



FERNANDO ROCHA DE ARAÚJO CAMPOS

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE LENTES
ESFÉRICAS CONSTRUÍDA A PARTIR DE ATIVIDADE
EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA**

LAVRAS

2019

FERNANDO ROCHA DE ARAÚJO CAMPOS

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE LENTES
ESFÉRICAS CONSTRUÍDA A PARTIR DE ATIVIDADE
EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação do Mestrado Profissional em Ensino de Física, área de concentração em Física, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora:

Helena Libardi

Coorientadora: Rosana Maria Mendes

**LAVRAS
2019**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Campos, Fernando Rocha de Araújo

Aprendizagem significativa de lentes esféricas construída a
partir de atividade experimental investigativa / Fernando Rocha de
Araújo Campos. - 2019.

74 p. : il.

Orientador(a): Helena Libardi.

Coorientador(a): Rosana Maria Mendes.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Atividades Experimentais Investigativas. 2. Aprendizagem
Significativa. 3. Lentes esféricas. I. Libardi, Helena. II. Mendes,
Rosana Maria. III. Título.

FERNANDO ROCHA DE ARAÚJO CAMPOS

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE LENTES ESFÉRICAS CONSTRUÍDA A
PARTIR DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA

MEANINGFUL LEARNING OF LENSES SPHERICAL CONSTRUCTED FROM
ACTIVITY RESEARCH EXPERIMENTAL

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Física da Universidade Federal de Lavras como
parte dos requisitos necessários à obtenção do
título de Mestre em Ensino de Física.

APROVADA em 18 de fevereiro de 2019.

Prof^ª. Dr^ª. Helena Libardi

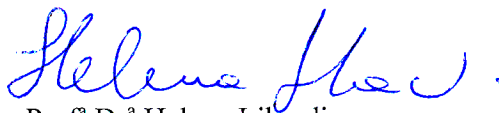
(DEX/UFLA)

Prof^ª. Dr^ª. Jacqueline Magalhães Alves

(DED/UFLA)

Prof^ª. Dr^ª. Luíza Seligman

(UERGS)



Prof^ª Dr^ª Helena Libardi

Orientadora

LAVRAS – MG

2019

Dedico

este trabalho, com amor, suor e lágrimas, ao meu pai Dirceu, minha mãe Glória, minha filha Ana Carolina e minhas irmãs Patrícia e Silviana, nas horas boas e de sofrimento na presença e na ausência, pelo total apoio em todos os momentos da vida.

Agradecimentos

“Todo efeito tem uma causa. Todo efeito inteligente tem uma causa inteligente. O poder da causa inteligente está na razão da grandeza do efeito.”

Allan Kardec

Agradecimento é um momento de lembrar todos que, de alguma forma, contribuíram para que se chegasse a um final, então:

Primeiro sempre agradecer a Deus, pelo dom da vida e dos momentos que estamos de passagem pela Terra.

Ao meu pai Benedicto Dirceu pelo apoio físico, mental, espiritual e financeiro, pelas broncas e pelos carinhos durante esse mestrado e toda vida.

À minha mãe Glória, que não está fisicamente nesse plano, por todas as preocupações que tinha, e continua a ter, e me ajudar.

À minha filha Ana Carolina, por ter aguentado meus momentos longe, mesmo eu sabendo que ela precisava de mim ao seu lado.

Às minhas irmãs Patrícia e Silvana, pelos momentos que acordavam cedo para me buscar ou a noite para me levar à rodoviária. Da mesma forma agradeço todas as vezes em que me ajudou o cunhado Luciano.

À minha sobrinha, Amanda, quando me emprestava o carro para poder ir e voltar até Lavras - MG, ao meu sobrinho Felipe pelo apoio e interesse nas minhas aulas e perguntas, mesmo não estando em minha sala de aula.

À Vânia Olenir por todas as vezes que me ajudou, mudando os horários e trocando os professores, quando por vários motivos tive que não comparecer as aulas no Colégio Rio Claro.

À minha orientadora professora doutora Helena Libardi e à minha co-orientadora professora doutora Rosana Maria Mendes, pelas broncas, apoio, leituras, correções, para este trabalho terminar.

A todos os professores do Mestrado Profissional em Ensino de Física de Lavras.

Ao meus estudantes e minhas estudantes do segundo ano.

E à todos que de sua forma de apoio contribuíram em qualquer um dos passos desse mestrado.

“ As coisas mais maravilhosas que podemos experimentar são as misteriosas. Elas são a origem de toda verdadeira arte e ciência. Aquele para quem essa sensação é um estranho, aquele que não mais consegue parar para admirar e extasiar-se em veneração, é como se estivesse morto: seus olhos estão fechados. ”

Albert Einstein

Resumo

Neste trabalho tivemos por objetivo “identificar indícios de aprendizagem significativa, nas elaborações conceituais produzidas por estudantes, em situações didáticas mediadas por atividades experimentais investigativas, no desenvolvimento de conceitos associados ao estudo das lentes. Partindo da suposição de que experimentos colaboram com a aprendizagem significativa, elaboramos uma sequência didática composta por oito aulas com atividades experimentais investigativas sobre lentes esféricas, sendo aplicada em uma sala de segundo ano do ensino médio, em um colégio do estado de Goiás, partindo de experimentos simples com projeção de imagens, trajetória dos raios luminosos, primeiro, através de uma lente e, após, por associações de lentes, verificando as respectivas imagens formadas. Os estudantes e as estudantes, de forma ativa, levantaram hipóteses, trocaram ideias, realizaram os experimentos, analisaram e concluíram como se processa as formações de imagens através de lentes esféricas. A coleta de dados foi realizada através das hipóteses, conclusões e relatórios escritos pelos estudantes e pelas estudantes, gravações em áudio e diário de campo. Na pesquisa de caráter qualitativo, analisamos, por meio do material coletado, se apresentaram indícios de aprendizagem significativa. Verificamos que os estudantes e as estudantes com as atividades experimentais, conseguem elaborar e relacionar melhor os subsunçores, primeiro associando o que aprenderam em espelhos às atividades de lentes, e as aulas subsequentes aos experimentos iniciais, e apresentando principalmente a forma de assimilação subordinada. Conseguimos verificar vários indícios de uma aprendizagem significativa, onde o professor tem um papel de questionador e, ao mesmo tempo observador, quando os estudantes e as estudantes assumem ativamente o papel de investigador .

Palavras-chave: Atividades experimentais investigativas. Aprendizagem significativa. Lentes esféricas. Ensino de Física.

Abstract

In this work we aimed to “identify evidence of significant learning in the conceptual elaborations produced by students in didactic situations mediated by experimental investigative activities in the development of concepts associated with the study of lenses. Based on the assumption that experiments collaborate with meaningful learning, we elaborated a didactic sequence composed of eight classes with experimental investigative activities on spherical lenses, being applied in a room of second year of high school, in a college of the state of Goiás, starting from simple experiments with image projection, trajectory of light rays, first through a lens and, after, by associations of lenses, checking the respective images formed. Students and students actively raised hypotheses, exchanged ideas, conducted experiments, analyzed and concluded how images are processed through spherical lenses. Data collection was performed through hypotheses, conclusions and reports written by students and students, audio recordings and field diaries. In qualitative research, we analyzed, through the material collected, significant signs of learning. We have found that students and students with experimental activities are able to better elaborate and relate subsumes, first associating what they have learned in mirrors with lens activities, and the lessons subsequent to the initial experiments, and presenting mainly the form of subordinate assimilation. We have been able to verify several indications of meaningful learning, where the teacher has a questioning and at the same time observer role, when students and students actively take the role of researcher.

Keywords: Experimental investigative activities. Meaningful learning. Spherical lenses. Teaching Physics.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Recursos didáticos usados nas aulas. A – Aparato de projeção, B – lentes de acrílico, C – laser, D – Modelo do globo ocular	25
Figura 2 – Hipótese do G1 em relação ao momento 1.	33
Figura 3 – Conclusão do G1 sobre o experimento com o aparato	35
Figura 4 – Redação do G1	36
Figura 5 – Hipótese do G1 sobre raios de luz através da lente convergente.	39
Figura 6 – Hipótese do G1 sobre raios de luz através da lente divergente.	39
Figura 7 – Esquema da hipótese do grupo 2	41
Figura 8 – Esquema da hipótese do grupo 3	41
Figura 9 – Conclusão do G3 sobre lentes	43
Figura 10 – trajeto do raio luminoso através de duas lentes semelhantes	44
Figura 11 – Hipótese da trajetória do raio luminoso G1	46
Figura 12 – Hipótese da trajetória do raio luminoso G2	47
Figura 13 – Hipótese da trajetória do raio luminoso G3	47
Figura 14 – Conclusão do G1 sobre trajetória dos raios luminosos	51
Figura 15 – Explicação sobre a posição focal do G1	51
Figura 16 – Conclusão do G3 sobre trajeto do raio luminoso.	52
Figura 17 – Conclusão sobre o globo ocular apresentado pelo G1	59
Figura 18 – Esquema da hipótese da luneta do G1	60
Figura 19 – Esquema da hipótese da luneta do G2	60
Figura 20 – Conclusão do esquema de luneta G1	62
Figura 21 – Conclusão do esquema de luneta G3	63
Figura 22 – Estudantes observando objetos 1	64
Figura 23 – Estudantes observando objetos 2	64

Lista de quadros

Quadro 1 – Contínuo problema-exercício	17
Quadro 2 – Níveis de investigação no laboratório de ciências	17
Quadro 3 – Glossário de códigos para transcrição	29

.

Lista de abreviaturas e siglas

3D	Três Dimensões
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEI	Atividade Experimental Investigativa
An	Estudante n
CSI	Crime Scene Investigation
Gn	Grupo n
GP	Grupos Pequenos
GRAF	Grupo de Reelaboração do Ensino de Física
MEC	Ministério da Educação
PEF	Projeto de Ensino de Física
PSSC	Physical Science Study Committe
PVC	Policloreto de Polivinila
RO	Registro Oral
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
USP	Universidade De São Paulo
XIX	Século 19

Sumário

1	Introdução	13
2	Referencial Teórico	15
2.1	Atividades Experimentais Investigativas	15
2.2	Aprendizagem significativa	18
2.3	Referenciando Ausubel, óptica e AEIs	21
3	Metodologia	23
3.1	Desenvolvimento da sequência didática	23
3.2	Documentação da Pesquisa	28
3.3	Procedimentos para a análise	29
4	Apresentação e análise dos dados	32
4.1	Primeira aula - Conhecendo lentes	32
4.2	Segunda e terceira aula - entendendo lentes divergentes e convergentes	38
4.3	Quarta e quinta aula - Associação de lentes	45
4.4	Sexta aula - Globo ocular e suas ametropias	54
4.5	Sétima e oitava aulas - Construindo uma luneta	59
5	Considerações finais	66
	Referências	69

1 Introdução

O ensino de Ciências, como vem sendo realizado pela maioria dos professores, como apontam Carvalho et al. (2011), pode tornar-se desmotivador aos estudantes, uma vez que é apresentado com inúmeras deduções matemáticas, com repetições de atividades e resoluções mecânicas de problemas. Nesse sentido, Sandoval e Sandoval (1990, p. 22) apontam que:

É mais simples desenvolver uma aula, por maior complexidade matemática ou conceitual que apresente o tratamento, do que conseguir organizar uma unidade de modo a incentivar no aluno aquelas condutas de nível elevado (tais como análise, síntese, avaliação), que necessitará para poder integrar-se de forma ativa e criadora nas transformações que o rodeiam.

Indo ao encontro a essa perspectiva, temos a união entre a teoria e o experimento, por meio de atividades experimentais, tais como as que foram desenvolvidas por Galileu Galilei (1564-1642). Estas foram realizadas de forma sistematizada e este método pode ser empregado nas salas de aulas, possibilitando que os estudantes e as estudantes efetuem a análise, experimentação e conclusão de fenômenos que o rodeiam.

Nesse sentido, entendemos que o ensino da Física estimula os estudantes e as estudantes a investigar e se apropriar dos conhecimentos a respeito dos conteúdos curriculares e fenômenos ensinados em sala de aula.

