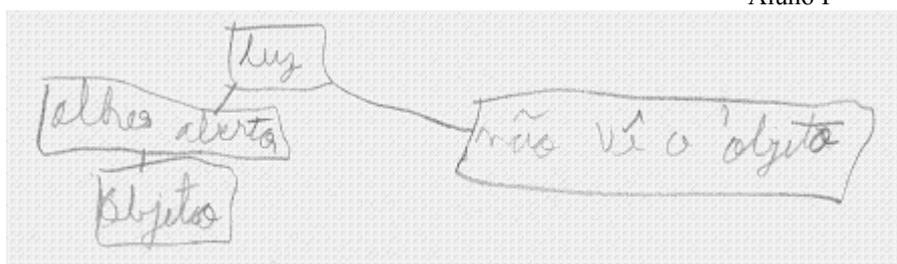
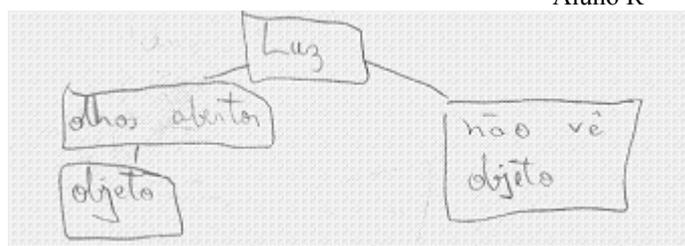


Figura 79: Mapa de referência sobre objeto iluminado.

Aluno I



Aluno R



Aluno L

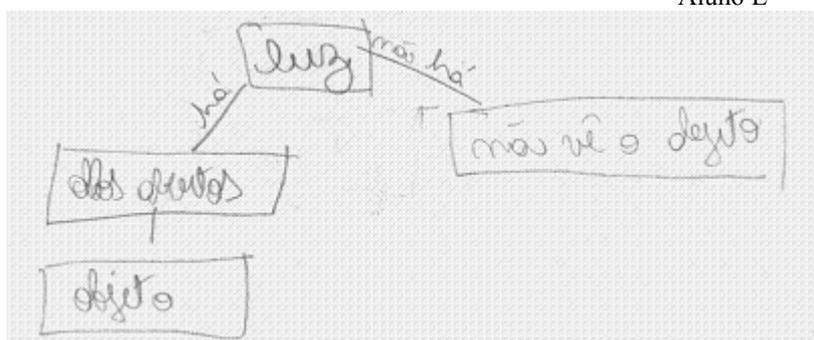


Figura 80: Mapas conceituais sobre objeto iluminado elaborado pelos alunos do G5 - AT5. A ordem de apresentação acima, dispõe respectivamente os mapas dos alunos.

Tabela 42 – Pontuação obtida após análise dos mapas construídos pelo G5 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	Aluno I	Aluno R	Aluno L
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	6	3	3	3
Hierarquia: cada nível válido	3x5	2x5	2x5	2x5
Ligações Transversais: cada ligação se for:				
- válida e significativa				
- somente válida	0	0	0	0
- criativa ou peculiar				
Exemplos: cada exemplo válido	0	0	0	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS	21	13	13	13

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Os alunos I, R e L não conseguem relacionar satisfatoriamente os conceitos. Apresentam um mapa que demonstra aspectos óbvios de que: sem luz não se vê o objeto e com luz, de olhos abertos “se vê” o objeto. Não demonstram, pelos mapas elaborados, a

importância da incidência da luz para que objetos sejam vistos. E que, mesmo com olhos abertos, se não incidir luz, os objetos não poderão ser vistos.

Não foram consideradas válida ou significativas as ligações estabelecidas nos três mapas elaborados (reconhecemos que pela dificuldade de domínio da turma durante as atividades, alguns alunos chegaram a copiar parte dos mapas de seus colegas, como é caso dos três mapas-Figura 10).

B – Mapas referente a experimentos sobre Óptica.

B.1 - Mapa de experimento sobre a câmara escura de orifício ou máquina fotográfica.

Este experimento consiste numa câmara escura de orifício, muito simples, que nada mais é do que uma caixa fechada, na qual uma das faces laterais é feita de um papel semitransparente. Na face oposta foi feito um pequeno orifício, com uma agulha ou alfinete. Com este dispositivo pode-se obter a imagem de um objeto, usando o fato de que a luz se propaga em linha reta. Foi solicitado que o grupo construísse um mapa que refletisse tanto a construção como o aparecimento da imagem.

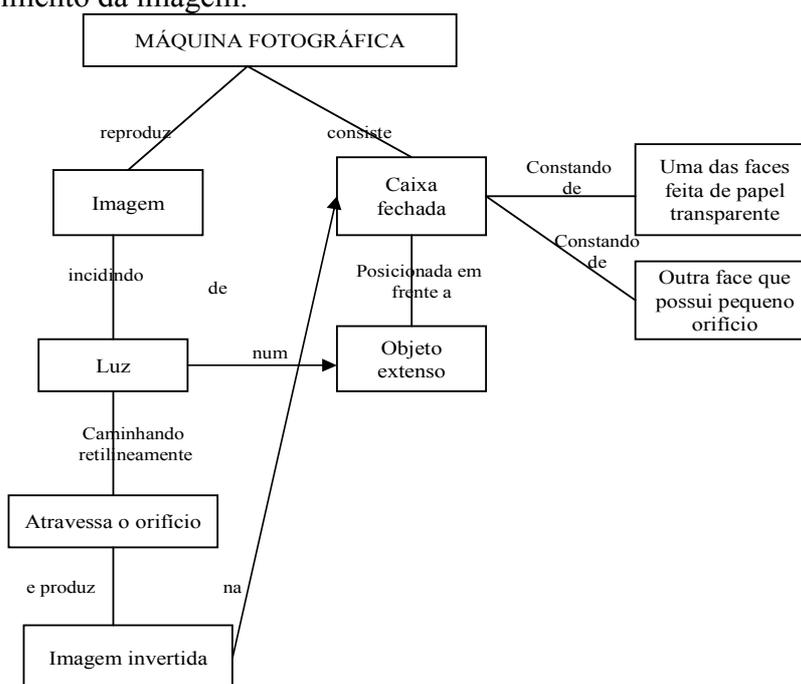


Figura 81: Mapa de referência de experimento sobre máquina fotográfica.

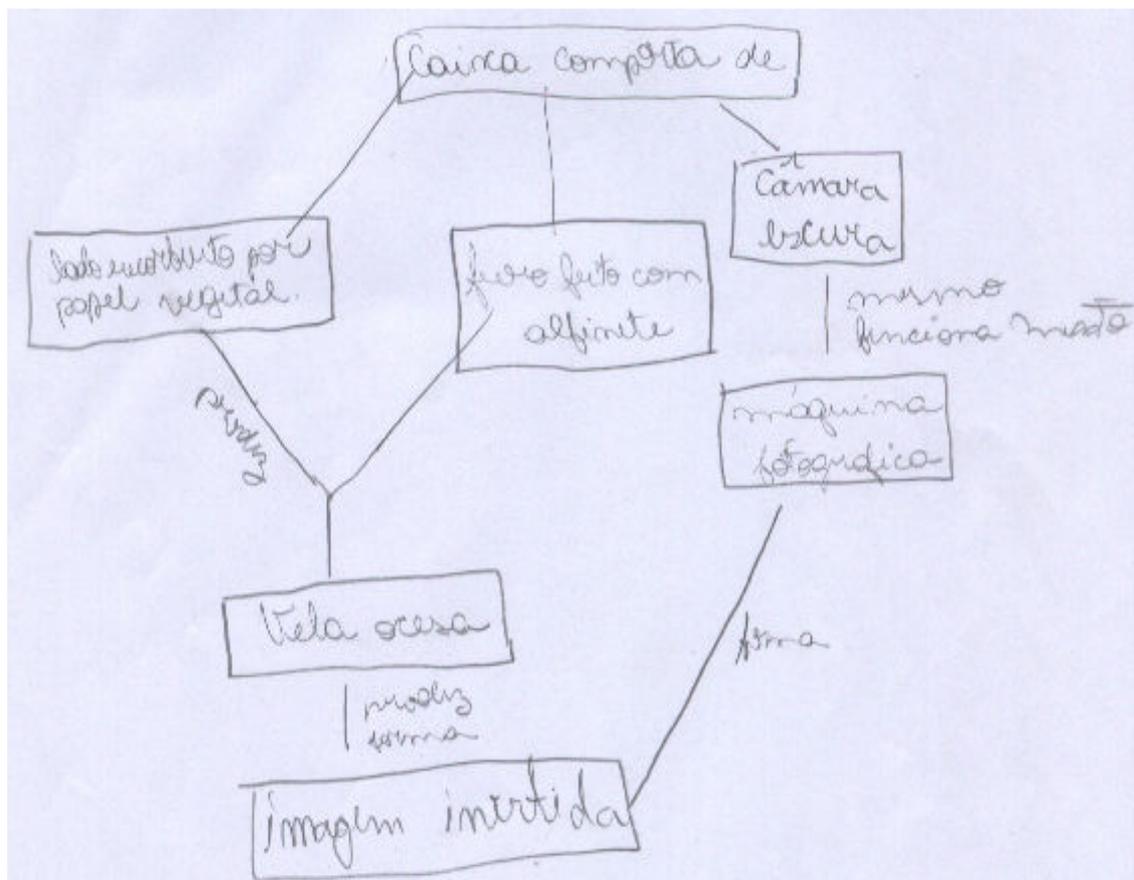


Figura 82: Mapa conceitual sobre máquina fotográfica elaborado pelos alunos do G5 – AT5.

Tabela 43 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G5 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	10	8-3=5
Hierarquia: cada nível válido	4x5	3x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	0	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	30	20

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O mapa do grupo é iniciado com um conceito subordinado “caixa composta de” e não geral “câmara escura”. Relaciona validamente os conceitos que explicitam a confecção da câmara escura. Há confusão quando interliga *lado encoberto por papel vegetal-produz vela acesa*, ao invés de produzir imagem da vela acesa “objeto”.

O grupo não consegue explicitar satisfatoriamente os conceitos. Foram consideradas válidas ou significativas apenas cinco proposições dispostas em três hierarquias.

B 2.- Mapa referente a experimento sobre ângulos de incidência e reflexão.

Este experimento objetivou demonstrar que o feixe de luz incidido na fenda de um cartão (opaco) passa por ela e reflete no espelho posicionado atrás da mesma. Ao traçar cuidadosamente a trajetória deste feixe, e utilizando um transferidor, torna-se visível sobre a folha de papel observar que o ângulo de incidência é igual ao ângulo refletido.

Foi solicitado que o grupo construísse um mapa que refletisse tanto a construção como a conclusão descrita acima.

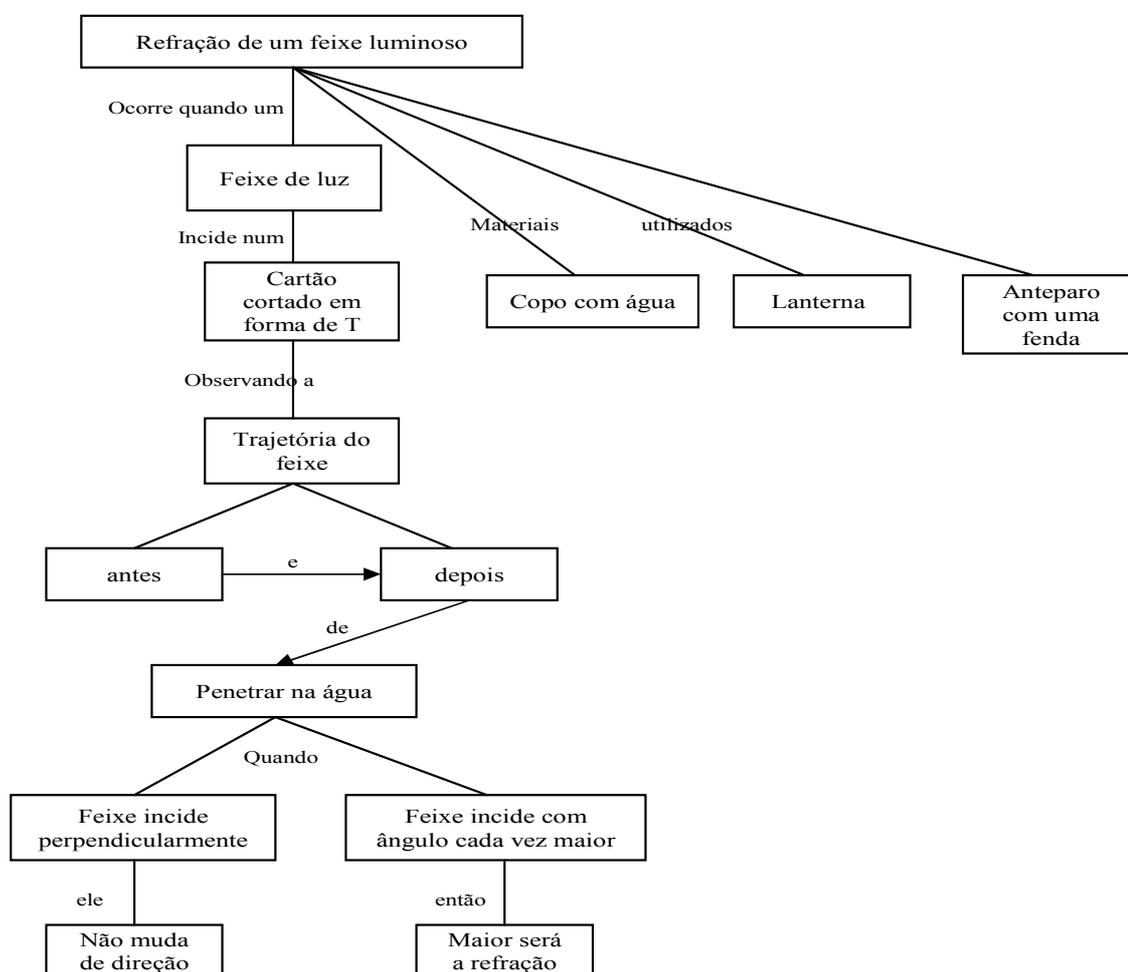


Figura 83: Mapa conceitual de referência de experimento sobre refração.