No que se refere aos conteúdos prescritos, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de Física do Ensino Médio (BRASIL, 2006) apontam para a importância de incentivar a competência investigativa dos estudantes e das estudantes, estimulando as perguntas e a busca por respostas.

Já na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)(BRASIL, 2018) de Física, aprovada em 14/12/2018, aponta que dentre as competências para o ensino médio em Ciências da Natureza e suas Tecnologias é importante:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).(BRASIL, 2018)

Em sintonia com os PCNs, o Currículo de Referência da Rede Estadual de Goiás prevê, entre os conteúdos que estão prenunciados para serem ensinados no segundo ano do Ensino Médio, as lentes esféricas. Estas estão presentes em nosso cotidiano e o conhecimento sobre elas pode ajudar-nos a entender como muitos aparelhos funcionam e como podemos adaptá-los para melhorar nossas vidas. Dentre esses instrumentos, temos os óculos, os celulares, as lupas, os microscópios, as lunetas.

Para o processo de ensino e de aprendizagem sobre lentes, entendemos que as atividades experimentais investigativas (AEIs) aparecem como uma possibilidade para que esse possa ter um caráter investigativo, com proposição de hipótese, manuseio, observação, confronto e dúvida, permitindo aos estudantes e às estudantes diferentes e concomitantes formas de percepção conceitual e formulação matemática.

Nessa perspectiva, propomos responder a seguinte questão: “Que contribuições as atividades experimentais investigativas podem trazer para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa sobre os conceitos associados ao estudo das lentes? “

Buscando responder a essa questão, temos por Objetivo Geral: identificar indícios de aprendizagem significativa nas elaborações conceituais produzidas por estudantes em situações didáticas mediadas por AEIs no desenvolvimento de conceitos associados ao estudo das lentes, e por Objetivos Específicos: a) Analisar a apropriação conceitual dos estudante e das estudantes durante os experimentos; b) Analisar se os estudantes e as estudantes conseguem relacionar os conceitos abordados na experimentação com conceitos já estudados anteriormente, c) verificar se os estudantes e as estudantes sistematizam o conhecimento adquirido sobre lentes e o aplicam na construção de uma luneta.

Para apresentar os resultados obtidos durante o processo de realização dessa pesquisa, no Capítulo 2, expomos AEIs, a história do uso de experimentos em sala de aula, com alguns dos mais importantes projetos de ensino, como PSSC – Physical Science Study Committee, Projeto Harvard, Projeto de Ensino de Física – PEF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF. Em seguida, apresentamos a teoria da aprendizagem significativa, a partir das ideias de Ausubel, que foi a base para a construção teórica e prática da sequência didática.

No Capítulo 3, apresentamos os percursos e procedimentos metodológicos, a metodologia de análise de dados e uma descrição do produto aplicado.

No Capítulo 4, trazemos a descrição e análise dos dados obtidos, verificando se apresentaram indícios de aprendizagens significativas a partir de esquemas, materiais produzidos pelos estudantes e pelas estudantes e as transcrições das audio-gravações.

Apresentamos as considerações finais no Capítulo 5, onde apresentamos as nossas ideias e conclusões sobre todo o trabalho, verificando se nosso objetivo foi atingido e se os estudantes e as estudantes apresentaram indícios de uma aprendizagem significativa.

2 Referencial Teórico

Neste capítulo, apresentamos o que entendemos por AEIs e um pequeno histórico dos principais projetos, desenvolvidos nos Estados Unidos e no Brasil desde a década de 50. Em seguida, discutimos os pontos mais importantes sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) desenvolvida por Ausubel.

2.1 Atividades Experimentais Investigativas

De acordo com Alves Filho (2000, p.13) , para o público que não está nas escolas, Física e laboratório são sinônimos, associando a disciplina com o profissional, Físico, confundindo o trabalho do cientista com a metodologia da produção científica, mas que na realidade não ocorre, nas aulas o laboratório, é usado como estratégia e quase não aparece.

O que pode ser visto na aprendizagem tradicional, apontado por Capecchi e Carvalho (2001), é o ensino de Física voltado para o acúmulo de conceitos e atividades operacionais, com formalismo matemático e simbólico, isto é, fórmulas, gráficos e tabelas. Porém, entendemos que no ensino da Física, pode ser dada a oportunidade ao estudante e às estudantes de investigar, questionar e apropriar-se dos conhecimentos a respeito dos fenômenos que os rodeiam, uma vez que a Física tem uma maneira própria de buscar uma forma de regularidade nos fenômenos naturais, qualificando, criando conceitos e quantificando as grandezas. Dentre as estratégias que os professores podem utilizar para estimular os estudantes e as estudantes a investigarem esses fenômenos, estão as atividades experimentais investigativas.

Para contextualizarmos o que entendemos sobre as AEIs, optamos por apresentar um histórico sobre as atividades experimentais. Nesse sentido, Gaspar (2014, p. 11-13) relata, baseado nos livros de Adolphe Ganot, publicados nos meados do século XIX, que as atividades experimentais, quando realizadas em salas de aula pelos professores, eram basicamente demonstrações de equipamentos possibilitando a verificação de medidas, isto é, permitiam análises quantitativas.

No que se refere aos equipamentos utilizados no século XIX, temos que estes eram construídos de forma artesanal e com grandes dimensões, para poderem ser vistos por todos os estudantes e as estudantes, o que os encarecia por isso poucas escolas apresentavam um acervo significativo de equipamentos. Por isso essa maneira de apresentar e demonstrar equipamentos seguia o modelo tradicional de ensino, no qual os professores detinham o saber, os estudantes e as estudantes apresentavam posturas passivas e o ensino privilegiava o cumprimento do currículo apresentado nos livros. Até o ano de 1956, essa foi a maneira que o ensino de Física era realizado. Nesse ano houve, nos Estados Unidos, a criação de uma comissão formada por físicos, PSSC, propondo uma reformulação do ensino de Física. Após quatro anos de estudos, publicaram um livro texto com atividades experimentais, pois, os membros da comissão, entendiam que o estudante e a estudante por si só, poderia aprender ciência por experimentação. Embora o resultado

da proposta não tenha sido como esperado nos países em que foi aplicada, deixou contribuições para a renovação do ensino de ciências, principalmente da Física, com o surgimento de novos projetos de ensino com experimentos (GASPAR, 2014, p. 17-21).

James Bryant Conant, presidente da Universidade de Harvard de 1933 a 1953, introduziu a História da Ciência no currículo da universidade, com a justificativa de que haveria uma melhor compreensão dos métodos científicos, verificando-se como estes evoluíram. Esse trabalho serviu de base para “The Project Physics Course” (Curso de Física de Projetos) (1960), de F.G. Rutherford, G. Holton e F. Watson, que ficou conhecido como projeto Harvard. Seu objetivo era desenvolver um curso de Física mais humanista, com aspectos culturais e históricos, para promover um aumento do número de estudantes que optassem por estudar e trabalhar com Física (GEBARA, 2005).

O Projeto Harvard foi elaborado nos Estados Unidos de 1962 a 1970, com a participação de educadores das ciências, físicos, químicos, filósofos da ciência, astrônomos, historiadores, psicólogos, especialistas em avaliação, dentre outros profissionais.

O projeto foi desenvolvido para estudantes do ensino fundamental e médio, com ênfase em elevar a média de acertos em avaliações e desenvolver habilidades críticas, sendo utilizado para evitar evasão escolar. (PENA, 2012, p. 1701-2)

Pena (2012) ainda escreve que, na mesma época que o projeto Harvard era conhecido no Brasil, foi criado, na década de 1970, pela USP, PEF, específico para estudantes das escolas de Ensino Médio, com o objetivo de que esses conhecessem alguns fenômenos e conceitos, realizando experimentos simples e entrando em contato com o método científico. O PEF apresentava um guia para os professores, com orientações para aplicação dos experimentos e de como o professor poderia conduzi-los de acordo com as salas de materiais disponíveis.

Em 1984, a USP produziu o projeto GREF vinculando as experiências ao cotidiano dos estudantes e das estudantes, apresentando contextos, interligando as outras disciplinas, buscando a compreensão da realidade.

Todos esses projetos deixaram contribuições para o ensino por experimentação, que, de acordo com Alves Filho (2000), propunham alterar a posição do estudante e da estudante, de passivo para ativo, retirando o foco do professor, utilizando equipamentos mais simplificados e de fácil manuseio. Dessa forma as disciplinas de Ciências desenvolvendo a criticidade, com estudantes pensando logicamente, assim tomando decisões a partir de informações e dados.

Mesmo assim, ainda hoje, os experimentos realizados em salas pelos estudantes e pelas estudantes seguem roteiros pré-estipulados, em que medidas são realizadas, dados coletados e cálculos efetuados para verificação (BORGES, 2002).

Borges (2002) faz a comparação entre o laboratório tradicional e as atividades investigativas, analisando os graus de abertura, que especificam a participação do estudante e da estudante em relação ao professor ou ao roteiro da aula proposta (QUADRO 1). No laboratório

tradicional, o roteiro é pré-definido pelo professor, com pouco ou nenhum grau de abertura, para que o estudante e a estudante reflita, ou modifique o experimento, para pesquisar algo diferente, apenas deve chegar a um resultado pré-estipulado. Nas atividades investigativas, os estudantes e as estudantes apresentam graus de liberdade e planejamento variável, conseguindo, chegar a ter liberdade total para

Quadro 1 – Contínuo problema-exercício

ASPECTOS	LORATÓRIO TRADICIONAL	ATIVIDADES INVESTIGATIVAS
Quanto ao grau de abertura	Roteiro pré-definido Restrito grau de abertura	Vários graus de abertura Liberdade total do planejamento
Objetivo da atividade	Comprovar Leis	Explorar Fenômenos
Atitude do estudante	Compromisso com o resultado	Responsabilidade na investigação

Autor: Borges. 2002, p.304.

De acordo com Borges (2002), a responsabilidade na investigação por parte dos estudantes e das estudantes pode ser dividida em níveis (QUADRO2), sendo o zero (0) o mais fechado de todos, em que o professor propõe, realiza os procedimentos e fala o que tem que ser observado, enquanto os estudantes e as estudantes apenas coletam dados e confirmam o que foi proposto. No nível um (1), o professor, por meio de um roteiro, propõe o problema e os procedimentos, e os estudantes e as estudantes coletam os dados e fazem as conclusões. No nível dois (2), o professor entrega um problema e os estudantes e as estudantes analisam como podem chegar a resolução, testam e concluem sobre o problema proposto. No nível três (3), todos os passos, desde a proposição do problema até as conclusões, são realizados pelos estudantes e pelas estudantes (BORGES, 2002).

Quadro 2 – Níveis de investigação no laboratório de ciências

Nível de investigação	Problema	Procedimento	Conclusão
Nível 0	Dados	Dados	Dados
Nível 1	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Autor: Borges. 2002, p. 306

Nesse sentido, Suart (2008, p.27) considera como AEI os experimentos em que os estudantes e as estudantes não são somente observadores e receptores de conceitos. Eles e elas propõem problemas ou tentam solucionar um problema proposto pelo professor, coletando informações, sugerindo hipóteses. Assim, a participação dos estudantes e das estudantes assume um papel cada vez mais relevante, e isso tem sido foco de inúmeras pesquisas, dentre as quais destacamos a de Suart e Marcondes (2009, p.52) que relacionam a experimentação com o método de ensino, propondo que o estudante e a estudante seja colocado diante de um problema e busque solucioná-lo contando com a mediação do professor. Essa proposta aproxima-se do que entendemos por AEIs.

A estratégia de experimentação pode tornar o estudante e a estudante ativo e participativo, capaz de trabalhar de forma autônoma e investigar os fenômenos físicos, ocorrendo quando observam, analisam e constroem um conhecimento ou conceito, quando trabalham em grupos, emitindo e recebendo informações, criando meios para a aprendizagem. Dessa maneira, o estudante e a estudante deixa de ser um espectador e passa ter um papel ativo (ZANETTI NETO; FERRACIOLI, 2017; SUART; MARCONDES, 2009; SUART, 2008; OLIVEIRA, 2010).

Para realizar uma AEI, Cachapuz, Vilches e Carvalho (2005) afirmam que o professor pode considerar o interesse que o estudante e a estudante demonstra e a importância que esse dá ao assunto proposto, fazendo com que as AEIs se tornem situações motivadoras levando em conta os resultados desenvolvidos por todos os estudantes e as estudantes ou grupos. Depois, esses podem ser confrontados com os resultados do que já foi realizado por cientistas em laboratórios especializados, levantando novas hipóteses e novas experimentações.

Assim, a AEI possibilita que os estudantes e as estudantes apresentem um esforço mental maior para resolver os problemas, desenvolvendo habilidades de maior nível cognitivo. Para que isso ocorra, entretanto, é necessário que essas sejam planejadas e executadas privilegiando a participação dos estudante e das estudantes (SUART; MARCONDES, 2009).

Esse tipo de atividade, em que o estudante e a estudante se torna ativo, pode desenvolver a uma aprendizagem significativa, que será discutida no próximo tópico.

2.2 Aprendizagem significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) foi apresentada por David Ausubel na década de 60, fundamentada do ponto de vista cognitivista, defendendo que na mente de todos os indivíduos há uma estrutura, no qual se processa o conteúdo de todas as ideias do indivíduo, ou de uma área específica do conhecimento de um indivíduo e sua organização. Essas ideias interagem de forma substantiva, não literal, não ao pé-da-letra e não arbitrária, isto é, a interação não acontece com qualquer ideia prévia, mas com as que são mais relevantes e que estão presentes e ancoradas no cognitivo do estudante e da estudante, as quais podem se relacionar com a nova ideia, ou conteúdo, que o estudante e a estudante entrar em contato (AUSUBEL, 2003, p. xi-xii).

Todo conhecimento prévio, imagem mental, conceito que o estudante e a estudante possui de significante, Ausubel (2003) chamou de subsunçor ou ideia-âncora. Então, subsunçor é o nome que se dá a um determinado conhecimento que existe entre todos os conhecimentos do estudante e da estudante e que poderá se relacionar ou dar significado a um novo conhecimento que o estudante e a estudante venha a conhecer, ou descobrir.

Considerando que o ensino pode iniciar-se do subsunçor do estudante e da estudante, a aprendizagem significativa promove a associação entre o saber, anterior inter-relacionando-o ao novo conceito a ser aprendido. Uma aprendizagem torna-se significativa quando ideias, informações e materiais novos, que apresentam uma lógica, interagem cognitivamente com conceitos relevantes e inclusivos que o estudante e a estudante já possui, sendo assim assimilados (MOREIRA; MASINI, 1982).

A aprendizagem pode ser processada por recepção ou por descoberta, essas duas formas podem ser assimiladas mecanicamente ou significativamente.

No processo de recepção, o que pode ser aprendido pelos estudantes e pelas estudantes é apresentado na forma final, exigindo que esse o internalize ou o incorpore para que seja utilizado, ou reproduzido posteriormente.

De acordo com Ausubel, Hanesian e Novak (1980), no caso de aprendizagem receptiva significativa, a atividade desenvolvida pelo estudante e pelas estudantes é assimilada ou torna-se significativa durante o processo de interiorização. No caso de recepção mecânica, o que o estudante e a estudante está aprendendo não é potencialmente significativo ou se torna significativo na internalização.

Na recepção significativa, o professor apresenta o produto final e o estudante e a estudante associa a um subsunçor, e na recepção mecânica o estudante e a estudante apenas memoriza. Na descoberta significativa, o estudante e a estudante formula a generalização e associa a um subsunçor, enquanto que na descoberta mecânica ele ou ela apenas tenta memorizar sem associar a algum subsunçor.

No processo por descoberta, para formação de conceitos ou na resolução mecânica de problemas, o que o estudante e a estudante necessita aprender não é transmitido, mas descoberto antes de ser incorporado significativamente a estrutura cognitiva. Para Ausubel, Hanesian e Novak (1980, p.21), “o conteúdo descoberto torna-se significativo da mesma forma que o conteúdo apresentado torna-se significativo na aprendizagem receptiva”. Para isso, primeiramente o estudante e a estudante reagrupa informações, integrando a estruturas cognitivas, em seguida, combinando informações que possui com o que está descobrindo, dando origem ao produto final ou descoberta almejada.

De um modo geral, não é preciso descobrir para aprender significativamente. É um erro pensar que a aprendizagem por descoberta implica aprendizagem significativa. Adultos, e mesmo crianças já não tão pequenas, aprendem basicamente por recepção e pela interação cognitiva entre os conhecimentos recebidos, i.e., os novos conhecimentos e

aqueles já existentes na estrutura cognitiva. Seria inviável para seres humanos aprender significativamente a imensa quantidade de informações e conhecimentos disponíveis no mundo atual se tivessem que descobri-los. (MOREIRA, 2010, p.13)

Nos processos descritos, as novas informações ou ideias podem ser assimiladas e retidas, à medida que os novos conceitos estejam claros e disponíveis na estrutura cognitiva do estudante e da estudante, funcionando como ponto de ancoragem para essas ideias e conceitos.

A teoria de Ausubel apresenta três formas de assimilação, relacionadas a subsunçores: aprendizagem subordinada, superordenada e a combinatória. A estrutura cognitiva corresponde a um conjunto de subsunçores, de forma hierarquizada e inter-relacionados de forma dinâmica (MOREIRA, 2010)

A aprendizagem subordinada ocorre quando a nova ideia se apresentar relacionada a um subsunçor, indo do mais geral para o mais específico, sendo a mais comum. Se forem subordinados uns aos outros, de forma contrária, partindo do mais específico para o geral, houve uma aprendizagem significativa superordenada, isto é, um novo subsunçor incorpora outros. A aprendizagem superordenada ocorre quando uma determinada ideia condiciona o aparecimento de várias novas ideias, ocorrendo quando existir síntese de ideias compostas ou o material a ser trabalhado é organizado para fazer com que, o estudante e a estudante, trabalhe de forma indutiva. E quando as ideias novas não se relacionam de forma hierárquica, isto é, estão no mesmo nível, não sendo nem inclusiva e, nem mais específica, fica denominada aprendizagem combinatória. (AUSUBEL; HANESIAN; NOVAK, 1980)

Ainda sobre aprendizagem significativa, Moreira (2006) descreve três tipos: representacional, de conceitos e proposicional. A representacional é a mais básica, e se aproxima da aprendizagem por memorização, nesse tipo existe atribuição de um significado a um símbolo, como por exemplo dar nomes aos objetos.

A aprendizagem de conceitos, é semelhante, mas mais abrangente que a representacional, mas os símbolos, são mais particulares, representando atributos essenciais dos referentes, representando uma regularidade em um evento ou objeto. E a aprendizagem proposicional, é ao contrário da representacional, sendo a mais complexa procurando a compreensão dos significados das ideias no formato das proposições colocadas. Para que o estudante e a estudante consigam realizar a aprendizagem proposicional, é necessário reter primeiramente um conceito, para após o significado da ideia que será expressa através deste conceito.

Uma aprendizagem torna-se significativa quando conhecimentos novos passam a ter significado para o estudante e a estudante, e com isso, ele ou ela, podem explicar com suas palavras e resolver novos problemas. Analisando a aprendizagem da perspectiva cognitivista, podemos considerar como uma modificação do conhecimento.

A aprendizagem significativa ocorre somente quando o estudante e a estudante é capaz de perceber que os conhecimentos escolares poderão ser úteis para sua vida fora da escola.

O estudante e a estudante poderá relacionar o conteúdo de forma consistente e não de forma eventual, isto é, pode relacionar estes conhecimentos com as estruturas cognitivas já ativas. Caso não apresente significado ao estudante e à estudante, a aprendizagem foi realizada de forma mecânica (AUSUBEL, 2003). Já a aprendizagem mecânica tem como característica a indisposição do estudante e da estudante em aprender ou por apresentar um material sem potencial significativo, aquele que se relaciona ou incorpora à estrutura cognitiva, de maneira não-arbitrária e não-literal. A aprendizagem mecânica tem característica memorística, servindo para as avaliações e procedimentos que não estimulam o estudante e a estudante a pensar, sendo esquecida rapidamente.

Assim, a aprendizagem mecânica é contrária à aprendizagem significativa, na qual não se apresenta uma relação do que foi estudado com que está estudando, armazenando na mente de forma arbitrária e não substantiva. Dessa forma, o indivíduo não consegue expressar novas ideias e de forma diferente do que já foi visto. Um conteúdo visto de forma mecânica pode vir a adquirir característica de aprendizado significativo posteriormente.

Inclui a disposição do aprendiz para aprender de uma forma memorizada ou significativa. A postura de aprendizagem significativa, como um dos principais pré-requisitos para a aprendizagem significativa, é obviamente uma condição geral importante da prática. (AUSUBEL, 2003, p.191)

Porém, a passagem da aprendizagem mecânica para significativa não é automática, mas depende da disposição que o estudante e a estudante apresenta para aprender, isto é, o aprendiz deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não literal, a seus conhecimentos prévios, e ter materiais potencialmente significativos e do estudante e da estudante apresentar subsunçores adequados. (MOREIRA, 2010, p.12)

Os materiais são considerados potencialmente significativo quando se relacionam ou incorporam à estrutura cognitiva de maneira não-arbitrária e não-literal. Também, o material deverá apresentar diversos níveis de abordagem, de forma organizada e sistemática. (AUSUBEL; HANESIAN; NOVAK, 1980; MOREIRA, 2010)

No próximo tópico, expomos um mapeamento realizado de pesquisas que relacionam AEIs na perspectiva da aprendizagem significativa.

2.3 Referenciando Ausubel, óptica e AEIs

Para realizar um mapeamento de pesquisas sobre AEIs, TAS e lentes, pesquisamos nos principais bancos de dados virtuais, artigos, dissertações e teses. Assim, no que se refere às publicações sobre experimentos relacionados ao ensino de óptica geométrica, apresentamos os trabalhos de Silva (2017b), Silva (2014), Nunes (2015), Leite (2016), Diniz (2016), Sigwalt (2016). A partir desses trabalhos, foi possível perceber que não há um modo único de realizar as AEIs, mostrando diferentes sequências didáticas e experimentos apontando para a potencialidade

das AEIs para o processo de ensino e de aprendizagem ao mesmo tempo que tornaram as aulas motivadoras, segundo os autores.

Outra questão observada diz respeito à utilização de recursos tecnológicos pelos professores com o objetivo de aproximar o conteúdo ao cotidiano, revelando a importância da aprendizagem com experimentos concretos. As AEIs, de acordo com essas pesquisas, não necessitam de lugar próprio para serem realizadas, isto é, um laboratório, podendo ser observadas em locais diferentes, como as salas de aula, por exemplo.

Giani (2010), Santos (2014), Nunes (2015), Diniz (2016), Leite (2016), Sigwalt (2016), Luzzi (2017), Silva (2017b) mostram o papel do professor como mediador, que possibilita aos estudantes e as estudantes interagirem entre si e com os experimentos de forma dinâmica. Apontaram para a importância do trabalho em grupos que permite que os estudantes e as estudantes apresentem maior socialização, interação e participação, apresentando uma mudança no que se refere à maneira de questionar e de apresentar as respostas.

Silva (2014) apresenta uma relação entre TAS e ensino de óptica, em uma visão fenomenológica. O autor desenvolveu uma sequência didática no ensino fundamental, diferente dos outros trabalhos, que foram realizados no Ensino Médio. O trabalho concentra-se em levantamentos dos conceitos antes e após os experimentos, para investigação dos conceitos prévios e a (re)construção dos conceitos de óptica, verificando que as AEIs facilitaram a apropriação dos conceitos, a síntese de ideias e formulação de hipóteses, com maior nível de entendimento, pré-disposição e esforço para realização das atividades, com menor resistência as mudanças conceituais.