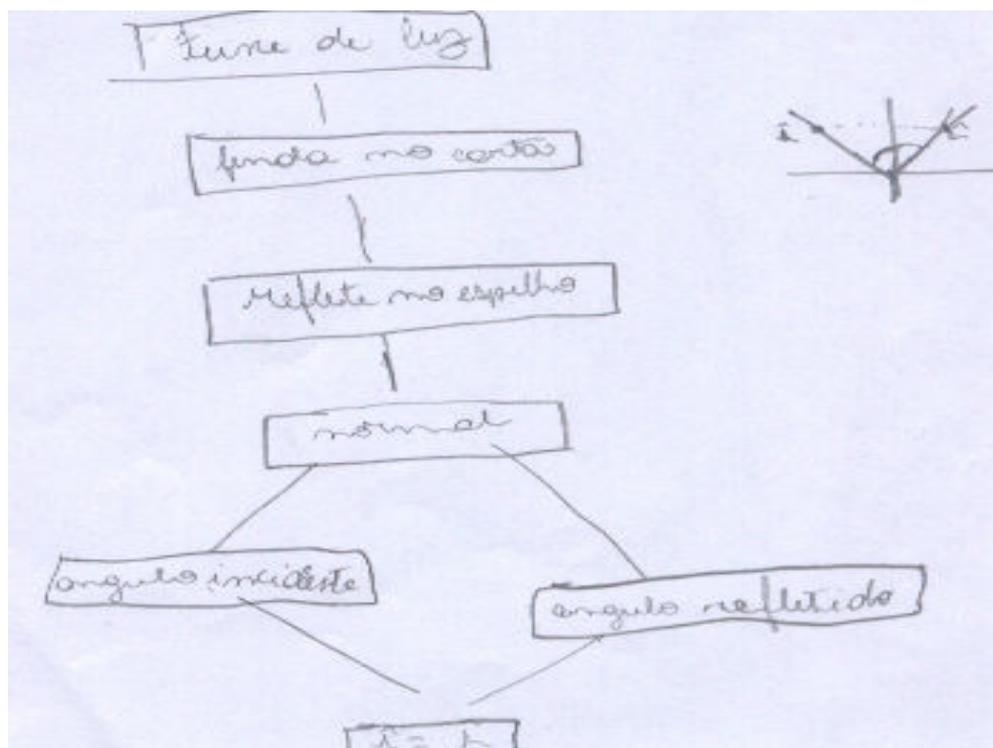


Figura 84: Mapa conceitual sobre refração elaborado pelos alunos do G5 – AT5.

Tabela 44 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G5 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	14	7
Hierarquia: cada nível válido	7x5	5x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	0	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	49	32

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Apesar de o grupo ter elaborado um mapa conceitual que atende ao objetivo do experimento, faltou identificar as relações estabelecidas por meio de termos conectores.

Percebemos ser esta uma dificuldade em todos os grupos observados. Fica claro para nós que os alunos compreenderam o experimento por meio da construção apresentada; porém, para qualquer outra pessoa ou grupo que tentar compreender o mapa construído, o processo talvez não seja simples. Foram consideradas sete relações válidas e significativas dispostas em cinco níveis hierárquicos.

B.3- Mapa referente a experimento sobre a decomposição da luz branca.

Este experimento consiste numa montagem muito simples. Colocar água em um recipiente de paredes transparentes, apoiado inclinadamente diante de um feixe de luz solar (obtido através de uma fresta de janela).

Observar após o feixe incidir na superfície do líquido, passar através do prisma de água, a decomposição da luz branca, a qual poderá ter projetado seu espectro numa folha de papel branco, colocada no chão. Foi solicitado que o grupo construísse um mapa que refletisse tanto a construção do experimento como a conclusão descrita acima.

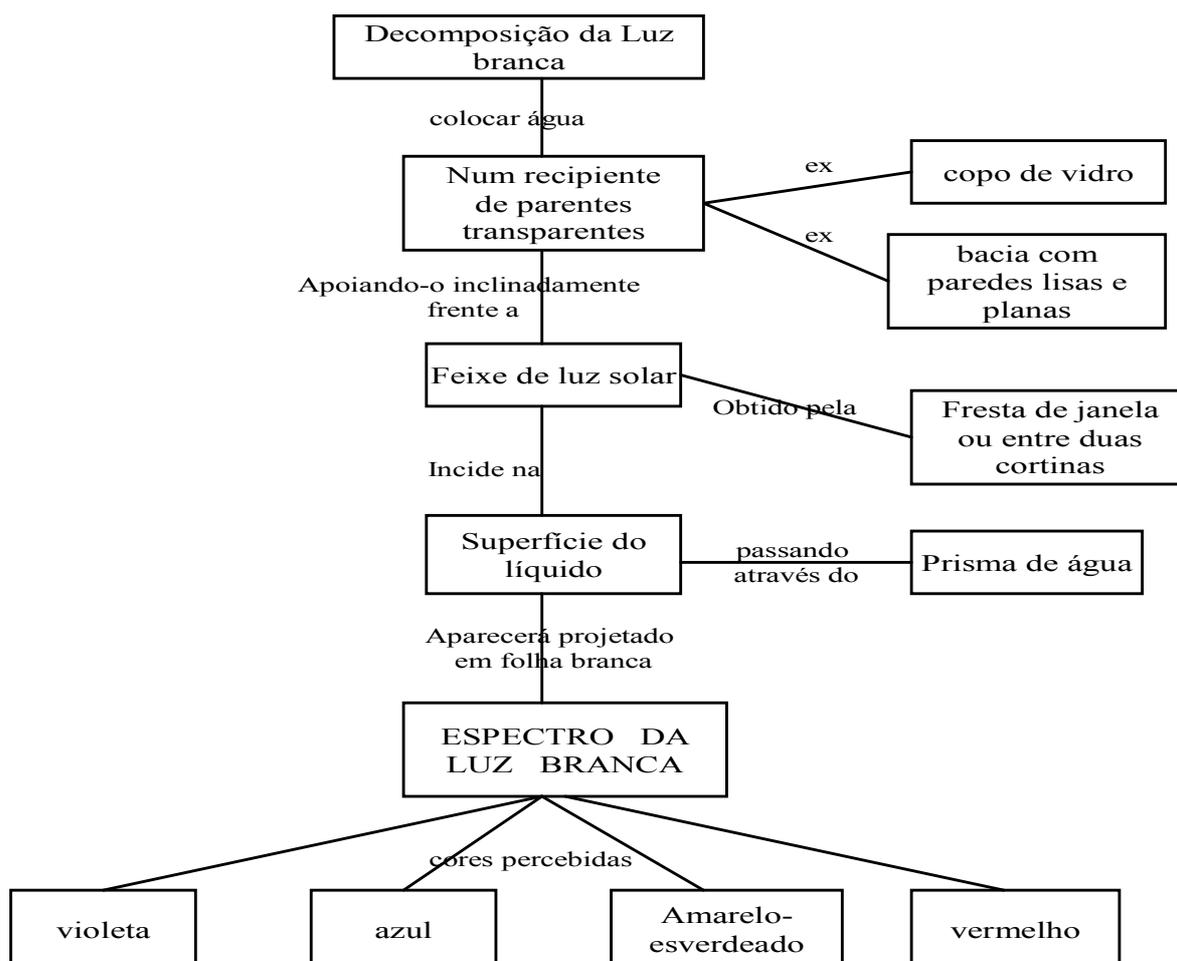


Figura 85: Mapa conceitual de referência sobre a decomposição da luz branca.

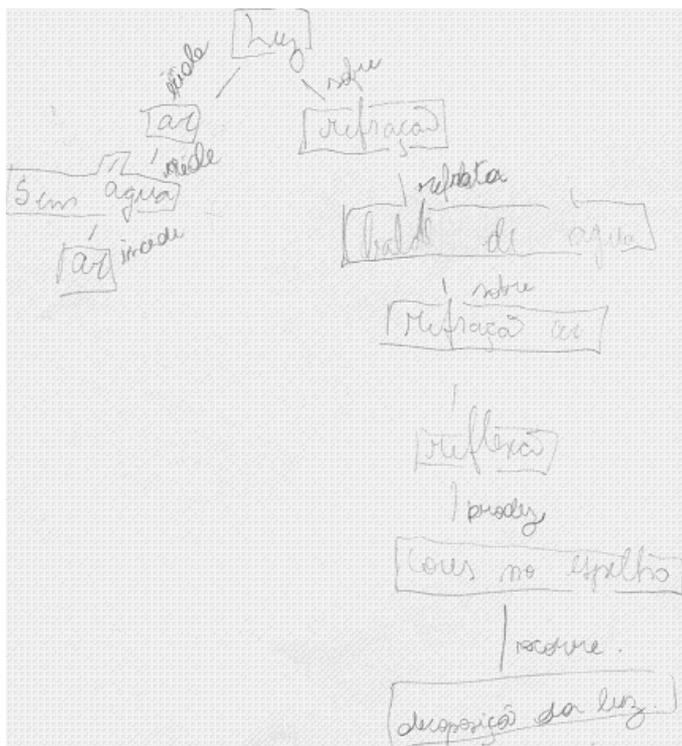


Figura 86: Mapa conceitual sobre decomposição da luz branca e laborado pelos alunos G5 – AT5.

Tabela 45 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G5 - AT5.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	12	9-5=4
Hierarquia: cada nível válido	5X5	3x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	02	0
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	39	19

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

O mapa construído pelo grupo não conseguiu demonstrar satisfatoriamente o processo de construção do experimento, tampouco a conclusão de que a luz branca se decompõe ao sofrer refrações na água. Apesar de existirem palavras conectoras, as mesmas ao nosso ver, complicaram mais que facilitaram a compreensão do mapa. Foram misturados conceitos de refração e de reflexão para explicar a decomposição da luz. Percebemos que não houve aprendizagem efetiva do processo de decomposição da luz. Foram consideradas apenas

as proposições que estabelecem relação com o tema, mesmo que dispostas em hierarquias diferentes da referência.

ATIVIDADE 6

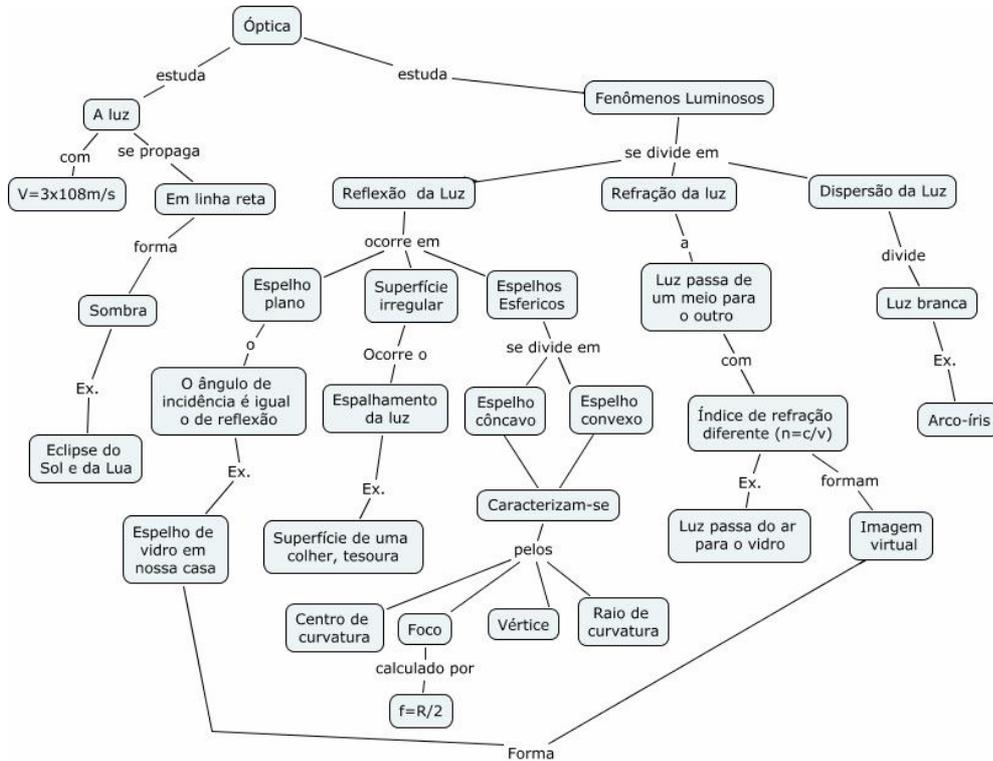


Figura 87: Mapa de referência sobre conceitos gerais de óptica.

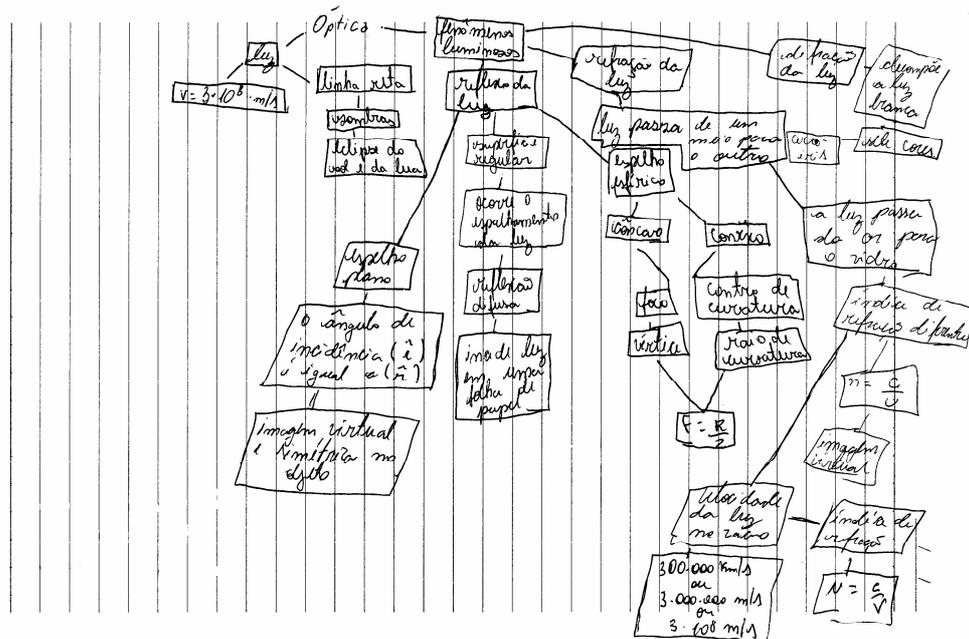


Figura 88: Mapa conceitual sobre conceitos gerais de óptica elaborado pelos alunos do G4 - AT6.