Diniz (2016) e Silva (2017a), relatam em suas pesquisas que a maioria dos estudantes e das estudantes declararam ser importante conhecer a óptica, o olho humano e seus problemas, e as AEIs possibilitaram que ficassem mais interessados, participativos e questionadores. Outro ponto levantado é que o relacionamento entre os colegas e com o professor também melhorou, e houve uma diminuição da inibição de alguns estudantes e algumas estudantes. A partir disso, os estudantes e as estudantes tornaram-se mais críticos, participativos e desafiadores, fazendo ligações dos experimentos com o que eles e elas conheciam no cotidiano.

Silva (2017b), utilizando mapas conceituais, conseguiu demonstrar que os estudantes e as estudantes apresentaram aprendizagem significativa. O segundo ponto importante foi o nível de questionamento dos estudantes e das estudantes no trabalho em grupo, que possibilitou aprimorar a tomada de iniciativa dos estudantes, capacidade de análise de dados, formulação de hipóteses, aprendizagem de conceitos científicos e corrigir os pré-conceitos.

Analisando as sequências didáticas desenvolvidas pelos autores, verificamos que as AEIs colaboraram com o aprendizado de conceitos, teorias e a interação entre os atores do processo de ensino e aprendizagem de Física.

3 Metodologia

Esse capítulo tem o intuito de apresentar os percursos e os procedimentos metodológicos, os participantes da pesquisa, local do desenvolvimento e os instrumentos de constituição de dados.

Essa pesquisa foi realizada em uma abordagem qualitativa em que buscamos responder à questão: “Que contribuições as atividades experimentais investigativas podem trazer para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa sobre os conceitos associados ao estudo das lentes?”. Para tanto, nosso objetivo geral é: “identificar indícios de aprendizagem significativa nas elaborações conceituais produzidas por estudantes em situações didáticas mediadas por atividades experimentais investigativas no desenvolvimento de conceitos associados ao estudo das lentes”, e temos por objetivos específicos: Analisar a apropriação conceitual dos estudante e das estudantes durante os experimentos; Analisar se os estudantes e as estudantes conseguem relacionar os conceitos abordados na experimentação com conceitos já estudados anteriormente e verificar se os estudantes e as estudantes sistematizam o conhecimento adquirido sobre lentes e o aplicam na construção de uma luneta.

O material produzido pelo professor/pesquisador, apresenta descrições de situações e acontecimentos, se preocupando mais com o processo do que com o produto. Nesse processo, existe contato com o maior número de dados para se colher as ideias principais e indícios de aprendizagem. (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

A pesquisa foi realizada em um colégio do interior do estado de Goiás, na segunda série do ensino médio, do turno vespertino, dando sequência ao conteúdo que os /as estudantes vinham aprendendo.

Buscamos analisar os textos produzidos pelos estudantes e pelas estudantes verificando as hipóteses antes dos experimentos e a conclusão após, bem com os relatórios, efetuando uma leitura dos dados produzidos, verificando os contextos e as impressões. Em seguida, buscamos identificar se existe relação entre os conhecimentos que os estudantes e as estudantes apresentaram nas aulas, as atividades experimentais investigativas que realizaram e o que apresentaram nas aulas finais, levantando o maior número possível de indícios de uma aprendizagem significativa.

3.1 Desenvolvimento da sequência didática

Foi analisada, neste trabalho, uma sequência didática sobre lentes esféricas, utilizando AEIs, sendo desenvolvida em oito aulas de cinquenta minutos, de setembro a outubro de 2018. As AEIs foram sobre lentes e associações, olho humano e suas ametropias, associações de diferentes tipos de lentes, finalizando com a construção de uma luneta.

Primeiro, o professor, dividiu a sala de doze estudantes em três grupos pequenos. Em seguida, ao colocou o problema que deveria ser estudado e entendido, os estudantes e as estudan-

tes em seus GP levantavam as hipóteses, discutindo entre eles e elas como ocorreria o fenômeno, para, na sequência socializar as ideias com a classe toda, todos expondo suas ideias. A seguir, os GP realizavam as AElS, novamente discutindo os fatos vistos nos experimentos, confrontando seus resultados com as hipóteses iniciais, terminando por discutir os fatos encontrados nos experimentos com os outros grupos, verificando se estavam certos e coerentes, e quais ideias estavam de acordo e quais deveriam ser revistas e assimiladas.

As atividades desenvolvidas apresentam nível de grau dois (2)¹, de acordo com Borges (2002), nas quais o professor/pesquisador coloca o problema e os estudantes e as estudantes elaboram os procedimentos e as conclusões.

Os recursos didáticos usados na sequência didática foram um aparato de projeção de imagens, lupas, lentes convergentes e divergentes, lasers, modelo de olho humano, laboratório virtual.

Para a aula 1 usamos o aparato de projeção composto de uma fonte luminosa, um prolongador e uma junção (tubo e conexão de PVC $\frac{3}{4}$), com uma máscara com a letra F, que corresponde a um molde vazado de aproximadamente dois centímetros de diâmetro com a letra F moldada, e uma lente de microscópio de aumento 10x (FIGURA 1 -A). Ainda usamos lupas, para projeção de imagens em um anteparo, para verificar as características da imagem.

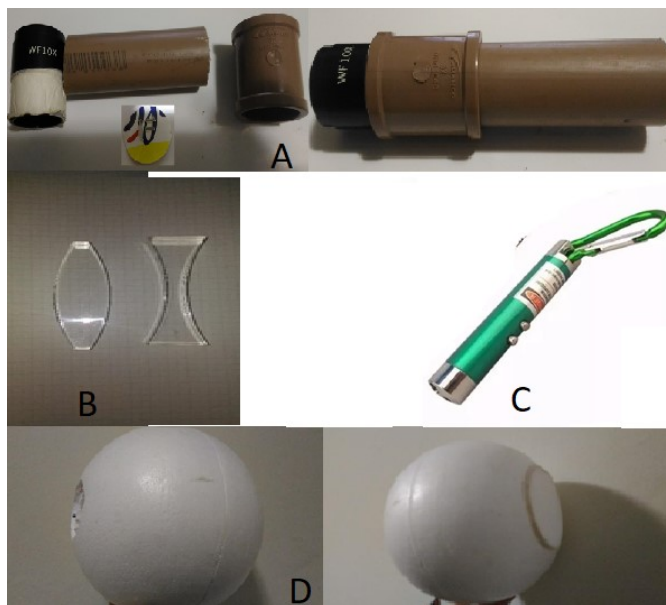
Para as aulas 2 a 5, foram realizadas atividades experimentais investigativas com lentes de acrílico, convergente e divergente (FIGURA 1- B), utilizando lasers de baixa potência tipo *pointer*, com comprimento de onda entre 630 a 680 nm (FIGURA 1 - C).

O laboratório virtual é um “software”, oferecido gratuitamente pelo site do Ministério da Educação – MEC, que nos permitiu verificar o comportamento da luz ao passar por lentes esféricas, analisando as características das imagens formadas qualitativamente e, quantitativamente, verificar estudo da equação dos fabricantes de lentes e o estudo da equação do aumento linear transversal.

Na aula 6, usamos um modelo de olho humano foi confeccionado em isopor (FIGURA 1- D). As lentes que foram utilizadas possuíam + 4,0 dioptrias, essa lente corresponde ao olho normal quando o globo ocular possuir vinte e cinco centímetros. As outras lentes eram de + 5,5 dioptrias, o que corresponde ao olho míope, pois a imagem forma-se antes da retina (anteparo), e a lente de + 3,0 dioptrias, corresponde ao olho hipermetrope, pois a imagem é formada após a retina, essas lentes foram colocadas no local correspondente ao cristalino, além de duas lentes corretivas, de - 1,75 dioptrias e + 0,75 dioptrias.

¹ Explicação na página 18 desse trabalho

Figura 1 – Recursos didáticos usados nas aulas. A – Aparato de projeção, B – lentes de acrílico, C – laser, D – Modelo do globo ocular



Próprio autor (2018)

O cronograma das aulas é apresentado abaixo:

Aula 1 – Dia 10/09/2018 - Conhecendo as lentes

Dinâmica metodológica da aula:

- Duas AEIs, sendo a primeira com aparato de projeção e a segunda com uma lupa.
- Discussões sobre hipótese com GP e após com toda a sala, antes e após o experimento.

Objetivo de ensino:

- Entender o que são lentes e como funcionam as lentes;
- Verificar e analisar a imagem formada através de lentes;

Dinâmica da aula:

Nos GP, foi solicitado que levantassem hipóteses sobre como seria a imagem formada pela lanterna com máscara com F, após discutissem com a classe toda as ideias. Após o experimento, novamente discutissem nos GP e em seguida com a classe toda. Após, seguindo o mesmo método, foi proposto, aos estudantes e às estudantes, que respondessem como seria a imagem formada por uma lupa. Foi proposta a mesma dinâmica de experimento, discussão no GP e após, com a classe toda, a conclusão.

Recursos didáticos

- Aparato de projeção
- Lupa.

Aula 2 e 3 – Dia 17/09/2018 – Entendendo lentes divergentes e convergentes

Dinâmica metodológica da aula:

- AEIs com lentes, uma convergente e outra divergente, analisando o trajeto do raio

luminoso de lasers.

- AElS com pares de lentes iguais, analisando o trajeto do raio luminoso de lasers.
- Discussões sobre hipótese com GP e após com toda a sala, antes e após o experimento.

Objetivo de ensino:

- Reconhecer lentes;
- Entender o percurso dos raios luminosos através de lentes planas e esféricas;
- Diferenciar os tipos de lentes quanto ao percurso dos raios luminosos;
- Identificar os pontos principais das lentes.

Dinâmica da aula:

Foi entregue uma lente convergente e uma divergente para os GP, solicitando que descrevessem como seria o possível trajeto do raio luminoso de um laser ao passar pelas lentes. Após o experimento, discussão no GP e, em seguida, com a classe toda para conclusão. A atividade foi repetida da mesma maneira, só que usando dois lasers, e durante o experimento foi solicitado que achassem e marcassem os pontos, que os estudantes e as estudantes, achassem importantes. Após a dinâmica de experimento, houve a conversa nos GP e, a seguir, com a classe toda apresentando as conclusões.

Recursos didáticos

- Lentes em acrílico convergente e divergente;
- Lasers.

Aula 4 e 5 – Dia 08/10/2018 - Associando lentes

Dinâmica metodológica da aula:

- AElS com pares de lentes diferentes, analisando o trajeto do raio luminoso de lasers.
- Discussões sobre hipótese com GP e após com toda a sala, antes e após o experimento.
- Utilização do laboratório virtual para análise e discussão das imagens formadas nas lentes.

Disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/16054/4.1.5.zip?sequence=1>

Objetivo de ensino:

- Identificar as características das imagens formadas;
- Entender a associação de lentes;
- Compreender as características das imagens formadas e seu significado;
- Representar a associação de lentes;

Dinâmica da aula:

Foi solicitado que os GP descrevessem o trajeto do raio luminoso e a possível imagem formada pelo laser ao passar pela associação de duas lentes convergentes, duas divergentes e uma convergente e uma divergente (em ordens alternadas), após a dinâmica de experimento, discussão no GP e após classe toda com conclusão.

Utilizamos um simulador, para que os estudantes e as estudantes, verificassem as características das imagens formadas, e formulassem as equações sobre lentes, o simulador foi utilizado

pelos estudantes e pelas estudantes manipulando as diferentes características, distância focal, tamanho do objeto, distância do objeto à lente. Por último, sistematização no quadro-giz com as ideias dos estudante e das estudantes.

Recursos didáticos

- Lasers;
- Lentes divergentes e convergentes;
- Programa Laboratório virtual (disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/16054/4.1.5.zip?sequence=1>. Acessado em 23/09/2018)
- Computador e Datashow.

Aula 6 – Dia 15/10/2018 - Globo ocular e suas ametropias

Dinâmica metodológica da aula:

- Atividade experimental demonstrativa investigativa com modelo de olho humano;
- Discussões sobre hipótese com GP e após com toda a sala, antes e após o experimento realizado pelo professor.