Tabela 46 – Pontuação obtida após análise do mapa conceitual construído pelo G5 - AT6.

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS	MR	MG
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	31	28
Hierarquia: cada nível válido	6x5	6x5
Ligações Transversais: cada ligação se for: - válida e significativa - somente válida - criativa ou peculiar	0	0
Exemplos: cada exemplo válido	05	2
TOTAL DE PONTOS OBTIDOS PELO GRUPO	66	60

Adaptado de Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Apesar de este grupo apresentar um comportamento difícil no início do trabalho, ao final do mesmo, demonstrou interesse nas discussões e se empenhou em discutir as relações que a serem estabelecidas no mapa.

Pelo mapa geral de Óptica elaborado pelo grupo foram estabelecidas trinta e três proposições; contudo, a relação *índice de refração diferente-velocidade da luz no vácuo* não foi considerada significativa ou válida por não ter nenhum aspecto que relaciona um conceito com outro.

Foram consideradas válidas e significativas apenas vinte e oito proposições. Nenhum conector foi utilizado. Observamos confusão na diferenciação dos conceitos de *foco*, *centro de curvatura*, *vértice* e *raio de curvatura* (elementos tanto do espelho côncavo, quanto do convexo).

5.4 - Análise dos questionários

Pelos dados referente ao questionário que avaliou o contexto sócio-cultural de cada turma (aplicado no primeiro encontro), apresentado no gráfico abaixo, podemos aferir que a turma experimental é composta de alunos de classe média, que em sua maioria (91%) não trabalham fora, mas que apenas a metade (53 %), mantém um ritmo mínimo de estudo por dia, que (91%) gostam, (77%) acham interessante e, (77%) acha complicado estudar física.

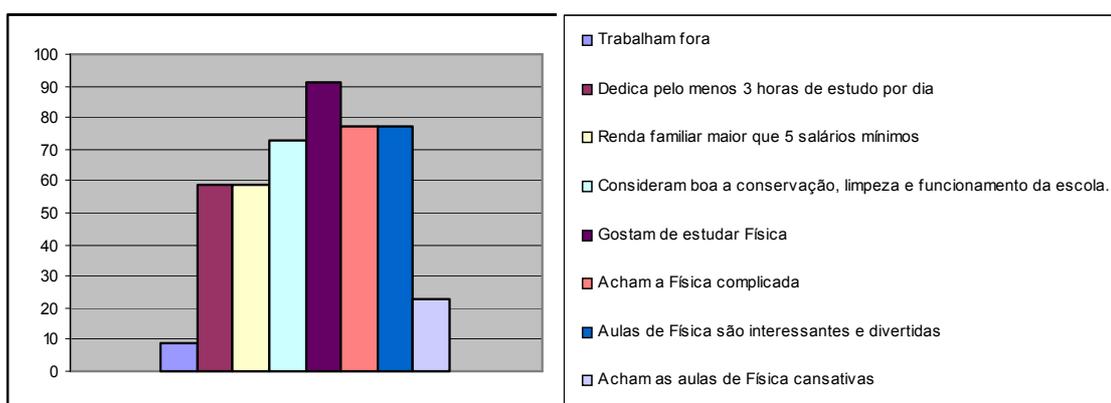


Figura 89 Gráfico representativo das características sócio-culturais dos alunos da turma experimental (2C).

Os dados do gráfico abaixo que representa a turma de controle, demonstra que 87% dos alunos dessa turma não trabalham fora, e que a maioria (93 %) mantém um ritmo mínimo de estudo por dia e gosta de estudar física. Cerca de (87%) acha complicado, contudo (69 %) considera interessante as aulas de física. Apenas (31%) acha cansativo estudar essa disciplina. Percebemos com esses resultados que a turma de controle apresenta maior envolvimento e interesse não só pela disciplina de física como pelo estudo de maneira geral.

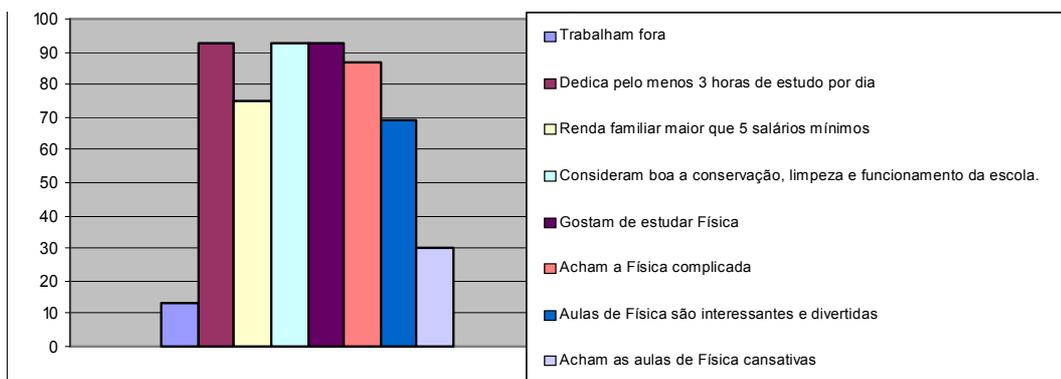


Figura 90: Gráfico representativo das características sócio-culturais dos alunos da turma de controle (2D).

O questionário aplicado na turma experimental, objetivou verificar qual contribuição para a aprendizagem foi dada pela estratégia de mapas conceituais. Medimos o grau de compreensão e satisfação dos alunos em usar os mapas conceituais.

O questionário foi dividido em três itens: a) Auto avaliação; b) Avaliação do docente; c) Avaliação da estratégia de mapas conceituais. Entendemos que seria de fundamental importância saber como o aluno se vê no processo de aprendizagem, pois segundo Ausubel, ela só ocorre quando o aluno deseja aprender dessa forma. Para isso, foi apresentado o item que trata de Auto-Avaliação, a fim de medir o interesse e o nível de dedicação de ambas as turmas. Pelos valores apresentados na Tabela 47, a seguir, observamos que, nesse item, a turma experimental obteve uma média baixa. Apenas 22% estudam em casa, 53% realizam tarefas em sala e 26% realizam tarefas em casa.

A avaliação a respeito da docente (pesquisadora) foi solicitada, para dar aos alunos (da turma experimental) uma oportunidade de se expressarem quanto à forma de apresentação exposição dos conteúdos, de forma clara e precisa, uma das exigências de Ausubel para que ocorra a aprendizagem. De maneira geral, 61% dos alunos consideraram nossa intervenção como uma forma de auxílio e estímulo para o aprendizado da matéria.

Para 56% dos alunos, a utilização de mapas conceituais durante o semestre foi útil para a aprendizagem, e para 70%, essa estratégia facilitou a organização de suas idéias. Percebemos por meio das respostas sobre a utilidade dos mapas conceituais nas aulas de física, que a maioria dos alunos, apesar de acharem uma estratégia “difícil e trabalhosa”, avalia que ela ajuda a resumir as idéias. Transcrevemos algumas respostas dadas no questionário que traduzem essas opiniões.

- “Confunde às vezes”;*
- “Eu não vou usá-la no meu dia a dia”;*
- “Complica mais do que ajuda”.*
- “A pessoa resume todas as suas idéias...”;*
- “Podemos entender melhor os conceitos de física”;*
- “Ajuda a administrar a matéria”;*
- “Facilita a organização de minhas idéias”;*
- “É fácil de memorizar a matéria”;*
- “Antes de resolver o problema, você estrutura como resolver, assim se torna mais fácil”,*

Tabela 47 – Respostas dos alunos ao questionário de avaliação pessoal e da pesquisa.

Questões	Respostas (Nº)	Porcentagem (%)
AUTO-AVALIAÇÃO		
1. Você se considera um aluno(a):		
Ótimo	2	9
Bom	13	56
Regular	8	35
2. Você estuda em casa?		
Sempre	5	22
Às vezes	18	78
Nunca	0	
3. Você realiza as tarefas passadas em sala?		
Sempre	12	53
Às vezes	10	43
Nunca	1	4
4. Você realiza as tarefas passadas para casa?		
Sempre	6	26
Às vezes	16	70
Nunca	1	4
5. Você é um aluno(a) de iniciativa para o estudo?		
Sim	17	74
Dúvida	5	22
Não	1	4
6. Você se dedicou para o estudo neste semestre?		
Sim	14	61
Dúvida	4	17
Não	5	22

AVALIAÇÃO DO DOCENTE (pesquisadora)		
Apresenta com clareza as tarefas?		
Sempre	14	61
Às vezes	9	39
Nunca	0	
Auxilia durante as aulas, tirando dúvidas?		
Sempre	14	61
Às vezes	6	26
Nunca	3	13
Estimula o interesse pela matéria?		
Sempre	14	61
Às vezes	9	39
Nunca	0	
Estabelece relação entre a teoria e a experimentação?		
Sempre	11	48
Às vezes	12	52
Nunca		
5. Esclarece as dúvidas?		
Sempre	14	61
Às vezes	8	35
Nunca	1	4
6. Busca tornar as aulas interessantes e dinâmicas?		
Sempre	10	43
Às vezes	8	35
Nunca	5	22
AVALIAÇÃO DA ESTRATÉGIA UTILIZADA		
1. Inicialmente, você gostou de aprender a utilizar os mapas conceituais?		
Sim	12	52
Dúvida	4	17
Não	7	31
2. Você acredita que a utilização de mapas conceituais durante o semestre foi útil?		
Sim	13	56
Dúvida	5	22
Não	5	22
3. Você acha que a construção de mapas conceituais facilita a organização de suas idéias?		
Sim	16	70
Dúvida	4	17
Não	3	13

Percebemos por meio da observação e conversas com os alunos, que eles se motivavam mais na elaboração dos mapas conceituais que se referiam a experimentos

realizados por eles próprios, pois se sentiam mais livres para relacionar suas idéias do que quando elaboravam mapas de conceitos retirados do texto ou por nós sugeridos.

Nós observamos que a grande maioria dos alunos teve inicialmente muita dificuldade em utilizar a estratégia. Por exemplo, mesmo depois de duas aulas explicativas sobre o que era um mapa conceitual e como construí-lo, muitos alunos demonstravam insegurança ao começar seus mapas. Acreditamos que parte dessa dificuldade se associa à indisciplina da turma durante a exposição do assunto. Alguns alunos se mostraram totalmente resistentes ao uso da estratégia. Foi necessário motivá-los para participarem das aulas. Foi o que tentamos fazer durante toda a pesquisa.

5.5 – Análise dos dados obtidos no teste das concepções alternativas.

Nossa análise foi diagnóstica, ou seja, teve a finalidade de analisar cada conteúdo a ser estudado para tentar detectar quais os conceitos abordados com maior profundidade.

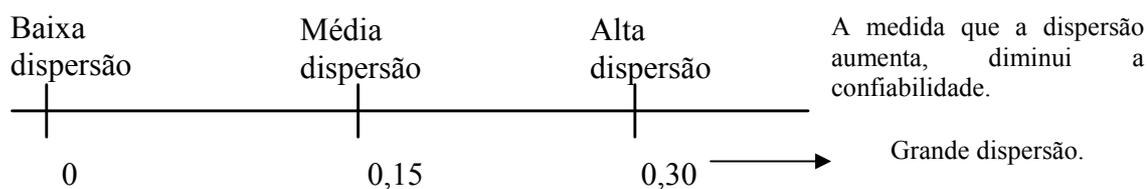
Não nos preocupamos em apresentar aqui a discussão desenvolvida em cada questão porque não é o objeto de nosso trabalho. Contudo, tivemos o cuidado de analisar os testes quantitativamente para tentar detectar, mesmo que de maneira pouco precisa, se as concepções dos alunos sobre ondulatória, acústica e óptica estavam próximas das concepções cientificamente aceitas. Fizemos isso para podermos nos situar quanto aos tópicos centrais a serem abordados durante o desenvolvimento da pesquisa.

Para esse objetivo utilizamos dois testes de avaliação (Apêndice B e C) aplicados nas turmas experimental e de controle. O primeiro teste englobou questões sobre ondulatória, os quais seriam estudados no primeiro bimestre, constando de 11 questões. O segundo teste englobou questões de óptica, que seriam trabalhados no segundo bimestre, com 10 questões.

Apesar de se tratar de conteúdos a serem estudados nas aulas, a maioria dos conceitos estão presentes no cotidiano dos alunos. A maioria das questões foi baseada no trabalho de Silveira e Moreira (1996) e as demais foram formuladas por nós.

Fizemos uma análise quantitativa baseada na Análise Exploratória de Kendall proposta por Barbancho (1975), a qual calcula o grau de dispersão dos dados ou o coeficiente de variação (CV), isto é, o grau de variância entre a nota do aluno e a média da turma. Como não conhecíamos bem as turmas pesquisadas, pretendíamos verificar se as respostas dadas nos testes refletiam ou não a realidade da turma.

Segundo os autores, se o grau de dispersão for maior que 0,30 (grande dispersão), o valor da média da turma não reflete necessariamente a realidade conceitual de cada aluno.



O teste sobre ondulatória abordou os conceitos básicos que seriam estudados no bimestre como: amplitude, período e frequência, velocidade de uma onda, propagação de uma onda sonora, altura, intensidade do som propagado.

A seguir, analisamos quantitativamente as respostas dadas pelos alunos nos dois testes aplicados, por meio da análise estatística das médias das menções e dos gráficos comparativos. Apesar dessa análise não ter sido a finalidade principal de nosso trabalho, entendemos que a mesma fornece maior validade às nossas conclusões.

A tabela 48 a seguir demonstra que a média de acertos nas questões do teste sobre ondulatória entre os alunos da turma experimental foi de 5,3.

Nove alunos apresentaram média abaixo de 5,0. Apenas quatro alunos (n.ºs. 4, 14, 15 e 19) obtiveram uma média acima de 7,0, demonstrando subsunçoes adaptados sobre os conceitos de ondulatória.

Tabela 48 – Resumo das respostas dadas pela turma experimental no teste das concepções alternativas sobre ondulatória.

Alunos (nº)	Nº de questões do teste	Respostas coincidentes (cientificamente aceitas)	Porcentagem de acertos (%)	$X_i - X_m$	$(X_i - X_m)^2$
1	11	3	27	-26	676
2	11	6	55	2	4
3	11	8	73	20	400
4	11	9	82	29	841
5	11	3	27	-26	676
6	11	6	55	2	4
7	11	4	36	-17	289
8	11	3	27	-26	676
9	11	5	45	-8	64
10	11	7	64	11	121
11	11	6	55	2	4
12	11	6	55	2	4
13	11	6	55	2	4
14	11	8	73	20	400
15	11	8	73	20	400
16	11	6	55	2	4
17	11	5	45	-8	64
18	11	7	64	11	121
19	11	8	73	20	400
20	11	5	45	-8	64
21	11	5	45	-8	64
22	11	6	55	2	4
23	11	4	36	-17	289
Soma			1220		5573
Média de respostas coincidentes com a cientificamente aceita (X_m)			53,04	$S(X)^2$	242,33
S (X)					15,56
Coeficiente de Variação de Kendall (C.V) $C.V = S(x)/X_m$					0,29

Nota: nesta avaliação, dois alunos não compareceram.

Pelo valor do coeficiente de variação (C.V), verificamos alta dispersão nos dados nessa turma ($C.V \cong 0,30$), o que significa segundo os parâmetros de Kendall, aplicados por

Barbancho (1975), que trata-se de uma turma não homogênea e com uma variação conceitual, próxima ao máximo.

Pelo gráfico da Figura 91 podemos observar nitidamente que há uma variação considerável em relação às respostas dadas pelos alunos no referido teste.

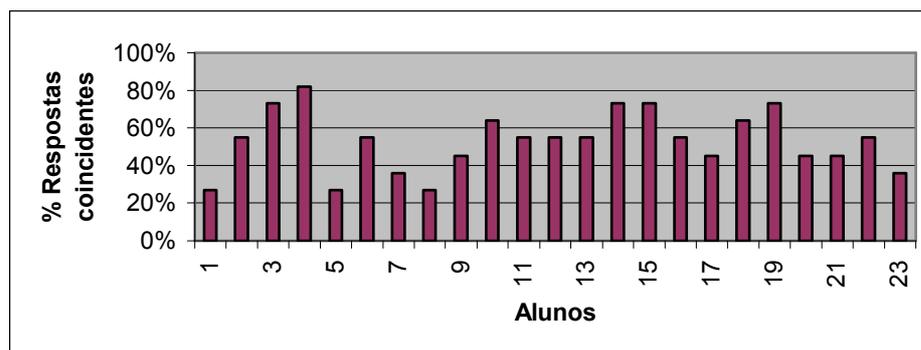


Figura 91 – Gráfico sobre as respostas dadas pela turma experimental no teste das concepções alternativas sobre ondulatória.

A Tabela 49 a seguir demonstra os dados obtidos mediante aplicação do teste de concepções alternativas sobre ondulatória, na turma de controle. Nela é demonstrado que a média de acertos entre as respostas dos alunos e as conceitualmente corretas foi de aproximadamente 6,2.

Apenas cinco alunos obtiveram média abaixo de 5,0 e nove alunos alcançaram uma média de respostas coincidentes maior que 7,0. Trata-se então, em nosso entendimento, de uma turma com maior bagagem conceitual que a anterior (experimental), em se tratando dos conceitos básicos de ondulatória e acústica.

Entretanto, pelo cálculo do coeficiente de variação entre a média da turma e a média de cada aluno, verificamos uma dispersão ($C.V = 0,30$) aproximadamente maior do que na turma experimental. Isto demonstra tratar-se de uma turma mais heterogênea que a turma experimental no que diz respeito a conceitos sobre ondulatória e acústica, ou seja, os valores das médias de cada aluno podem não expressar com veracidade sua realidade conceitual.

Tabela 49 – Resumo das respostas dadas pela turma de controle no teste das concepções alternativas sobre ondulatória.

Alunos (n°)	N° de questões do teste	Respostas coincidentes (cientificamente aceitas)	Porcentagem de acertos Xi (%)	$X_i - X_m$	$(X_i - X_m)^2$
1	11	3	27	-34	1186
2	11	7	64	3	7
3	11	6	55	-6	41
4	11	7	64	3	7
5	11	6	55	-6	41
6	11	6	55	-6	41
7	11	6	55	-6	41
8	11	9	55	-6	41
9	11	7	64	3	7
10	11	3	27	-34	1186
11	11	9	82	21	423
12	11	8	73	12	134
13	11	6	55	-6	41
14	11	8	73	12	134
15	11	5	45	-16	270
16	11	5	45	-16	270
17	11	3	27	-34	1186
18	11	6	55	-6	41
19	11	8	73	12	134
20	11	9	82	21	423
21	11	10	91	30	874
22	11	11	100	39	1487
23	11	10	91	30	874
24	11	10	91	30	874
Soma			1504		8889
Média das respostas coincidentes com a cientificamente aceita - (X_m)			62,6	$S(X)^2$	371,85
$S(x)$				19,28	
Coeficiente de Variação de Kendall (C.V) $C.V = S(x)/X_m$				0,30	

Nota: nesta avaliação, um aluno não compareceu.

Tanto a dispersão na turma experimental (0,29) como na turma de controle (0,30) nesse primeiro teste sobre ondulatória e acústica, são compatíveis com a realidade conceitual de ambas. Durante nossa inserção verificamos que a grande maioria dos alunos não demonstrava grande interesse pela aprendizagem. Ficou notório que queriam realizar as tarefas pelo simples fato de obter uma menção.

Pelo gráfico abaixo da Figura 92 podemos verificar significativa dispersão nas médias dos alunos da turma de controle, apesar de ser visivelmente maior do que a turma experimental.

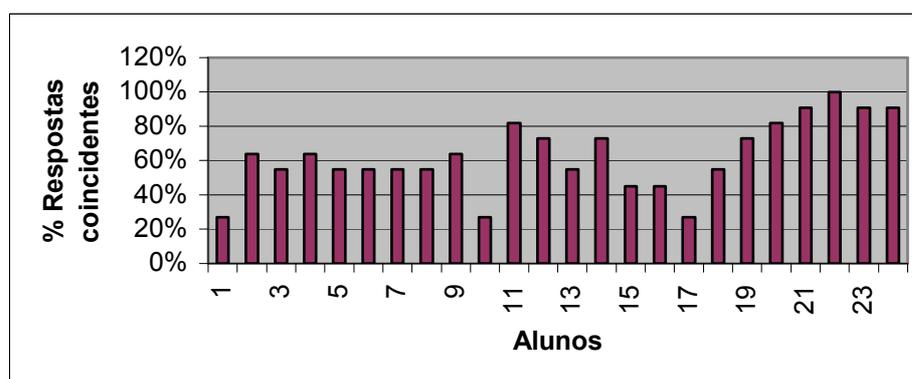


Figura 92 – Gráfico sobre as respostas dadas pela turma de controle no teste das concepções alternativas sobre ondulatória.

O teste sobre óptica aplicado nas turmas experimental e de controle no início do segundo bimestre, abordou temas sobre propagação retilínea da luz, formação da sombra, penumbra e objeto iluminado.

Na Tabela 50, a seguir, demonstramos os dados referente as respostas dos alunos em relação ao teste sobre óptica, calculamos o desvio padrão dessas médias e o coeficiente de variação ou de dispersão entre a média da turma e a média de cada aluno.

Nesse teste, os alunos obtiveram uma média de acerto de 5,6 em relação às respostas cientificamente corretas. Sete alunos apresentaram média abaixo de 5,0. Alguns alunos, como os n.ºs. 6, 7, 11, 16 e 21 obtiveram uma média acima de 7,0 demonstrando subsunçores adaptados sobre os conceitos de ondulatória.

Apesar de verificarmos um aumento na média geral da turma (de 5,3 para 5,6), existe também um crescimento na dispersão dos valores encontrados ($C.V > 0,30$). Alguns alunos se despontam conceitualmente (média acima de 7,0), já outros demonstram grande deficiência.

A turma apresenta as mesmas características demonstradas pela análise do primeiro teste, ou seja, turma conceitualmente heterogênea.

Tabela 50 – Resumo das respostas dadas pela turma experimental no teste das concepções alternativas sobre óptica.

Alunos (nº)	Nº de questões do teste	Respostas coincidentes (cientificamente aceitas)	Porcentagem de acertos Xi (%)	$X_i - X_m$	$(X_i - X_m)^2$
1	10	2	20	-33	1089
2	10	3	30	-23	529
3	10	6	60	7	49
4	10	6	60	7	49
5	10	5	50	-3	9
6	10	8	80	27	729
7	10	8	80	27	729
8	10	3	30	-23	529
9	10	7	70	17	289
10	10	6	60	7	49
11	10	8	80	27	729
12	10	4	40	-13	169
13	10	4	40	-13	169
14	10	5	50	-3	9
15	10	6	60	7	49
16	10	10	100	47	2209
17	10	7	70	17	289
18	10	4	40	-13	169
19	10	4	40	-13	169
20	10	5	50	-3	9
21	10	8	80	27	729
22	10	5	50	-3	9
23	10	5	50	-3	9
Soma			1290		8767
Média das respostas coincidentes com a cientificamente aceita (X_m)			56,08	$S(X)^2$	378,52
S (x)				19,4	
Coeficiente de Variação de Kendall (C.V) $C.V = S(x)/X_m$				0,33	

Também o gráfico da Figura 93, a seguir, demonstra que a dispersão entre os valores encontrados foi maior do que no teste sobre ondulatória aplicado nessa mesma turma.

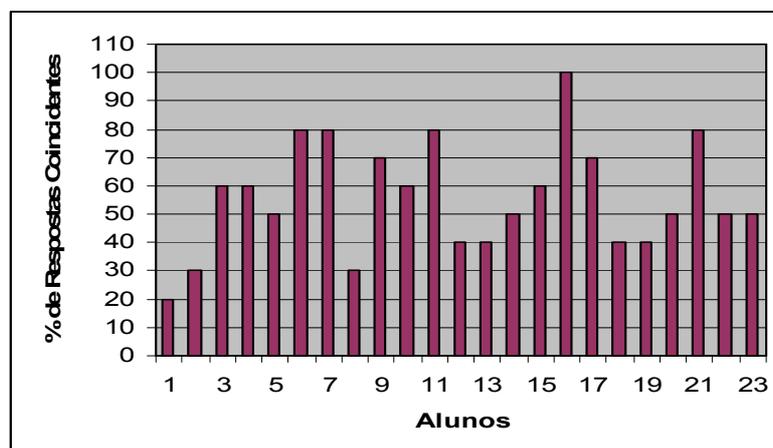


Figura 93 – Resumo das respostas dadas pela turma experimental no teste das concepções alternativas sobre óptica.

A tabela 51 apresentada a seguir demonstra os valores obtidos na turma de controle após a aplicação do teste das concepções alternativas sobre óptica.

Verificamos uma média de acertos de aproximadamente 5,4 nas respostas dadas pelos alunos. Apenas seis alunos obtiveram média abaixo de 5,0 e dois alunos alcançaram uma média maior que 7,0 em relação às respostas coincidentes.

A pequena diferença na média dessa turma (5,4) em relação à média da turma experimental (5,6), pode representar uma maior dificuldade conceitual em óptica que a turma anterior.

E pelos valores encontrados no cálculo do coeficiente de variação, verificado menor dispersão entre a média de cada aluno e a média da turma, entendemos que a média encontrada (5,4) representa a realidade conceitual dessa turma. Trata-se de uma turma mais homogênea conceitualmente do que a turma experimental.

Tabela 51 – Resumo das respostas dadas pela turma de controle teste das concepções alternativas sobre óptica.

Alunos (nº)	Nº de questões do teste	Respostas coincidentes (cientificamente aceitas)	Porcentagem de acertos Xi (%)	$X_i - X_m$	$(X_i - X_m)^2$
1	10	6	60	7	43
2	10	8	80	27	703
3	10	4	40	-13	182
4	10	5	50	-3	12
5	10	3	30	-23	551
6	10	7	70	17	273
7	10	8	80	27	703
8	10	4	40	-13	182
9	10	3	30	-23	551
10	10	6	60	7	43
11	10	7	70	17	273
12	10	5	50	-3	12
13	10	6	60	7	43
14	10	6	60	7	43
15	10	6	60	7	43
16	10	6	60	7	43
17	10	5	50	-3	12
18	10	6	60	7	43
19	10	6	60	7	43
20	10	2	20	-33	1121
21	10	5	50	-3	12
22	10	3	30	-23	551
23	10	6	60	7	43
24	10	6	60	7	43
Média das respostas coincidentes com a cientificamente aceita (%) (X_m)			53,75		230,14
Soma			1290	$S(X)^2$	5523,4
$S(x)$				15,17	
Coeficiente de Variação de Kendall (C.V) $C.V = S(x)/X_m$				0,28	

Pelo gráfico, a seguir, representado na Figura 94 podemos observar que existe uma maior homogeneidade nas respostas dos alunos dessa turma, em se tratando especificamente deste teste.