Objetivo de ensino:

- Entender o olho quanto à formação de imagem;
- Verificar como são formadas as imagens nos problemas de visão mais comuns.

Dinâmica da aula:

Explicou-se que se tratava de um modelo de globo ocular e perguntou-se como ele funcionava, a discussão ocorria nos GP e após com classe toda, sempre questionando as características da imagem formada, quando se tem uma lente de + 4,0 dioptrias. Após, trocou-se a lente por uma de +3,0 dioptrias, questionando se formaria a imagem? Esperou-se as respostas e questionou-se sobre onde a imagem poderia estar sendo formada? Procedendo da mesma forma para uma lente de +5,0 dioptrias. Perguntando depois de demonstrar como “corrigir”, as imagens que não se formam no lugar “certo?”.

Seguindo a dinâmica de experimento, discussão no GP e após classe toda com a conclusão.

Recursos didáticos

- Modelo de Globo ocular.

Aula 7 e 8 – Dia 22/10/2018 – Construindo uma luneta

Dinâmica metodológica da aula:

- Discutir sobre a montagem de uma luneta: primeiro quais as lentes usadas, e após raios luminosos dentro da luneta.

- Assistir ao vídeo da construção da luneta. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=quP7pOORCv0>, acessado: em 10/12/2018.

- Construir a luneta com os estudantes e as estudantes.

Objetivo de ensino:

- Entender a construção de luneta;
- Construir a luneta;
- Conseguir visualização de objeto a longa distância.

Dinâmica da aula:

Foi pedido que os estudantes e as estudantes, nos GP, que projetassem, em uma folha de papel, uma luneta determinando os pontos focais e tipo de imagens formadas, de forma qualitativa. Discutindo com a classe toda, chegando a uma conclusão sobre o projeto.

Passamos o vídeo e, em seguida, trabalhamos a construção da luneta. Após a construção, os estudantes e as estudantes observaram um objeto.

Recursos didáticos

- Materiais necessários para construção da luneta;
- Computador e Datashow.

Todos os dados produzidos nas aulas serviram para pesquisa, e serão discutido a seguir os documentos da pesquisa.

3.2 Documentação da Pesquisa

Os dados obtidos para análise foram constituídos durante as aulas usando como instrumentos o Diário de Campos do pesquisador, áudio gravação das aulas e os documentos produzidos pelos estudantes e pelas estudantes.

O Diário de Campos, ou notas de campo, corresponde aos registros realizados pelo professor-pesquisador. Segundo Bogdan e Biklen (1994, p.150) o diário permite que o observador descreva tudo o que foi percebido e visto durante a aula, podendo anexar ideias, palpites, reflexões e estratégias.

Como professor/observador, realizamos os registros imediatamente após o término das aulas para poder analisar as impressões a respeito das participações dos estudante e das estudantes, apresentando um caráter descritivo/reflexivo sobre o que aconteceu. Com a função de relembrar detalhes das ações, gestos ou mesmo olhares, dos estudante e das estudantes, que não poderiam ser captadas pelas áudios gravações.

Como outro método de constituição de dados, analisamos as mensagens verbais e orais dos estudante e das estudantes a partir da áudio gravação das aulas, devido ao pequeno tempo para transcrição e análise, apenas um grupo foi gravado.

As transcrições das áudios gravações seguiram os códigos mostrados na Quadro 3 , adaptado de Mendes (2013).

Quadro 3 – Glossário de códigos para transcrição

SÍMBOLOS	SIGNIFICADO
()	Incompreensão de palavras ou segmentos
(hipótese)	Hipótese do que se ouviu
Maiúscula	Entonação enfática
-	Silabação
...	Qualquer pausa
(...)	Indicação de que a fala foi interrompida ou foi tomada em um determinado ponto. No seu início, por exemplo.
“entre aspas”	Citações literais de texto ou áudio gravações
{...}	Transcrições de materiais produzidos pelos estudantes
A1; An	Estudante 1, estudante n
G1; Gn	Grupo 1 ; grupo n
--	Contário que quebram a sequência temática da exposição: desvio temático
d.g.	data da gravação
/	Quebra de sequência da fala

Adaptado de Mendes (2013, p.97)

A mensagem verbal escrita também foi um instrumento de constituição de dados, correspondendo às atividades que os estudantes e as estudantes realizaram em sala de aula antes e após os experimentos, esse instrumento foi coletado de todos os grupos, e não unicamente do grupo que foi realizado a áudio gravação.

3.3 Procedimentos para a análise

Conforme dito anteriormente, a aula foi dividida em vários passos. Primeiro o professor levantou um problema e solicitou que os estudantes e as estudantes, em seus grupos, levantassem as hipóteses sobre o que iria ocorrer, após uma discussão das hipóteses com toda a classe. Em seguida, o terceiro passo, os grupos realizaram as AEIs, quarto passo consistia em uma conversa nos grupos para analisar o que foi visto no experimento, e por última discussão com a classe sobre o que haviam experimentado, analisado e concluído.

Para averiguar quais indícios de aprendizagem significativa conseguiríamos encontrar, a análise dos dados foi realizada de acordo com a verificação de subsunçores nos primeiros e segundos passos, em que os estudantes e as estudantes levantaram hipóteses, examinando o que eles e elas apresentaram em suas escritas, esquemas ou falas.

Após a AEIs, os estudantes e as estudantes escreveram e discutiram em grupo suas conclusões sobre o experimento. Essas colocações serviram de dados para analisarmos se os experimentos se apresentaram potencialmente significativos.

Para uma melhor compreensão do leitor, ao transcrever as escritas dos estudante e das estudantes, circulamos nas figuras o que foi encontrado de maior importância no que foi escrito pelos estudantes e pelas estudantes. Na descrição, colocamos em negrito e entre chaves, o que foi circulado. Os erros de ortografia, apresentados nas escritas dos estudante e das estudantes foram corrigidos.

A análise foi apresentada de acordo com momentos das AEIs, sendo descrita abaixo de acordo com o objetivo de pesquisa e os instrumentos de coleta de dados.

Aula 1 : Conhecendo Lentes

Objetivo de pesquisa:

- Levantar os conhecimentos prévios sobre imagens em espelhos e hipóteses sobre possíveis imagens formadas pelas lentes.

Coleta de dados:

- Relatos das ideias prévias e da análise após experimento.

Aula 2 a 5 : Entendendo lentes convergentes e divergentes, associação de lentes

Objetivo de pesquisa:

- Verificar se os estudantes e as estudantes conseguem determinar o possível trajeto do raio luminoso;
- Verificar se os estudantes e as estudantes conseguem associar os raios luminosos à formação de imagens e à nomenclatura de espelhos;
- Analisar se os estudantes e as estudantes conseguem antecipar as características das imagens formadas antes e depois do simulados;
- Verificar o entendimento das imagens antes e depois dos experimentos.

Coleta de dados:

- Esquemas dos raios luminosos antes e depois do experimento;
- Descrição das imagens antes e depois do simulador.

Aula 6: Globo Ocular e suas ametropias

Objetivo de pesquisa:

- Verificar se houve compreensão da formação das imagens nas lentes e associação ao globo ocular.

Coletadedados:

- Áudio gravação da aula, verificando a fala.

Aula 7 e 8: Construindo uma luneta

Objetivo de pesquisa:

- Analisar se os estudantes e as estudantes conseguem a formulação matemática;
- Verificar a assimilação de todo o conteúdo apresentado na sequência.

Coleta de dados:

- Esquemas sobre a luneta produzidos pelos estudantes e pelas estudantes.

Para a análise, buscamos a presença de subsunçores em todas as aulas, nas atividades realizadas pelos estudantes e pelas estudantes, bem como nos discursos orais, verificando se havia alguma relação entre o que eles e elas produziam com conteúdos estudados anteriormente. Não somente na Física, com conteúdo de óptica, com raios luminosos e espelhos, mas também relações com a biologia, no olho humano.

Buscamos visualizar se apresentavam uma aprendizagem subordinada, superordenada ou mista (combinatória), e qual o tipo de aprendizagem significativa, Representacional, Conceitual ou Proposicional.

4 Apresentação e análise dos dados

Neste capítulo, apresentamos a análise dos resultados em que foram verificados os aspectos relacionados com a aprendizagem significativa dos estudante e das estudantes em relação aos subsunçores e às AEI.

4.1 Primeira aula - Conhecendo lentes

A primeira aula refere-se ao experimento com o aparato de projeção. Foi realizada no dia 10/09/2018. Iniciando a aula, o professor questionou como seria a imagem do F, do aparato de projeção, quando projetada sobre uma superfície.

Antes do professor falar para escrever, o estudante A9 do grupo 3, que não era o grupo que estava sendo gravado comentou: “eu sei que vai ser maior“. (A9), ao mesmo tempo que o estudante A11, do mesmo grupo colocou: “Eu acho que vai ser a mesma imagem e a imagem vai ser maior (A11) “. Não podemos dizer concretamente que essa fala não interferiu nas dos outros grupos, pois os estudantes e as estudantes já estavam escrevendo suas hipóteses e nos materiais produzidos não foram encontradas rasuras.

O professor colocou que deveriam escrever como seria a imagem formada pela projeção do aparato. Apresentamos um excerto de um momento de discussão da hipótese que os participantes do G1 realizaram.

RO 10/09/2018

A1: Vai ser maior né criatura. A imagem ahhm A imagem vai ref.. a imagem refracionar maior.

A3: Como vai ser a imagem? A imagem vai ser maior.

A4: a imagem vai ser maior?

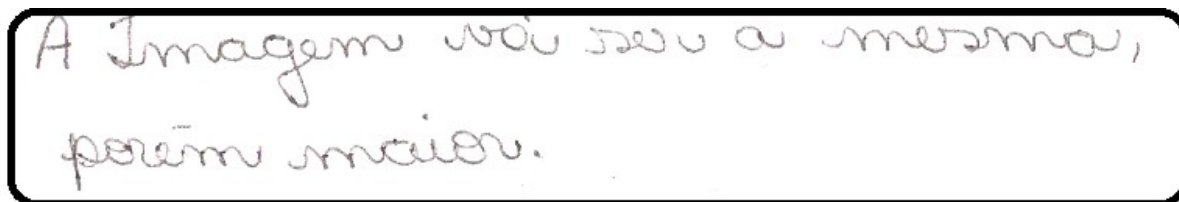
A1: A Luz vai bater. . .

A4: concordo

A1: Essa parte aqui é maior.

Usando o termo “refracionar”, que se refere a refração da luz que aparece ao atravessar dois meios diferentes, e dizendo que será maior, mostra uma relação ao conhecimento que os estudantes e as estudantes apresentam sobre as lupas.

A Figura 2 apresenta a hipótese levantada pelos estudantes e pelas estudantes do grupo 1.

Figura 2 – Hipótese do G1 em relação ao momento 1.

Transcrição: A imagem vai ser a mesma, porém maior. Fonte: Autor (2018).

Houve um momento de socialização com toda a classe e os estudantes e as estudantes apresentam a ideia de como a imagem seria formada pelo aparato.

RO 10/09/2018

Professor: Grupo 1, diga ai como vocês acham que vai ser a imagem?

Representando G1: A1 falou: A imagem ela vai... a luz vai entrar, vai inverter a imagem, só que ao mesmo tempo ela aumenta porque, ela se cruza... a luz continua indo, até ela encontrar a lupa que vai estar mais distante, eeee, então imagem vai voltar ao normal e vai ser encontrada maior.

Professor: Grupo 2

Representando G2: A6 falou: A imagem vai ficar invertida..

Grupo 3 entreviu

Representando G3: A5 falou: A imagem será ampliada, porém projetada de uma forma invertida

Percebemos que os estudantes e as estudantes relacionaram a imagem projetada com as que eram formadas em espelhos esféricos, usando os termos “ampliada” e “invertida”, o mesmo ocorreu quando comentaram que a imagem seria maior, pois em espelhos côncavos a imagem pode ser maior. Podemos verificar a relação entre a aprendizagem de conceitos e proposicional (AUSUBEL, 2003), em que se associam os conceitos aprendidos nos espelhos, por meio de esquemas e generalizam associando com outros conceitos.