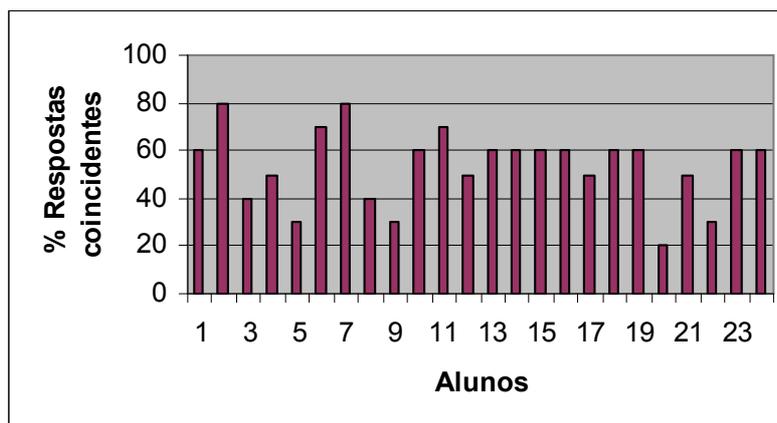


Figura 94 – Gráfico sobre as respostas dadas pela turma de controle no teste das concepções alternativas sobre óptica.

A análise realizada por meio dos testes das concepções alternativas nos deu condição de conhecermos um pouco mais as turmas pesquisadas. Percebemos pelos resultados obtidos que ambas as turmas apresentam uma heterogeneidade conceitual significativa. Isto já era esperado pelo fato de terem sido surpreendidos por um teste no início do bimestre. E um aspecto que, ao nosso ver, também contribui para heterogeneidade é o fato de que, em cada uma das duas turmas haviam dois alunos com necessidades especiais (estes alunos não conseguiam acompanhar o desenvolvimento da turma, segundo informou a docente), o que de certa forma desafia o docente no aspecto da homogeneidade conceitual (não simplesmente pela necessidade especial do aluno, mas normalmente pelo despreparo de nós professores). Durante nossa pesquisa pudemos observar que, infelizmente nossas instituições educacionais ainda não estão preparadas para a inserção de alunos com tais necessidades.

Os referidos testes foram, em nossa pesquisa, um valioso apoio para a preparação das atividades com mapas conceituais que envolvessem os conceitos mais “problemáticos” no que se refere à compreensão dos alunos.

Pelos mapas elaborados posteriormente, pudemos perceber que os alunos apresentaram dificuldade em relacionar exatamente os mesmos conceitos que demonstraram desconhecer nos testes das concepções.

5.6 – Análise comparativa do desenvolvimento do aluno nas avaliações padrões.

Nesta seção apresentamos um estudo comparativo com o objetivo de analisar possíveis diferenças na aprendizagem dos conceitos entre os grupos experimental e de controle, após a aplicação da estratégia de mapas conceituais. Essa análise tem a finalidade de nos dar uma visão externa a respeito da eficácia de nosso trabalho, bem como reforçar nossas conclusões.

Tabela 52 - Resumo das menções de cada aluno nos dois bimestres trabalhados.

TURMA EXPERIMENTAL					
Alunos (n°)	Nota do 1° Bimestre	Nota do 2° Bimestre	Média Semestral	$X_i - X_m$	$(X_i - X_m)^2$
1	3,5	3,9	3,7	-2,7	7,4
2	7,1	7,6	7,4	1,0	0,9
3	6,0	4,7	5,4	-1,0	1,1
4	7,0	9,6	8,3	1,9	3,5
5	6,8	8,3	7,6	1,2	1,4
6	7,0	7,2	7,1	0,7	0,5
7	7,1	6,1	6,6	0,2	0,0
8	7,5	9,6	8,6	2,2	4,7
9	7,6	7,0	7,3	0,9	0,8
10	5,5	5,9	5,7	-0,7	0,5
11	1,6	1,5	1,6	-4,8	23,3
12	8,5	9,0	8,8	2,4	5,6
13	8,1	5,2	6,7	0,3	0,1
14	5,3	3,1	4,2	-2,2	5,0
15	7,0	5,6	6,3	-0,1	0,0
16	6,1	7,3	6,7	0,3	0,1
17	4,8	7,6	6,2	-0,2	0,1
18	5,8	7,6	6,7	0,3	0,1
19	3,8	7,3	5,6	-0,8	0,7
20	7,8	7,4	7,6	1,2	1,4
21	6,9	3,8	5,4	-1,0	1,1
22	6,6	5,1	5,9	-0,5	0,3
23	5,6	4,7	5,2	-1,2	1,5
24	8,8	8,2	8,5	2,1	4,3
25	7,2	8,0	7,6	1,2	1,4
Soma			160,7		65,6
Média	6,3	6,4	6,4	$S(X)^2$	2,67
S (x)					1,62
Coeficiente de Variação de Kendall (C.V) $C.V = S(x)/X_m$					0,25

Tabela 53 - Resumo das menções de cada aluno nos dois bimestres trabalhados.

TURMA DE CONTROLE					
Alunos	Nota do 1º Bimestre	Nota do 2º Bimestre	Média Semestral	$X_i - X_m$	$(X_i - X_m)^2$
1	5,1	3,7	4,4	-1,5	2,4
2	1,1	5,3	3,2	-2,7	7,5
3	5,8	5,5	5,7	-0,2	0,1
4	6,6	6,7	6,7	0,8	0,6
5	6,6	7,3	7,0	1,1	1,1
6	4,1	4,2	4,2	-1,7	3,0
7	6,8	6,3	6,6	0,7	0,4
8	5,6	5,6	5,6	-0,3	0,1
9	6,9	6,4	6,7	0,8	0,6
10	8,3	7,4	7,9	2,0	3,9
11	6,8	5,3	6,1	0,2	0,0
12	4,3	2,7	3,5	-2,4	5,9
13	6,9	8,6	7,8	1,9	3,5
14	4,5	3,9	4,2	-1,7	3,0
15	5,6	6,4	6,0	0,1	0,0
16	5,2	6,0	5,6	-0,3	0,1
17	8,2	6,4	7,3	1,4	1,9
18	8,4	4,1	6,3	0,4	0,1
19	5,8	5,9	5,9	0,0	0,0
20	7,0	6,6	6,8	0,9	0,7
21	6,9	7,5	7,2	1,3	1,6
22	6,2	7,6	6,9	1,0	0,9
23	5,6	4,0	4,8	-1,1	1,3
24	5,7	6,4	6,1	0,2	0,0
Soma			142,5		38,8
Média	5,8	5,6	5,7	$S(X)^2$	1,62
S (x)					1,27
Coeficiente de Variação de Kandle (C.V) $C.V = S(x)/X_m$					0,21

Apresentaremos a seguir, os gráficos que demonstram os resultados obtidos tanto da turma experimental, como da turma de controle, nos dois primeiros bimestres.

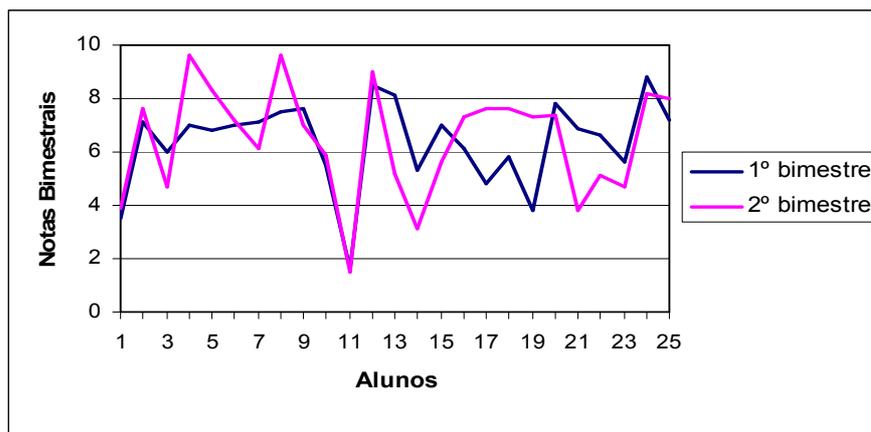


Figura 95 - Gráfico sobre as notas da turma experimental nos dois primeiros bimestres.

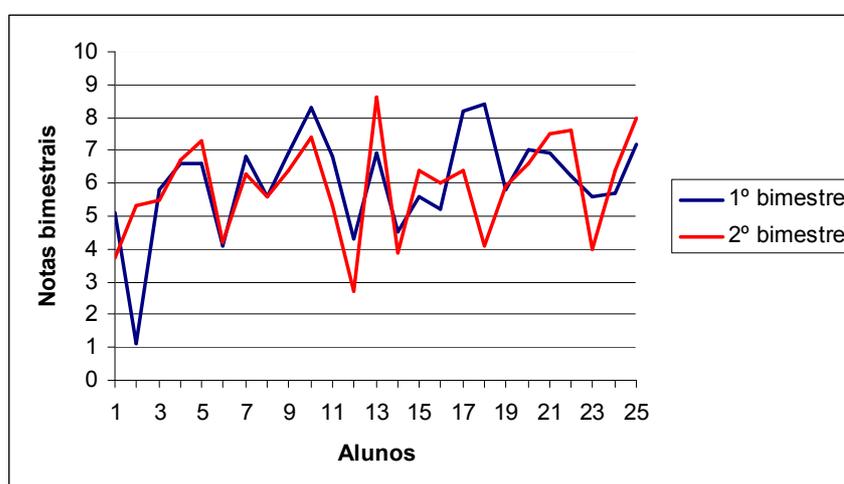


Figura 96 – Gráfico sobre as notas da turma de controle nos dois primeiros bimestres.

Tabela 54: Média dos resultados obtidos pelos alunos das turmas experimental e de controle, na avaliação formal final preparada e aplicada pela docente da escola.

BIMESTRE (2006)	TURMA EXPERIMENTAL	TURMA DE CONTROLE	DIFERENÇA ENTRE AS MÉDIAS DAS TURMAS
1º Bim.	6,3	5,8	0,5
2º Bim.	6,4	5,6	0,8
Média	6,4	5,7	0,7
C.V	0,25	0,21	

Nas tabela 52 e 53 apresentamos um resumo das menções dos alunos nas avaliações formais nos dois bimestres, tanto da turma experimental como da turma de controle.

Resumidamente, na tabela 54 verificamos que a turma experimental obteve uma média final de 6,4, e a turma de controle, uma média final de 5,7, ambas tomadas entre o primeiro e segundo bimestres.

Pelos valores dos coeficientes calculados em ambas as turmas (0,25, para a turma experimental e 0,21 para a turma de controle) verificamos que as médias se encontram entre os valores medianos de dispersão. Isto demonstra que as médias de ambas representam sua realidade conceitual em relação ao conteúdo abordado naquele período específico. Para conhecermos melhor o nível conceitual das turmas seria necessário aplicarmos este estudo por um período maior, o que não é o objetivo de nosso trabalho.

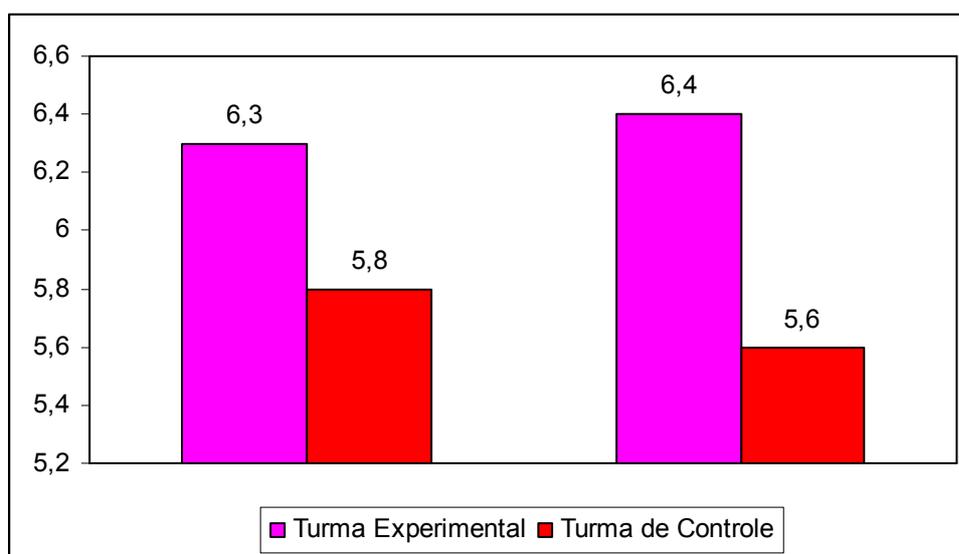


Figura 97 – Gráfico comparativo da média bimestral das turmas experimental e de controle - evolução ao longo do semestre.

Ficou claro pelo gráfico da Figura 97, que a turma experimental obteve uma média superior à turma de controle nos dois bimestres. No primeiro bimestre, a turma experimental obteve uma média geral de 6,3 e a turma de controle, uma média de 5,8. No segundo bimestre verificamos, na turma experimental, uma quase insignificante melhora na aprendizagem dos conceitos (média 6,4), quando comparamos com a turma de controle (média 5,7).

No primeiro bimestre, a diferença foi de 0,5 entre as médias das turmas experimental e de controle, enquanto no segundo bimestre essa diferença cresceu para 0,8. Essa melhora pouco significativa na aprendizagem conceitual refletida pela turma experimental pode ser atribuída ao uso dos mapas conceituais.