Após essa discussão, o professor entregou a lanterna e pediu que realizassem o experimento, observando o que acontecia com a imagem projetada e que depois escrevessem para que pudesse haver a socialização.

Imediatamente os estudantes e as estudantes iniciaram uma discussão que está transcrita abaixo, sendo do G1 os estudantes A1 e A3 e do G2 o estudante A8.

RO 10/09/2018

A3: Maior e invertida.

A1: O efe está aparecendo no fundo branco invertido, mas quanto mais a gente afasta do fundo branco o efe fica maior, ..., mas a imagem fica maior.

A3: tá repete.

A1: a gente está observando o efe invertido.

A8: é para escrever do jeito que você está falando?

A1: é não... a gente está vendo a imagem sendo invertida porque o efe está ao contrário, olha aí dentro como está o efe, tá ao contrário não está? ... O efe está ao contrário, ou a imagem, só que quanto mais a gente afasta o efe do fundo branco, a lupa... sei lá... o o o aparato científico de alta tecnologia do fundo branco mais, o efe aumenta de tamanho.

A8: quanto mais afasta o que?.....

A1: quanto mais afasta o aparato tecnológico... Como você chama o aparato tecnológico?

Professor O aparato tecnológico???

A1: é::

Professor: Lanterna de projeção da máscara em efe.

A1: Quanto mais afastamos a lanterna de projeção... do fundo branco... maior a imagem fica... ou o efe... maior o efe fica.

A1: A4, isso não funciona assim, não é CSI.

A4: que sem graça.

[...]

O estudante A4 refere-se a “sem graça” como algo desmotivador ao estudo. Como visto anteriormente, a maioria das aulas de Física refere-se apenas a resolução de atividades. O próprio A1 diz que o aparato não é algo sofisticado como os aparelhos vistos na televisão ou no cotidiano, mas algo diferente da maioria das aulas.

RO 10/09/2018

Professor: Grupo 1 o que vocês perceberam?

A1G1: A gente está vendo o efe ou a imagem ao contrário, mas quanto mais afastamos a lanterna de projeção do fundo branco maior o efe fica.

A4G1: A imagem no caso.

Professor: Grupo 2

A5G2: a imagem ficou ao contrário, a partir de um ponto da lanterna a imagem diminuiu.

Professor: Grupo 3

A2G1: Ao passar pelo ponto de foco a imagem ficou invertida.

A9G3: quando está para trás () ela vai se aproximando e ela inverte

Professor: o que o grupo 3 falou?

A5G2: A mesma coisa

A8G2: é

Professor: ele falou uma coisinha diferente de vocês

A5G2: foco.

Professor: O que mais?

A3G1: Que ela fica... invertida.

A11G3: ela vai passar pelo foco.

Professor: Vai se aproximando lentamente e fala o que vai acontecer com a imagem?

A1G1: ela vai desfocar.

A2G1: ela vai trocar de imagem.

A6G2: ela vai voltar ao normal de novo.

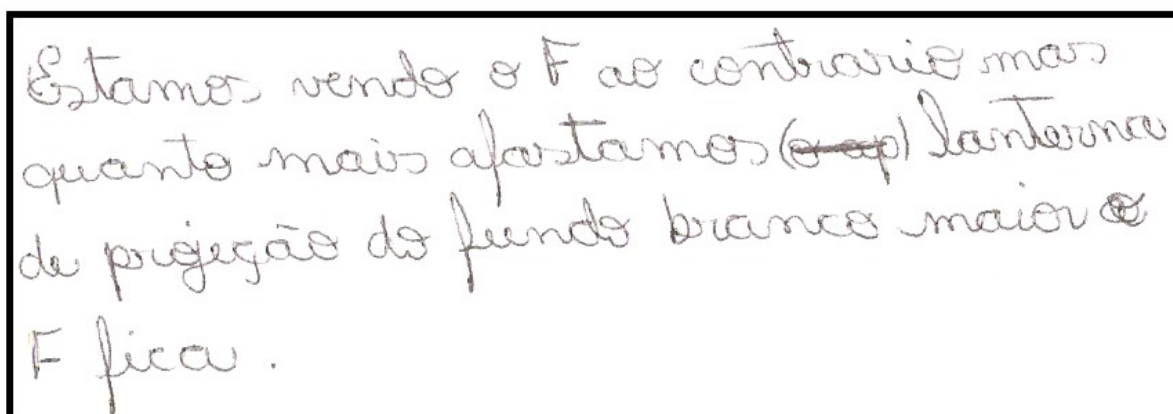
O estudante A3, ao aproximar e afastar a lanterna de projeção, percebeu que afastada a imagem era invertida e quando aproximava lentamente “desfocava”, quando aproximava muito a imagem “aparecia” normal novamente. Foi quando relacionaram com a ideia de foco, e o termo desfocar. A ideia de que a imagem (aproximando ela fica certa) está relacionada, também, a projeção de imagens em espelhos esféricos, bem como o termo foco. Nessas falas, pudemos observar que há indícios do conhecimento adquirido no estudo dos espelhos e assimilação de uma linguagem mais científica. São subsunçores que os estudantes e as estudantes apresentam, relacionando a posição do objeto e a formação de imagens.

De acordo com Ausubel (2003, p.93-94), esse tipo de ancoragem pode ser definida como subordinada, pois organizam as novas ideias relacionado-as com um tema anterior comum, relacionando as novas ideias com alguma outra já ancorada.

Uma vez que a própria estrutura cognitiva tem tendência a ser organizada, em termos hierárquicos, no que toca ao nível de abstracção, generalidade e inclusão de ideias, a emergência de novos significados proposicionais reflecte, de um modo geral, uma relação subordinada do novo material a ideias mais subordinantes existentes na estrutura cognitiva.(AUSUBEL, 2003)

O que podemos observar na conclusão do G1(FIGURA 3)

Figura 3 – Conclusão do G1 sobre o experimento com o aparato



Estamos vendo o F ao contrário mas
quanto mais afastamos (o) lanterna
de projeção do fundo branco maior o
F fica.

Transcrição: Estamos vendo o F ao contrário, mas quanto mais afastamos a lanterna de projeção do fundo branco maior o F fica. Fonte Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

Continuando a aula 1, foi colocada uma lupa de frente a uma porta, pois usamos a luz natural como fonte luminosa, e os estudantes e as estudantes tinham que dizer como seria a imagem projetada em um anteparo quando a luz atravessasse a lupa.

RO10/09/2018

Professor: como temos só uma porta... e a luz boa está lá fora, e não aqui dentro. Eu quero saber: quando a luz passar por essa... lupa... o que vai acontecer com a imagem formada no papel?... Como ela vai ser?

A1/G1: Na pri-mei-ra lu-pa?

Professor: é... só vai ter uma lupa, ela vai estar aqui... na hora que você pegar a folha... colada nela...

Professor: como ela vai... o que vai acontecer e como ela vai ser formada?

A1/G1: depois que ela passar do foco?

Professor: Não:: ... escreve, discute no grupo... daí você escreve

A1/G1: depois que passar do foco dela...

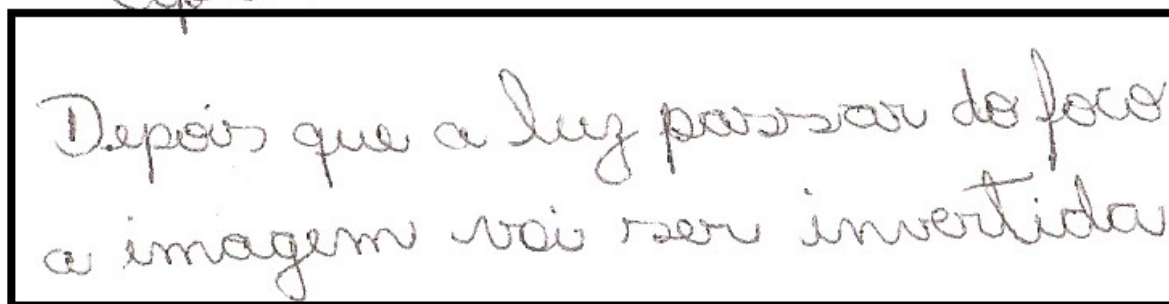
A3/G1: depois que a luz...

[A9 ao fundo da gravação]

A9/G3: a imagem vai ser invertida no foco.

A1/G1: é depois que a luz passar do foco... a imagem vai ser invertida... só isso.[os estudantes e as estudantes do grupo 1 pegaram a objetiva da lanterna de projeção e olharam pela lente] A1: é o... é a mesma coisa... olha lá... olha para o Professor lá... quanto mais ele chega... quanto mais perto ele chega... o foco inverte e a imagem fica a mesma coisa... a lá.

Após essa pequena conversa, colocando como imagem formada invertida, percebe-se que compararam o experimento com a lupa ao anterior da lanterna de projeção. A hipótese do G1 redigida pelos estudantes e pelas estudantes do G1 consta abaixo. (FIGURA 4)



Depois que a luz passar do foco a imagem vai ser invertida.

Transcrição: Depois que a luz passa do foco, a imagem vai ser invertida. Fonte Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes. (2018).

RO 10/09/2018

Professor: Vamos lá... grupo 1... como vocês acham que será?

A1G1: aahhhmmm:: como na lanterna, depois que a luz passar do foco a imagem, ela, vai ser invertida. Enquanto ela estiver perto da lupa, dentro do foco, a imagem vai se encontrar normal.

Professor: Grupo 2

A5G2: tem que fazer mesmo

Professor: quero que você fale

A5G2: Quando a luz entrar vai formar um polígono quadrado [não está audível a hipótese levantada do grupo 2]

Professor: então vai formar em um quadrado.

Professor: Grupo 3

A9G3: a gente colocou que... quanto mais perto... da lupa... o foco da lupa a imagem vai ser normal e... quanto mais longe a imagem vai formar invertida.

Após essa discussão, foram chamados os grupos para realização do experimento, que consistia em focalizar um objeto iluminado fora da sala com uma lupa e projetar a imagem em um anteparo, com isso determinar as características da imagem formada.

Durante o experimento foi registrado o seguinte diálogo do G1:

RO 10/09/2018

A1: hummmm... vai... coloca a folha branca fazendo um favor. ... , mas não dá para ver a imagem aqui não. ... Não tem nenhuma imagem nenhuma. Ahhhh. ...

A3: é mais longe, não...

A1: /Bom olha aqui ó. Aqui é o foco dela... só que dentro do foco não tem imagem, a partir de passa, começa chegar no foco ela ganha imagem, só que ela está invertida. Depois ela vai sumindo. no foco a imagem encontra-se invertida. Ou seja, dentro do foco a gente não vê nada. No foco a gente não vê nada, mas partir quer chega no foco a gente tem uma imagem invertida.

A3: Olha o professor está de cabeça para baixo. [o professor passou na frente da lente]

A1: Tem que deixar no foco... Parece uma impressora 3D. Fernando não dá para te enxergar nada não.

O G2 realizou o experimento apenas confirmando que se tratava de um quadrado, pois a imagem era registrada através de uma porta.

Não se tratava de quadrado, mas retângulo. O G3 percebeu e comentou, durante o experimento que “Ao afastar a folha... a imagem formou nitidamente e invertida. (A9G3)”

Na socialização, após os experimentos, os estudantes e as estudantes apenas repetiram o que foi falado durante a AEI, registrado acima. As características da imagem eram invertidas e dependia do foco.

Os termos foram colocados pelos estudantes e pelas estudantes, com isso podemos questionar se há presença de subsunçores, redefinido abaixo, que os estudantes e as estudantes obtiveram durante as aulas de espelhos e associados aos experimentos realizados até o momento.

Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles. (MOREIRA, 2010, p.2)

Como dito acima, os subsunçores apresentados podem ser conceitos sobre espelhos esféricos, refletindo o pensamento de que se o espelho altera a imagem conforme o formato dele,

as lentes também provocarão alteração da imagem conforme o formato dela e a distância, com isso verificando mais indícios de aprendizagem significativa.