Em contrapartida, na turma de controle observamos um decréscimo na média geral, que passou de 5,8 para 5,6 do primeiro para o segundo bimestres. O que significa para nossa análise, que a turma de controle, de uma maneira geral, teve maior dificuldade no segundo bimestre, do que a turma experimental. Podemos considerar, então, que apesar de percebermos um pequeno crescimento na média da turma experimental nos dois bimestres, esta obteve um resultado melhor do que a turma de controle, que não trabalhou com mapas conceituais.

Por mais pessimista que pareça nossa visão a respeito, esse resultado pouco expressivo já era esperado, tendo em vista a dedicação e o interesse de ambas as turmas nas aulas em geral, o que se traduziu pelos valores encontrados nos coeficientes de variação de Kendall: todos foram superiores a 0,2, o que representa significativa dispersão conceitual entre os alunos.

De maneira geral, durante o período em que estivemos com as turmas, tentamos gerar nos alunos um interesse maior pelas aulas de física, utilizando uma estratégia ou estratégias diferenciadas, aplicando mapas conceituais aliado a leituras de texto, experimentos e exposições orais. Procuramos assim, trazer um novo desafio a cada encontro.

Apesar de todo esse aparato quantitativo para o cálculo das médias das menções obtidas pelos alunos nos bimestres (cálculo esse, realizado empiricamente como é de “costume” na física), entendemos que esses valores não traduzem qualitativamente a aprendizagem dos alunos pesquisados.

Como já discutimos anteriormente, a aprendizagem significativa ocorre a cada assimilação e retenção de um novo conceito na estrutura cognitiva do aluno, por isso a aplicação de uma avaliação formal (e aqui nos referimos a questões que solicitam uma simples aprendizagem memorística, como: o que é força; calcule a força resultante; qual é o conceito de energia etc) não é suficiente para verificar tal processo.

Por outro lado, verificamos grande desenvolvimento conceitual dos alunos por meio de suas manifestações individuais, fossem elas: opiniões expressadas nas respostas aos questionários, ou por meio dos mapas conceituais elaborados.

5.7 – Limitações da Pesquisa (dificuldades apresentadas)

Foram apontados como limitações que dificultaram a pesquisa, bem como a coleta dos dados, os pontos relacionados abaixo:

- Desinteresse dos alunos pela disciplina e pelo bom desempenho no projeto de pesquisa (percebemos que a aprendizagem para eles ficava num plano inferior ao da pontuação);
- Excessivo interesse na pontuação a ser conquistada;
- Greve dos professores;
- Indisciplina da turma;
- Várias interrupções durante as aulas (avisos, brincadeiras descontextualizadas, conversas fora do conteúdo da aula, etc).

6. CONCLUSÕES

A introdução de novas estratégias de ensino tem proporcionado benefícios aos estudantes, especialmente pelo fator motivador e facilitador do processo de ensino-aprendizagem.

Entendemos que a utilização de mapas conceituais como uma estratégia que reflete o conhecimento do aluno, demonstrou-se eficaz na facilitação da aprendizagem de conceitos, uma vez que auxilia o aluno na ordenação do conhecimento, ajuda a resumir e estruturar as idéias e, o mais importante, o ajuda a ver onde se equivoca ao relacionar conceitos.

A utilização dessa estratégia contribui não só para a aprendizagem significativa em si, mas também para o desenvolvimento (pelo aluno) de competências e habilidades associadas às diferentes disciplinas, em especial ao estudo de física.

Percebemos esse desenvolvimento conceitual, a cada resposta dada pelos alunos pesquisados, principalmente na turma experimental, onde tivemos maior liberdade de “navegar” nos conceitos ensinados, durante a elaboração e apresentação de cada mapa conceitual elaborado pelos alunos.

Durante a elaboração do mapa, porque os alunos solicitavam nossa presença para sanar dúvidas relativas à ligação entre os conceitos, demonstrando curiosidade, insegurança e o mais importante, vontade de entender o *porque* de cada relação conceitual estabelecida. Nesse momento a nova informação se relaciona significativamente com seu conhecimento já assimilado (subsunçor).

E durante as apresentações dos mapas, porque os alunos participavam com perguntas e sugestões, relacionando significativamente os conceitos discutidos. Por meio das dúvidas apresentadas, cada aluno poderia refazer seu mapa, relacionando corretamente os conceitos, (embora não tenhamos trabalhado esse aspecto).

Os mapas elaborados pelos alunos são instrumentos poderosos para observar alterações de significado que o aluno dá aos conceitos que estão sendo incluídos no seu mapa. E de maneira geral, todo o processo de utilização da estratégia se mostrou eficaz para a aprendizagem significativa.

Para celebrar a eficácia dessa estratégia, produzimos um material instrucional dirigido aos professores de física e de outras disciplinas, constituído de definições, exemplos e figuras explicativas sobre a elaboração de mapas conceituais no ensino de física – como atividades complementares no estudo de Ondulatória e Óptica. Para as definições fundamentais abordadas, produzimos mapas representativos que expressam os conceitos considerados cientificamente corretos, os quais devem servir não de modelo, mas de sugestão para o professor.

Nosso produto educacional, então, consistiu na elaboração de uma apostila com textos explicativos, que envolvem: a definição de mapas conceituais, sugestões de como elaborar um mapa conceitual, tipos de mapas conceituais, como avaliar qualitativamente um mapa conceitual e vários exemplos de mapas conceituais utilizados no ensino de física, especificamente, no estudo de Ondulatória e Óptica. Também fazem parte desse material, modelo de um questionário (opcional), de um teste de múltipla escolha que servirá para identificar quais as concepções que deverão ser trabalhadas e alguns experimentos que foram desenvolvidos durante o semestre.

Esse material educacional proporciona ao professor a possibilidade de desenvolvimento dos conteúdos de forma mais clara e dinâmica, de modo que é possível relacionar conteúdos trabalhados em aulas posteriores, despertando uma maior motivação nos alunos. É também uma alternativa na metodologia de trabalho, podendo ser utilizado como complementar às aulas expositivas, experimentais ou demonstrativas, ou sendo complementado por elas.

Para os estudantes, o material serve como sugestão para a elaboração de mapas que o auxiliará na estruturação do conhecimento e na retenção e adaptação dos novos conceitos propostos em cada aula. Servirá como uma poderosa fonte que o motivará a compreender os assuntos tratados em sala e relacionar outros percebidos ou estudados fora de aula.

As três atividades desenvolvidas com a utilização dos mapas conceituais foram discriminadas e exemplificadas no material, objetivando enriquecer e motivar as aulas de física. Na medida em que o professor se inteira da estratégia, novas atividades poderão ser propostas e implementadas como consequência normal no desenvolvimento das aulas. Essa é uma das finalidades do material produzido: despertar no professor o desejo de motivar as aulas de física para facilitar o processo de aprendizagem significativa.

A estratégia de mapas conceituais gerou uma motivação para aprender, conforme constatado pelo questionário de avaliação. A análise dos mapas expôs tanto as deficiências como a aprendizagem conceitual, dando não só ao professor como também ao aluno, uma poderosa arma para avaliação da aprendizagem. A análise comparativa feita entre as turmas pesquisadas mostrou que houve melhoria no desempenho dos alunos que utilizaram a estratégia, apesar de não ter sido muito significativa, em função das variáveis expostas anteriormente, características das turmas pesquisadas.

Percebemos que o trabalho deveria continuar sendo desenvolvido pelo menos por mais dois bimestres, para se obter um resultado expressivo. Nesse período, tanto os alunos quanto o professor teriam oportunidade de se familiarizarem com a estratégia, incorporando-a ao cotidiano das aulas. Dessa forma, o aluno seria levado a desenvolver uma disciplina no que se refere a organização de todo conhecimento absorvido durante as aulas de física. Existem algumas escolas que já trabalham com esta estratégia e alcançam resultados consideráveis de aprendizagem, como é o caso do Centro Educacional Nossa Senhora Auxiliadora, em Brasília.

A experiência didática que realizamos foi difícil e desafiadora, mas mostrou-nos que é possível colocar em prática novos projetos pedagógicos, principalmente na rede pública de ensino, onde há uma maior liberdade e incentivo para o desenvolvimento de uma estratégia inovadora como a de mapas conceituais.

Nos levou à percepção de que para produzir mudanças significativas na metodologia do ensino é fundamental a participação de todos para a construção e implementação de projetos que desafiem os padrões formais (tradicionais) praticados na educação brasileira.

Felizmente, tais padrões tem sido duramente questionados em nossos dias. Cabe então, a nós professores, fortalecermos a “corrente” que não se satisfaz com um ensino tradicional, mas se debruça sob as constantes evoluções que ocorrem no processo de ensino-aprendizagem, em busca de alcançar melhores resultados de aprendizagem, ou melhor que isso, uma aprendizagem realmente significativa.

7. MATERIAL PRODUZIDO

O material educacional desenvolvido como produto desta pesquisa foi elaborado para ser aplicado de acordo com o planejamento semestral do professor. Sugerimos que depois de definidos os tópicos a serem estudados por bimestre, o professor construa um mapa conceitual do semestre e decida em quais tópicos aplicará a estratégia. Lembramos que os mapas conceituais podem ser usados tanto durante a apresentação do conteúdo, a fixação ou a avaliação dos mesmos.

Faz parte do material produzido, uma série de textos explicativos sobre mapas conceituais, como usá-los no dia a dia do professor, como aplicá-los com técnicas de produção de textos, experimentos, apresentações orais, extração de significados de textos e diversos exemplos de mapas elaborados.

Também consta de dois testes que envolvem conceitos de óptica e ondulatória, elaborados para verificar as concepções alternativas dos alunos. Estes testes foram elaborados tendo como base os testes de HARRES (1993) para o nível médio. Foram incluídas questões que envolvem pêndulo simples, ondas em uma corda, ondas sonoras, ondas de superfície, propagação da luz, ângulos de incidência e reflexão, fenômenos luminosos e outras questões que se adequassem à realidade dos alunos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. C.; SOUZA, A. R. e URENDA, P. A. *Mapas Conceituais: Avaliando a compreensão dos alunos sobre o experimento do efeito fotoelétrico*. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2004.
- AMORETTI, M. S. M. Protótipos e Esteriótipos: aprendizagem de conceitos. *Revista Informática na Educação: Teoria e Prática*, vol. 4.4, n.2, (Porto Alegre), dez, 2001.
- ANDERSSON, B. & KARRQUIST, C. How swedish pupils, aged 12 – 15 years, understanding light and its properties. *Eur. Journal Science Education*, 5 (4): 387-401, 1983.
- ANDRADE, J. M. *Concepções alternativas em Óptica*. Dissertação de Mestrado em ensino de Física, 1995.
- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., E HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, Ltda, 1980.
- BARBANCHO, A. G. *Estadística Elemental Moderna*. Barcelona: Editorial Ariel, S.A., 1975.
- BICUDO, M^a.^a V. Pesquisa Qualitativa: significados e a razão que a sustenta. *Revista Pesquisa Qualitativa*. Sociedade de Estudos e Pesquisa Qualitativos, ano 1, n. 1, p. 7-26, 2005.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs*. Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Brasília: MEC; SEMTEC, p. 81 e PCN+, p.82, 2002.
- BUCHWEITZ, B. O uso de mapas conceituais na análise do currículo. *Revista Educação e Seleção*, n. 10, p. 3-16, 1984.
- CAÑAS, A. J., FAGUNDES, L. da C. e DUTRA, I. M. *Uma proposta de uso dos mapas conceituais para um paradigma construtivista da formação de professores a distância*. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação-UFRGS, 2001.
- CANIATO, R. *Com Ciência na Educação. Ideário e prática de uma alternativa brasileira para o ensino da Ciência*. Rio de Janeiro: Editora Papyrus, 1997.
- CASTIÑEIRAS, J. M. D. et. al. La naturaleza corpuscular de la materia y su utilización en el campo conceptual Calor y Temperatura. Un estudio transversal mediante mapas conceptuales. *Caderno Catarinense de Ensino de Física (atual Revista Brasileira de Ensino de Física)*, v. 13, n.1, p. 11- 31, abr, 1996.
- CONCEIÇÃO, L. e VALADARES, J. *Mapas conceptuais progressivos como suporte de uma estratégia construtivista de aprendizagem de conceitos mecânicos por alunos do 9º ano*

de escolaridade-que resultados e que atitudes? I Encontro Ibero-americano sobre Investigação em Educação em Ciências, Burgos, Espanha, p. 16-21, Set., 2002.

CORRÊA, A. L. *A prática de leituras e escrita de alunos do ensino médio sobre Física Moderna e Contemporânea*. Dissertação de Mestrado, 2003.

COSTAMAGNA, ALICIA M. Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. *Revista Enseñanza de Las Ciencias*, n. 19 (2), p. 309 – 318, 2001.

FERREIRA, L. de F. A evolução dos ambientes de aprendizagem construtivista. http://www.penta.ufrgs.br/~luis/Ativ2/mapas_mara.html, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pós-Graduação em Informática na Educação - Laboratório de Teleducação, 1998.

GANGOSO, Z. O fracasso nos cursos de Física, o mapa conceitual, uma alternativa para análise. *Caderno Catarinense de Ensino de Física (atual Revista Brasileira de Ensino de Física)*, vol. 14, n. 1, p. 17-36, abr.,1997.

GILBERT, J.K., OSBORNE, R. J e FENSHAM, P. J. Children's science and its consequences form teaching. *Science Education*, n. 66 (4), p. 623-633, 1982.

GOBARA, H. T.e MOREIRA, M. A. Mapas conceituais no ensino de física. *Revista Ciência e Cultura*, n. 38 (6), Jun., 1986.

GONZÁLEZ GARCÍA, F.M. Los Mapas Conceptuales de J. D. Novak como instrumentos para la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 10(2), p. 148-158, 1992.

GUERRA, W. A. *Mapas conceituais como instrumentos para investigar a estrutura cognitiva em Física*. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, 1983.

HARRES, J.B.S. Um teste para detectar concepções alternativas sobre tópicos introdutórios de Ótica Geométrica. *Caderno Catarinense de Ensino de Física (atual Revista Brasileira de Ensino de Física)*, v. 10, n.3, p. 220 – 234, dez., 1993.