A essência do processo da aprendizagem significativa está, portanto, no relacionamento não-arbitrário e substantivo de idéias simbolicamente expressas a algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do sujeito, isto é, a algum conceito ou proposição que já lhe é significativo e adequado para interagir com a nova informação. É desta interação que emergem, para o aprendiz, os significados dos materiais potencialmente significativos (ou seja, suficientemente não arbitrários e relacionáveis de maneira nãoarbitrária e substantiva a sua estrutura cognitiva).(MOREIRA; CABALLERO; RODRÍGUEZ, 1997)

A imagem projetada fez com que os estudantes e as estudantes recordassem o que tinha sido aprendido de forma significativa em espelhos, Moreira (2008, p.3) afirma que “Nesse tipo de aprendizagem significativa, dita subordinada, o conhecimento prévio geralmente a facilita”. Dessa forma, podemos verificar que, nesse primeiro momento, o material de aprendizagem mostrou-se como sendo potencialmente significativo.

Segundo Ausubel, a estrutura cognitiva tende a organizar-se hierarquicamente em termos de nível de abstração, generalidade e inclusividade de seus conteúdos. Conseqüentemente, a emergência de significados para os materiais de aprendizagem tipicamente reflete uma relação de subordinação à estrutura cognitiva.(MOREIRA; CABALLERO; RODRÍGUEZ, 1997)

Os subsunçores adquiridos nas aulas de espelhos podem ser notados em vários momentos das conversas e escritas dos estudante e das estudantes durante a aula 1. A maioria das ideias novas aparecem subordinadas aos conhecimentos ancorados anteriormente.

Pelo que foi planejado, no produto educacional, a aula 1 era uma introdução de lentes, na qual os estudantes e as estudantes associariam o que foi visto nessa aula com o que veriam nas aulas seguintes, essa ideia seria a base de pesquisa na sequência.

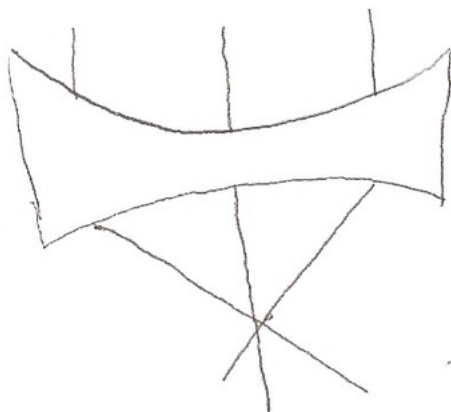
4.2 Segunda e terceira aula - entendendo lentes divergentes e convergentes

Aula 2 e 3 foram realizadas no dia 17/09/2018, tratando de lentes convergentes e divergentes. Primeiro foram entregues aos estudantes e a estudante uma lente de cada tipo, sem dizer qual era o nome e as características delas. Após, foi pedido que os estudantes e as estudantes dissessem como seria o trajeto de um raio luminoso, laser, através de cada lente.

O G1 não sabia o nome das lentes, então colocou como sendo a lente em formato de I (divergente) e a de formato oval (convergente), sendo sua proposta exposta nas Figuras 5 e 6.

Figura 5 – Hipótese do G1 sobre raios de luz através da lente convergente.

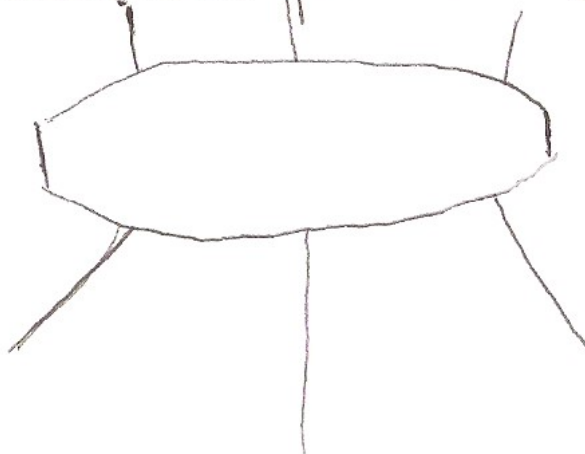
Na peça de acrílico em formato de I
(a luz) o laser irá refletir para o foco que
se encontra no meio desse objeto



Transcrição: Na peça de acrílico em formato de I, o laser irá refletir para o foco, que se encontra no meio desse objeto. Fonte Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

Figura 6 – Hipótese do G1 sobre raios de luz através da lente divergente.

Na peça de acrílico em formato oval
o laser irá refletir para o foco que
se encontra fora do objeto.



Transcrição: Na peça de acrílico de formato oval, o laser irá refletir para o foco que se encontra fora do objeto. Fonte Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

Pelos trajetos dos raios luminosos, verifica-se a associação no formato dos espelhos. A lente divergente (formato de I descrito pelos estudantes e pelas estudantes) assemelha-se ao espelho côncavo. Assim, os estudantes e as estudantes procuraram um foco. A lente convergente (formato oval descrito pelos estudantes e pelas estudantes) assemelha-se ao espelho convexo, quando um raio de luz atinge esse espelho a tendência é se afastar do eixo principal.

Neste sentido, a partir das ideias de Ausubel (2003), notamos que os subsunçores demonstrados pelos estudantes e pelas estudantes apresentam a subsunção derivativa dos esquemas dos espelhos côncavo e convexo, quando os raios luminosos incidem e são refletidos.

Percebemos, então, que há uma associação do formato das lentes com o formato dos espelhos, fato percebido quando em suas falas o G1 associa o formato a uma “bacia”. Nesse caso o espelho côncavo.

RO 17/09/2018

A1/G1: Logicamente, Por que para mim, uma bolinha que pinga aqui vai voltar para cá. . . ., ela não vai fazer puft. Já viu, tu pega uma bacia, bacia de plástico, joga uma bolinha, o que ela vai fazer? Ela vai para o meio. . . ., ela não vai pular para fora.

Outro ponto importante é que o raio de luz que segue o eixo principal continua em linha reta, e que as lentes e os espelhos são circulares, portanto, definidos por um raio. Perceptível na fala do A1.

RO17/09/2018

A1: Não, no meio vai para o meio, continua indo para o meio. Deixa eu ver. . . ele é circular total? / . . . / no meio ele continua indo reto.

Após a discussão no GP, foi solicitado que socializassem as hipóteses com os demais grupos, a ordem de discussão foi o G1, após G2 e por último G3.

RO 17/09/2018

Professor: Grupo 1 como foi, vai ser, o trajeto da. . . ? Todo mundo pega um tipo só de lente, a mesma lente.

A1/G1: olha, eu chamei essa aqui de i. No canto dessa lente, eee o laser vai refletir para dentro dela, enquanto que no meio ele vai continuar reto. Enquanto que na de formato oval, nos cantos ele vai refletir para fora do objeto. Foi isso que eu coloquei.

Professor: Meninas [grupo 2 era formado exclusivamente por meninas]

A6/G2: Nessa lente aqui não é formada o foco, . . . no papel, ele é menor. Já nessa lente aqui a formação do foco no papel () [a primeira lente, que os estudantes e as estudantes relatam é a divergente, e a segunda lente é convergente]

A1/G1: Sei lá veio

A10/G3: eu lembro das aulas do Fernando, que ele mostrou isso para nós. [está falando de espelhos]

A1/G1: eu não lembro

A10/G3: vocês não lembram que ele colocou assim

A1/G1: eu não lembro. Não, eu lembro o formato que fazia. Tenho memória curta
 Professor: Meninos [grupo3]
 A9/G1: Na lente divergente quando aproximamos ()
 A1: ahhh. É convergente
 A8/G2: e divergente, mas não sei qual é qual.
 A9/G3: Ambos divergem para fora.
 Professor: qual a lente divergente?
 A9/G3: essa.
 A8/G2: é errada
 A9/G3: ou ao contrário. Sei que é divergente e convergente.
 A8/G2: Ta certo?
 Professor: o outro grupo também falou a mesma coisa, lente convergente e divergente.
 ()
 A9/G3: Tipo assim. Nessa outra lente aqui quando se aproxima a luz aqui, a luz converge para o centro. Vai para o centro e se colocar no meio continua no meio.

Para melhor ilustrar a conversa acima descrita foram copiadas as hipóteses escritas dos grupos G2 (FIGURA 7) do G3 (FIGURA 8).

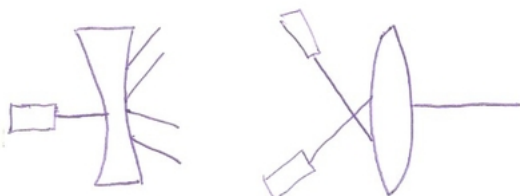
Figura 7 – Esquema da hipótese do grupo 2

Grupo 2
 * Na lente II não é formado um foco, e a imagem é menor
 com formação de um foco e a imagem é ampliada quando olha através dela.

Transcrição: Na lente não é formado um foco [divergente], e a imagem é menor, já na lente [convergente] há formação de um foco e a imagem é ampliada, quando olha através dela. Fonte Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018)

Figura 8 – Esquema da hipótese do grupo 3

Com a luz imagina-se que a imagem ficará maior e mais nítida



Transcrição: Com a luz, imagina-se que a imagem ficará mais nítida. Fonte Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

Analisando o que o G2 escreveu, podemos ter uma ideia de que há uma associação da formação de um foco com a lupa, que converge os raios do sol em um foco. E o G3 fez um esquema que está mais associado ao nome das lentes: divergente e convergente, pois quem sugeriu os nomes das lentes foi o A9. A9: “Tipo assim. Nessa outra lente aqui, quando se aproxima a luz aqui, a luz converge para o centro. Vai para o centro e se colocar no meio continua no meio.”

Verificamos que associaram o formato da lente do aparato de projeção e dos espelhos com as lentes dessa aula, na qual os raios de luz sofrem desvios quando incidem nas bordas e retornam na mesma posição, quando houver um trajeto central. Nessa conversa, percebemos que pode haver a presença de subsunçores da aula 1, usamos esses artifícios para associar o que o estudante e a estudante tinham como subsunçores de espelhos com o que eles ou elas assimilaram e ancoraram na primeira aula.

Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente. O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa. Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido. (MOREIRA; MASINI, 1982, p.11-12)

Em seguida, foi entregue um laser para os grupos para que eles ou elas realizassem o experimento e verificassem as hipóteses e os esquemas.

Durante o experimento, o G1 percebeu que eles haviam invertido os esquemas. A1: “Percebemos que nós erramos, ihhh, é ao contrário. Logicamente eu não sei como funciona. . . Minha lógica estava errada.”

A associação à lupa apareceu com o experimento com a lente convergente. Podemos colocar que isso está relacionado aos experimentos da primeira aula, de acordo com as transcrições das áudio gravações realizadas durante as aulas e colocadas a seguir:

RO 17/09/2018

A1: É ao contrário. . . Ahh faz sentido isso é igual a lupa, né veio.

A10: não.

A1: É igual a lupa, pô. O formato da lupa/.

A10: Não veio, a lupa é redonda.

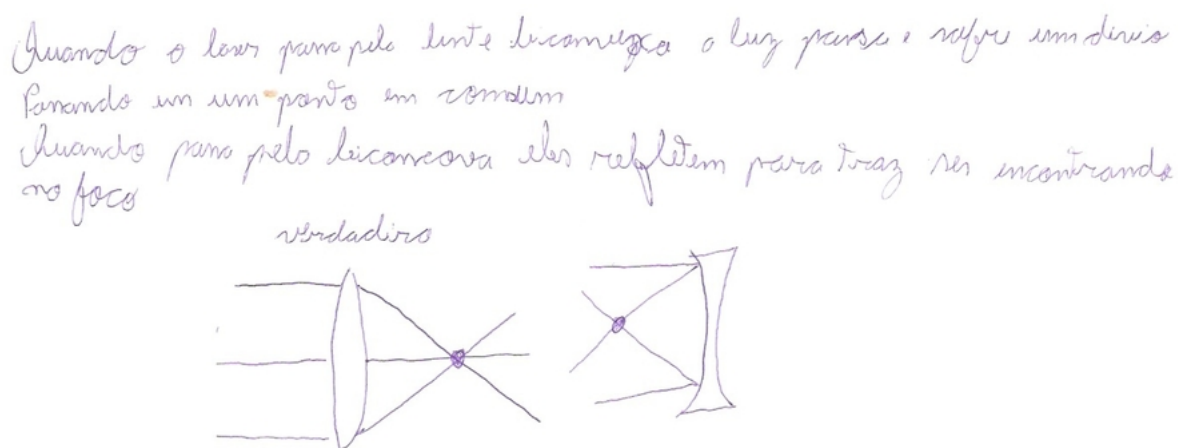
A1: Ela não é reta criatura. Ela é desse jeito. . . Faz sentido, nós que foi burros e não pensou. Na verdade, vocês que não pensaram.