HILDEBRANT, D. M. *Concepções espontâneas em Física Térmica*. Dissertação de Mestrado, Jun., 1990.

KRAJCIK, J., SPETULNIK, M.W. and ZEMBAL, C. In press. *Using hypermedia to represent student understanding: science learners and preservice teachers*. In MINTZES, J., WANDERSEE, J. and NOVAK, J.D. (eds) *Teaching science for understanding*, San Diego, CA: Academic Press, 1996.

KRASILCHIK, M. Prioridades no Ensino de Ciências. *Cadernos de Pesquisa do INEP/MEC*, n. 38:45, p. 45-49, Ago., 1981.

LINN, M. and MUILENBURG, L. Creating lifelong science learners: What models form a firm foundation? *Education Researcher*, n. 25(5), p.18-24, 1996.

- LÓPEZ RUPÉREZ, F. Análisis de la influencia de la construcción de mapas conceptuales sobre la estructura cognitiva em estudiantes de física. *Revista Enseñanza de las Ciências*, n. 9 (2), p. 135-144, 1991.
- MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel*. Monografias do Grupo de Ensino do Programa de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino Superior (PADES/UFRGS, n. 15. Porto Alegre, 1980a.
- MOREIRA, M.A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. *Revista Ciência e Cultura*, n. 32(4), Abr, 1980b.
- MOREIRA, M. A. *Uma abordagem cognitivista no ensino da Física*. Porto Alegre: Editora de Universidade, 1983.
- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. *Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística*. Portugal, nº 23 a 28: 87-95, 1988.
- MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa: um Conceito Subjacente*. Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, Espanha, 15 a 19 de setembro. Actas. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos, p. 17 – 43, 1997.
- MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem Significativa*. Ed. Pedagógica e Universitária, 1999.
- MOREIRA, M. A. *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid, Visor Fotocomposición, S. A., 2000.
- MOREIRA, M.A. e BUCHWEITZ, B. *Mapas Conceituais, Instrumentos Didáticos, de Avaliação e de Análise de Currículo*. Editora Moraes, 1987.
- MOREIRA, M.A. e BUCHWEITZ, B. *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa, Plátano. Edições Técnicas, 1993.
- MOREIRA, M. A. E MANSINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel*. São Paulo. Editora Moraes, 1982.
- NOVAK, J. D. e GOWIN, D. B. *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano. Edições Técnicas, 1996.
- NOVAK, J. D. *Retorno a Clarificar con Mapas Conceptuales*. Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Actas. Universidad de Burgos, p. 67 – 68, 1997.
- SAKAGUTI, S.T. *A Educação à Distância e as possíveis formas de aplicações com Mapas Conceituais*. Centro Universitário da Grande Dourados – UNIGRAN, abr., 2004.
- TORRE, S. de La & BARRIOS, O. *Curso de Formação para Educadores*. Editora Madras, 2002.
- VIEIRA, S; HOFFMANN, R. *Elementos da Estatística*. São Paulo. Editora Atlas, 1990.

9. APÊNDICES

Apêndice A

(Adaptado de Silveira e Moreira, 1999; Gobara e Moreira, 1985).

QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO		Data: 21/06/2005	
Escola: Centro de Ensino Paulo Freire			
Série: 2^a		Turma: 2° C	
Turno: () diurno		Turno: () noturno	
Sexo: <input type="checkbox"/> feminino <input type="checkbox"/> masculino		Idade:	
<p>Este é um questionário simples, mas de fundamental importância para a pesquisa desenvolvida nessa turma. Por isso peço a gentileza de respondê-lo com toda a sinceridade possível. Muito obrigada.</p> <p>Professora pesquisadora: Renata L. C. Martins/Mestranda UNB</p>			
AUTO-AVALIAÇÃO			
Você se considera um aluno (a):		<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Ótimo
Você estuda em casa?		<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Às vezes <input type="checkbox"/> Nunca
Você realiza as tarefas passadas em sala?		<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Às vezes <input type="checkbox"/> Nunca
Você realiza as tarefas passadas para casa?		<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Às vezes <input type="checkbox"/> Nunca
Você é um aluno (a) de iniciativa para o estudo?		<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Dúvida <input type="checkbox"/> Não
Você se dedicou para o estudo neste semestre?		<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Dúvida <input type="checkbox"/> Não
AVALIAÇÃO DO DOCENTE (pesquisadora)			
Apresenta com clareza as tarefas?		<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Às vezes <input type="checkbox"/> Nunca
Auxilia durante as aulas, tirando dúvidas?		<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Às vezes <input type="checkbox"/> Nunca
Estimula o interesse pela matéria?		<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Às vezes <input type="checkbox"/> Nunca
Estabelece relação entre a teoria e a experimentação?		<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Às vezes <input type="checkbox"/> Nunca
Esclarece as dúvidas?		<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Às vezes <input type="checkbox"/> Nunca
Busca tornar as aulas interessantes e dinâmicas?		<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Às vezes <input type="checkbox"/> Nunca
AVALIAÇÃO DA ESTRATÉGIA UTILIZADA			
Inicialmente, você gostou de aprender a utilizar os mapas conceituais?		<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Dúvida <input type="checkbox"/> Não
Você acredita que a utilização de mapas conceituais durante o semestre		<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Dúvida <input type="checkbox"/> Não
Você acha que a construção de mapas conceituais facilita a construção de suas idéias?		<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Dúvida <input type="checkbox"/> Não
<p>Caso você tenha achado útil a utilização dos mapas conceituais nas aulas de física, cite pelo menos um motivo que justifique sua resposta.</p> <p>É útil porque... _____</p> <p>Caso você não tenha achado útil a utilização, cite pelo menos um motivo que justifique sua resposta.</p> <p>Não é útil porque... _____</p>			

Apêndice B

Teste das concepções alternativas sobre Ondulatória.

Instruções:

1. Este teste consta de 10 questões, confira se ele está completo.
2. Em cada uma das questões escolha uma e apenas uma das alternativas apresentadas.
3. Depois de ter certeza da alternativa escolhida, marque a sua resposta na grade de respostas que aparece na última página deste teste.

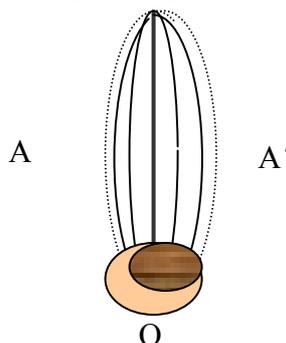
QUESTÕES:

1. Uma aluna, Joana, e seu professor discutem o que se segue:

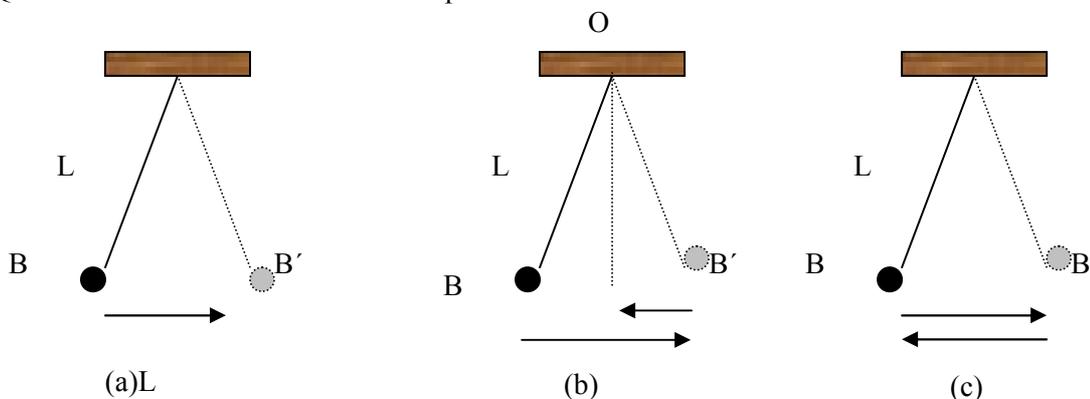
“Prof.: Se você tirar uma corda de sua posição de equilíbrio e abandona-la, conforme desenho abaixo, o que acontecerá com ela?”

Joana: Ah! É claro que ela ficará oscilando em torno dessa posição (indo de A a A' e retornando sucessivamente).

Prof.: Sim é verdade! Por isso eu posso afirmar que a amplitude de oscilação da corda é:



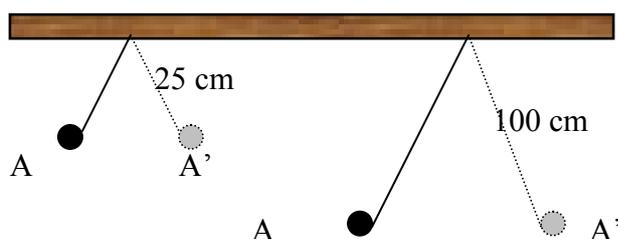
- a) a distância entre a posição A e a posição A';
 - b) a distância entre a posição de equilíbrio (O) e a posição que ele alcança ao oscilar A ou A';
 - c) a distância percorrida de A ou A', depois retornando à posição de equilíbrio (O).
2. As figuras abaixo representam um pêndulo simples, de comprimento L, oscilando entre B e B'. Qual das alternativas abaixo melhor representa um ciclo:



3. Ainda em relação à questão anterior, suponha que a bola pendurada (pêndulo simples) gaste 2 s para efetuar um ciclo (ou uma vibração completa). Dessa forma, podemos afirmar que o período desse movimento é de 2s e que sua frequência é de 0,5 ciclos/s (hertz). Caso o comprimento L seja aumentado, qual das três alternativas abaixo representa corretamente a relação período e frequência:

- a) o período e a frequência também aumentarão.
- b) a frequência aumentará e o período diminuirá
- c) o período aumentará e a frequência diminuirá

4. Observando a figura abaixo e, sabendo que o período de um pêndulo depende de seu comprimento, pode-se concluir que:



- a) O pêndulo de comprimento maior levará menos tempo para ir de A até A'.
 - b) O pêndulo de comprimento maior levará mais tempo para ir de A até A'.
 - c) O pêndulo de comprimento menor gastará o mesmo tempo, que o pêndulo de comprimento maior, para ir de A até A'.
5. Todos nós temos o conhecimento da tragédia chamada *tsunami* (onda gigantesca que caminha com uma velocidade muito grande e devasta tudo que encontra pelo caminho). Um pescador está navegando a 2 km da praia quando um *tsunami* passa por ele. O que acontecerá com este pequeno barco?
- a) A onda gigantesca carregará o pequeno barco por 2 quilômetros até se chocar com a praia.
 - b) O barco do pescador não sentirá a onda passar, pois ela caminha por baixo dele.
 - c) O barco sofrerá a ação da onda, ao passar por ele, podendo vir a naufragar em alto mar.
6. Em relação à questão anterior, pode-se afirmar que o *tsunami* atingirá a praia em 60 s (1 min), pois sua velocidade de propagação é de 120 km/h. Esse cálculo também pode ser feito se conhecermos:
- a) o comprimento de onda, o período e a velocidade da onda.
 - b) o comprimento de onda, a distância e a velocidade da onda.
 - c) a velocidade da onda, o período e a frequência.
7. Durante uma tempestade, uma pessoa se assusta muito com um relâmpago. Esse susto pode ser explicado da seguinte maneira:
- a) Ela primeiramente escutou o barulho do trovão e saiu correndo com medo da descarga elétrica do relâmpago.
 - b) Ela viu o brilho do relâmpago juntamente com o barulho do trovão e saiu correndo para não ser atingido pela descarga elétrica do relâmpago.

c) Ela viu o brilho do relâmpago produzido pela descarga elétrica e saiu correndo, pois sabia que em seguida ouviria o barulho do trovão.

8. Uma pessoa, após um desabamento, ficou presa dentro de uma caverna onde a muito tempo atrás funcionava uma mina. Sabendo que o som se propaga por meio de ondas sonoras e que a velocidade dessa propagação depende do meio em que se encontra, seria muito bom se por trás do monte de pedras que se formou com o desabamento, existisse:

- a) Uma parede de madeira, pois o som se propaga mais rapidamente em sólidos menos rígidos do que em sólidos muito rígidos, como o ferro.
- b) Uma galeria (que faria o papel de uma parede de ar), pois o som se propaga mais rapidamente no do que nos líquidos (no caso de haver uma cachoeira).
- c) Uma parede de ferro, pois o som se propaga mais rapidamente em sólido muito rígidos do que em líquidos.

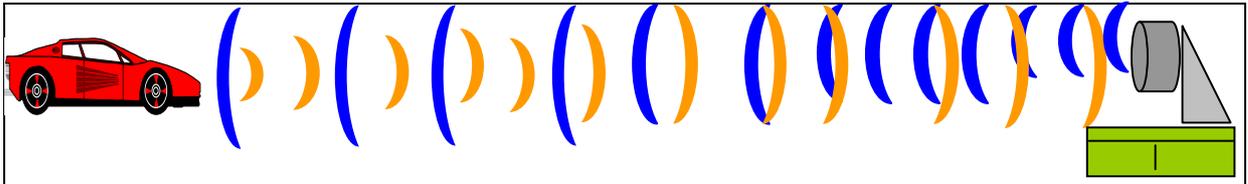
9. Na Escola de Música de Brasília, Sara estuda canto com seu irmão João. Um dia ela resolveu perguntar a sua professora de física por que sua voz era “fina” (aguda) e a voz de seu irmão era “grossa” (grave). Sua professora explicou que a altura do som (voz) está relacionada com a frequência da onda sonora, logo:

- a) O som grave é emitido por uma fonte sonora que vibra com baixa frequência, característica normalmente apresentada pelas cordas vocais masculinas.
- b) O som agudo é emitido por uma fonte sonora que vibra com baixa frequência, característica das cordas vocais femininas.
- c) A maneira pela qual a pessoa posiciona a boca (muito aberta ou fechada) é responsável pela frequência alta ou baixa.

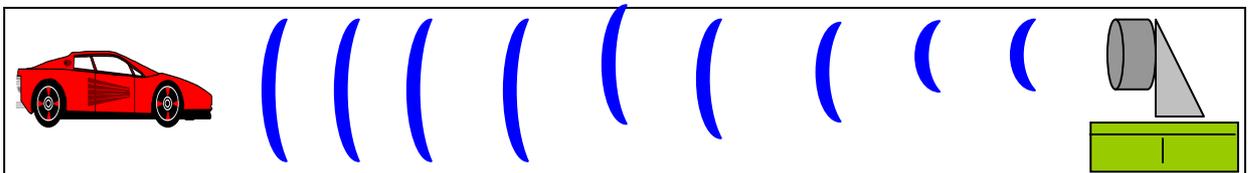
10. O delegado da 15ª Delegacia de Brasília pretende interrogar um homem acusado de um crime. Para isso, o delegado resolve utilizar o “detector de mentiras” adquirido recentemente para sua delegacia. Não entendendo bem o funcionamento da máquina, pediu ajuda a um professor de Física que mora próximo a sua casa, o qual o explicou o seguinte:

- a) O detector de mentiras, na verdade, trabalha em função da frequência da onda sonora. Se a pessoa falar a verdade a frequência da onda sonora será baixa, mas quando ela mentir o detector acusará uma frequência muito alta.
- b) Pesquisas mostram que o timbre de voz de uma pessoa é alterado por suas condições emocionais, então quando o acusado mentir, ficará nervoso e o detector registrará um timbre de voz diferente.
- c) O que os cientistas perceberam é que uma onda sonora transporta energia, ao se propagar. E quanto maior for a quantidade de energia, maior será a intensidade do som propagado. É por isso que quando o acusado mente, ele aumenta a intensidade do som e o “detector percebe”.

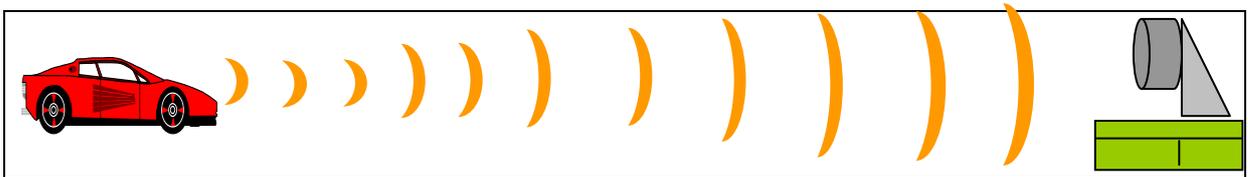
10. Um motorista apressado, passa pela avenida L2-Sul a uma velocidade de 95 km/h. Não observa que a velocidade máxima permitida para a via é de 80 km/h. Durante o trajeto, não vê a placa de velocidade limite e passa ao lado de um aparelho especial do DETRAN (radar), que capta sua velocidade irregular e imediatamente fotografa seu carro. É evidente que após alguns dias, chegará uma notificação a esse motorista. Isso só é possível devido ao funcionamento do aparelho do DETRAN (radar). Marque a opção que explica o funcionamento do radar, baseado no efeito Doppler.



(a)



(b)



(c)

Apêndice C

Teste das concepções alternativas sobre Óptica.

Instruções:

1. Este teste consta de 10 questões, confira se ele está completo.
2. Em cada uma das questões escolha uma e apenas uma das alternativas apresentadas.
3. Depois de ter certeza da alternativa escolhida, marque a sua resposta na grade de respostas que aparece na última página deste teste.

QUESTÕES:

1. Elisa e seu professor discutem o que se segue:

“Prof.: Explique como você vê o livro.

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

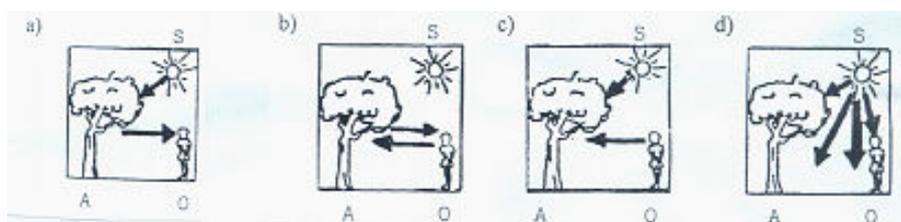
Prof.: Sim, isto acontece entre os olhos e seu cérebro. Mas existe uma certa distância entre o livro e seus olhos. O que acontece entre eles?



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

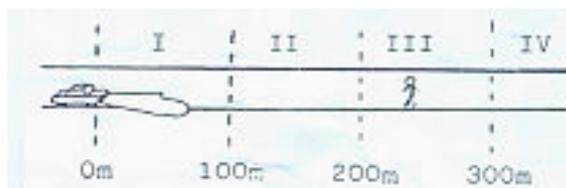
- a) Raios vão dos meus olhos até o livro de modo que assim posso vê-lo.
- b) Não acontece nada, o livro está iluminado e isto basta para que eu possa vê-lo.
- c) A luz d ambiente refletida no livro chega até meus olhos.
- d) Os olhos emitem raios que retornam ao cérebro trazendo a informação da imagem.

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?



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?

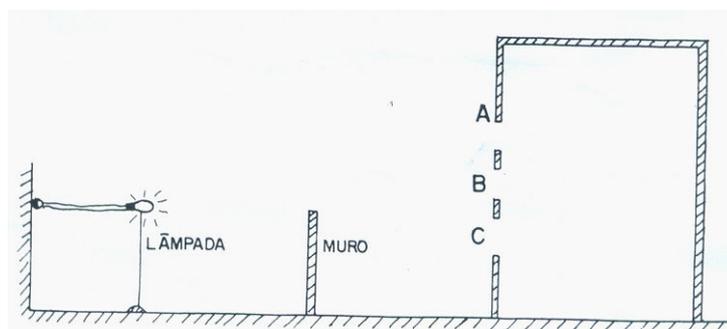
- a) No máximo até a seção I.
- b) No máximo até a seção II.
- c) No máximo até a seção III.
- d) Até a seção IV e ainda vai mais além.



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 vai 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.



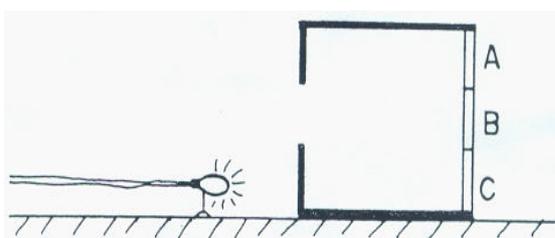
Qual (is) da (s) janela (s) é (são) iluminada (s) pela lâmpada?

- 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?

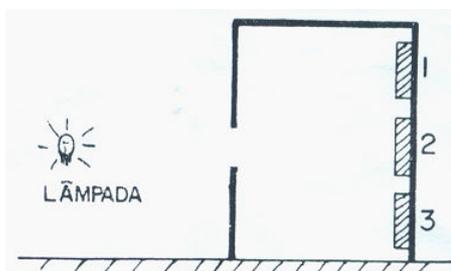
- a) A, B e C
- b) A e B
- c) B
- d) A

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?



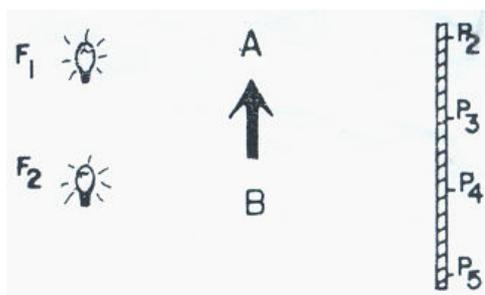
- a) Somente ^a
- b) Somente B.
- c) Somente a e B.
- d) A, B e C.
- e) Nenhuma delas.

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?



- c) Todos
d) Apenas P_3
e) P_2 , P_3 e P_4
f) P_2 e P_4
g) P_1 e P_5

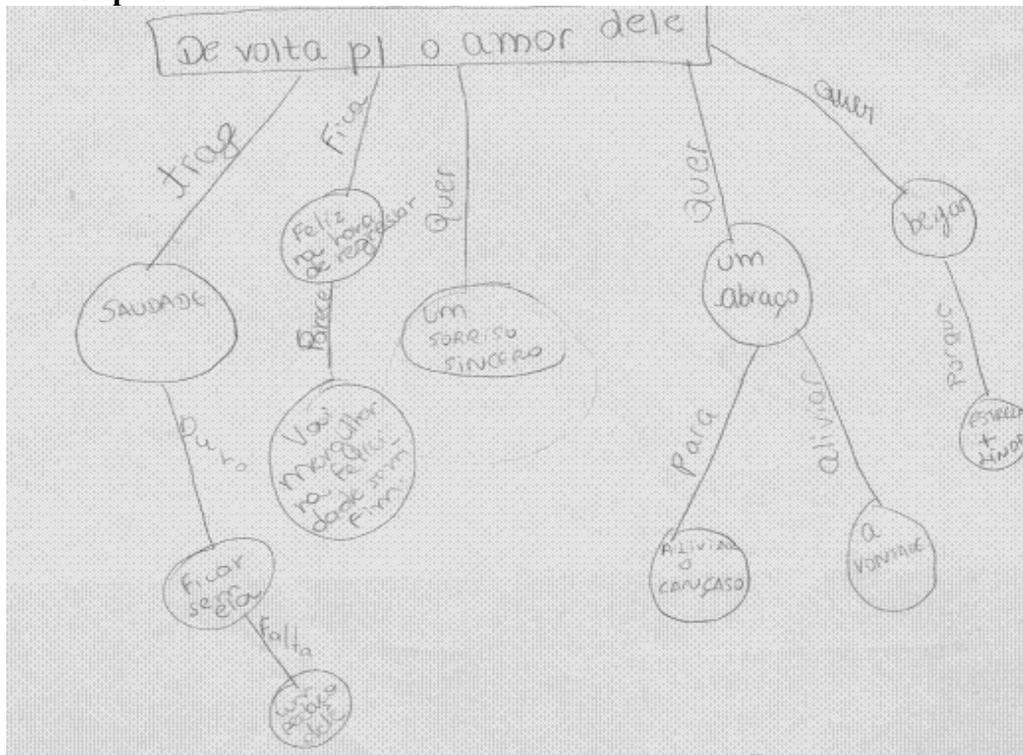
10) João já estava no estacionamento do prédio onde trabalha quando se deu conta que as chaves ficaram em seu escritório. Ao retornar à sala, consegue ver que as chaves estão sobre sua mesa, por que:

- a) As chaves são consideradas objetos luminosos, logo podem ser vistas quando a luz que elas emitem atinge os olhos de João.
b) As chaves são consideradas objetos iluminados, logo podem ser vistas quando refletem a luz de um objeto luminoso.
c) As chaves foram vistas porque os olhos de João emitiram partículas que as tornaram visíveis.
d) As chaves foram vistas porque são brancas, então emitem luz própria.

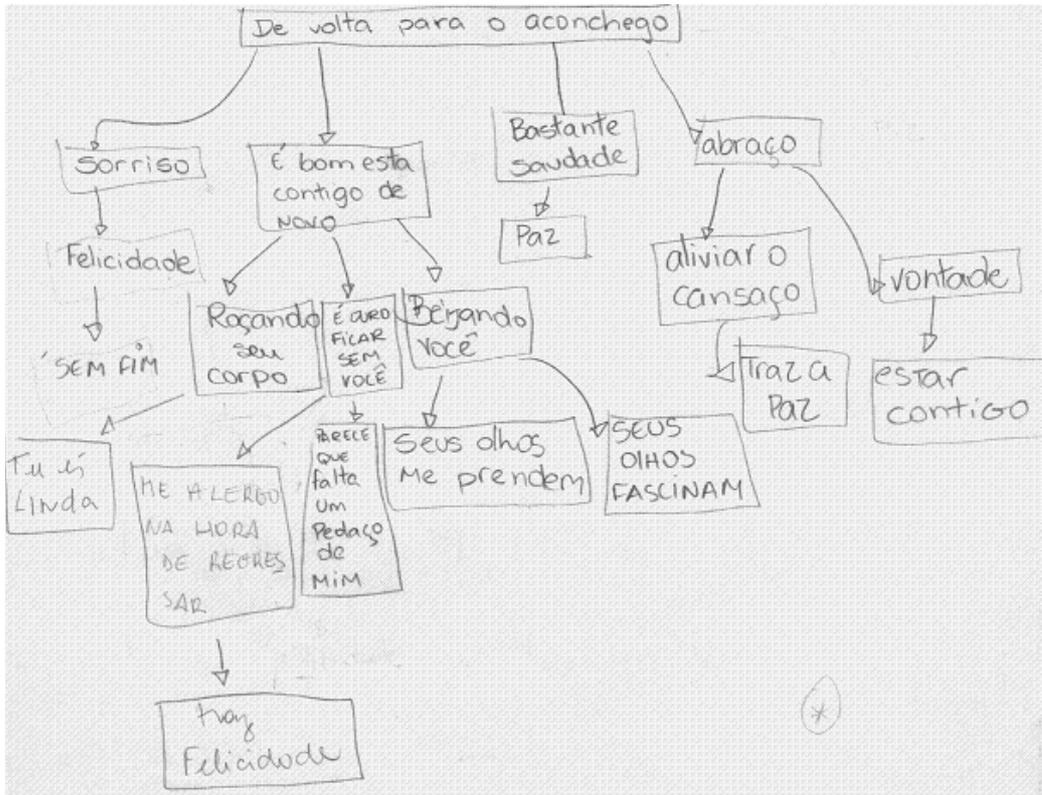
Anexo

Mapas conceituais elaborados na atividade 1 (“quebra-gelo”), os quais não foram objeto de análise nesta pesquisa:

Grupo 3



Grupo 4



Grupo 5