Após o experimento, o G1 colocou que “a lente em formato de I (divergente) reflete o laser para fora, pois, seu foco se encontra atrás da lente. Enquanto a oval (convergente) reflete para dentro, seu foco encontra para frente da lente”.

O G2 conclui que “na lente divergente a luz refletida é aberta e o foco atrás da lente, já na convergente a luz é fechada e o foco é formado depois da lente”.

Já o G3 fez o esquema colocando nomes nas lentes, que não foram ditos durante as aulas, mas que estão associados aos formatos dos espelhos. (FIGURA9)

Figura 9 – Conclusão do G3 sobre lentes



Transcrição: Quando o laser passa pela lente biconvexa a luz passa e sofre um desvio, passando por um ponto em comum. Quando passa pela bicôncava eles refletem para traz se encontrando no foco. Fonte Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

Podemos perceber que os três grupos colocaram que o foco é formado a frente na lente convergente e, na lente divergente, atrás. Um dos motivos pode estar relacionado ao trajeto dos raios luminosos ao incidir no espelho e refletir, pois todos usam o termo refletir quando o laser atravessa a lente. A associação é clara e comum de se ocorrer.

Na aula 3, realizada no dia 17/09/2018, estudamos como se comporta um raio de luz ao atravessar um par de lentes iguais, isto é, duas lentes convergentes ou duas divergentes associadas.

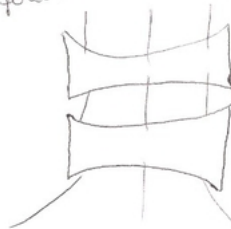
O G1 fez o esquema onde as lentes convergentes aproximariam o foco muito mais e as lentes divergentes abririam os raios, também, mais, (FIGURA 10).

Figura 10 – Trajeto do raio luminoso através de duas lentes semelhantes.

Ao juntarmos duas lentes convergentes
o laser vai refletir mais ainda para
dentro porque o foco chegou mais perto



Ao juntarmos duas lentes divergentes
o laser vai refletir mais ainda para
fora.



Transcrição: Ao juntarmos duas lentes convergentes o laser vai refletir mais ainda para dentro porque o foco chegou mais perto. Ao juntarmos duas lentes divergentes o laser vai refletir mais ainda para fora. Fonte Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

Na socialização das hipóteses, as ideias colocadas foram:

RO 17/09/2018

Professor: Dessa lente aqui óo. [a lente é convergente]

A1/G1: Para dentro. . . . , e depois mais para dentro ainda.

Professor: o que vai acontecer?

A1/G1: O foco vai chegar mais para perto

Professor: Grupo 1, como vai ser a trajetória nessa lente aqui

A6/G2: Grupo 1???

Professor: É grupo 2!

A6/G2: Ela vai diminuir mais ainda

Professor: Grupo 3

A9/G3: Véio, vai continuar a mesma trajetória em direção ao centro, só que dessa vez elas vão se cruzar.

Professor: Grupo 1, dessa vez como vai ser a trajetória dessa lente?

A1/G1: ahhhh, . . . , o laser vai refletir, e, quando bater no próximo ele vai refletir mais ainda, porque o foco atrás chegou mais perto

Professor: ela vai abrir? vai fechar? vai fazer o que?

A1/G1: Ela vai/

A9/G3: Abrir mais

A1/G3: Vai abrir mais

Professor: Grupo 2

A6/G2: Ela vai abrir mais

Professor: Grupo 3

A9/G3: Já foram falados os conceitos físicos. A luz será aberta.

()

A6/G2: ela vai voltar

A11/G3: Um pouco vai voltar.

Professor: Um pouco, vocês perceberam,, . . . , o que vocês falaram de voltar?

A9/G3: ela vai refletir

Professor: Em uma lente só? Nas duas lentes?

A1/0G3: nas duas.

Durante a discussão das hipóteses, o G2 colocou que uma parte vai voltar. Ao perguntar se seria nas duas lentes, a resposta foi afirmativa. Com isso, foi falado que uma parte do raio luminoso sofria desvio e uma parte era refletido nas duas lentes. Ao serem questionados, falaram que acontecia sempre em todas as lentes.

Ao realizarem os experimentos, todos os grupos visualizaram a refração dos raios luminosos e concordaram nas conclusões que confirmavam as hipóteses.

Como os estudantes e as estudantes perceberam, o trajeto dos raios luminosos ao atravessar duas lentes semelhantes continuam o trajeto aumentando o desvio. Na próxima seção, analisamos qual é o entendimento quando os raios de luz atravessam duas lentes diferentes.

4.3 Quarta e quinta aula - Associação de lentes

Aula realizada no dia 08/10/2018, foi trabalhada associação com duas lentes diferentes, dando continuidade aos estudos. Todos os grupos receberam uma lente convergente e uma divergente para levantar a hipóteses sobre como seria o trajeto do raio luminoso passando primeiro pela lente divergente e depois convergente, em seguida fizeram a hipótese de como seria ao contrário.

RO 08/10/2018

Professor: escreve o número do grupo e a hipótese

A1: Você quer escrever para mim, A2, porque minha letra é feia. Sua letra é boa para escrever? . . . , tem que escrever um monte de coisa que é nossa hipótese. Escreve para mim por favor

A2:: Não

A1: Beleza, Nossa hipótese do laser, vai bater aqui, vai, . . . , esse aqui . . . você estava aqui na aula. Esse aqui vai para dentro e esse aqui vai para fora ou esse aqui

A5: não, eu acho que esse aqui vai para dentro e esse vai para fora

A1: É, . . . , então o laser vai bater aqui . . . , vai vir para dentro e esse aqui vai deixar ele reto de novo. A nossa hipótese é isso. . . . , Precisa escrever, pode ser só no desenho?

Professor: Pode ser só no desenho

A1: Beleza

Professor: ou se você quiser escrever também pode, pode fazer do jeito que você achar melhor?

...

A1: o que cê acha A2, que vai acontecer. Esse aqui ó, quando, deixa te explicar aqui, esse aqui quando o laser bate e vai para fora esse aqui é o, . . . , divergente. Não, . . . , é esse aqui, .., não, esse aqui quando bate vai para dentro. Não.

A2: você está confundindo tudo.

A1: Esse quando bate ele vai para fora, é o divergente. . . . , esse quando bate o laser ele vai para dentro, é o convergente.

A5: Convergente

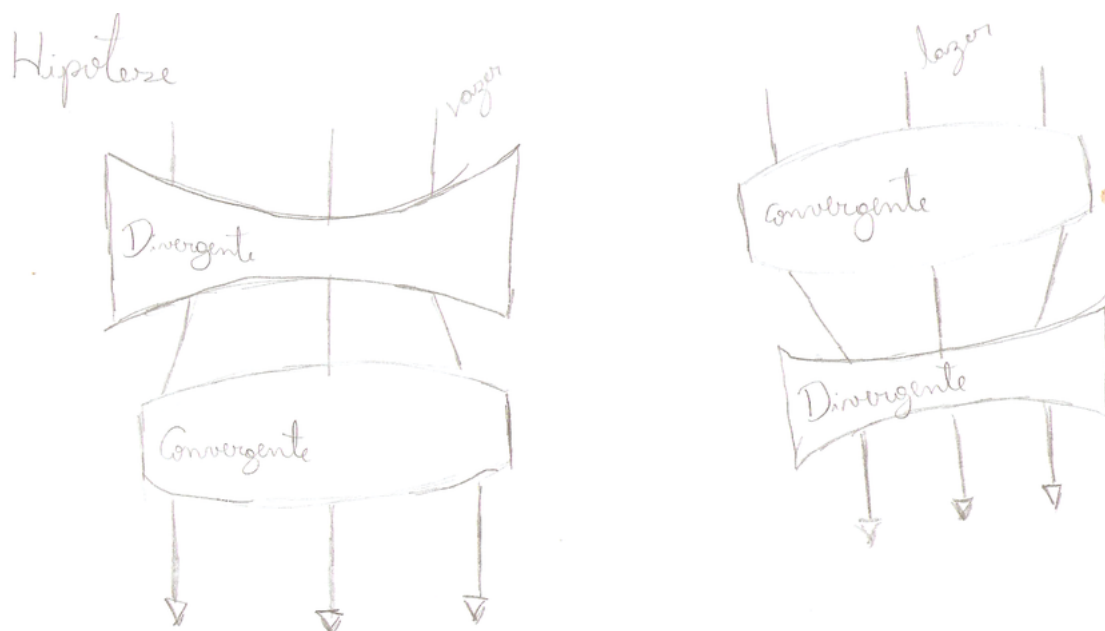
A1: Entendeu. Então, aqui, o desenho está errado aqui, ó. O que você acha que vai acontecer se a gente juntar os dois e bater o laser. . . . , esse daqui vai para fora ó, vai bater aqui e vai. O que você acha que vai acontecer?

A2: Sei lá, nem dá para ver

A1: mas eu te expliquei como funciona cada uma. . . . , eu vou fazer um zoom aqui, . . . , eu falei que essa aqui era qual? divergente.

O estudante A1 explicou de forma sucinta ao estudante A5 que havia faltado na aula anterior. Na sequência, levantaram a hipótese do trajeto do raio luminoso (FIGURA 11)

Figura 11 – Hipótese da trajetória do raio luminoso G1

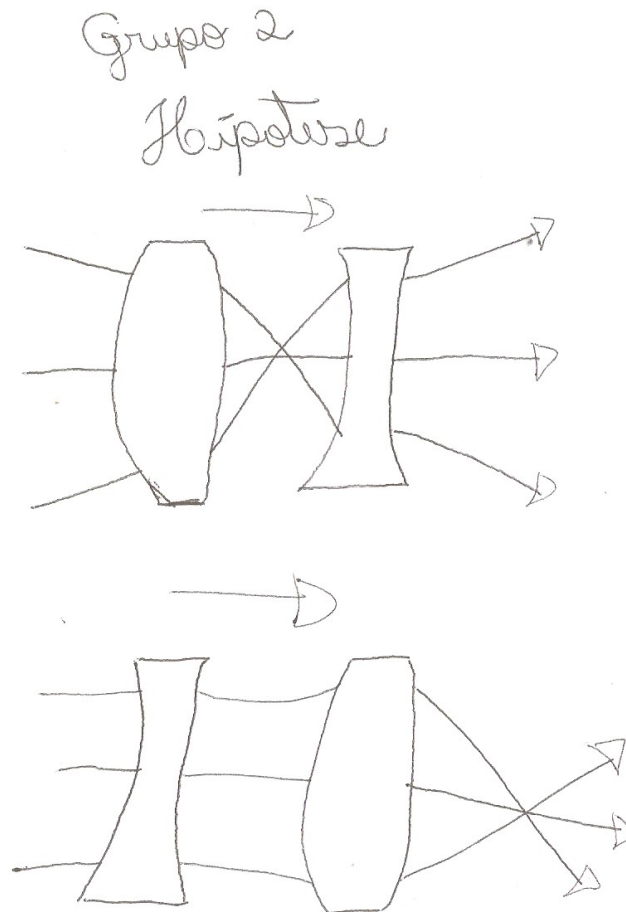


Fonte Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

Pelo trajeto, verificamos que há um entendimento, por parte dos estudante e das estudantes, que uma lente corrige a outra. Esse pensamento pode ser verificado quando associamos as correções feitas pelos óculos.

O grupo 2 levantou a hipótese Figura 12.

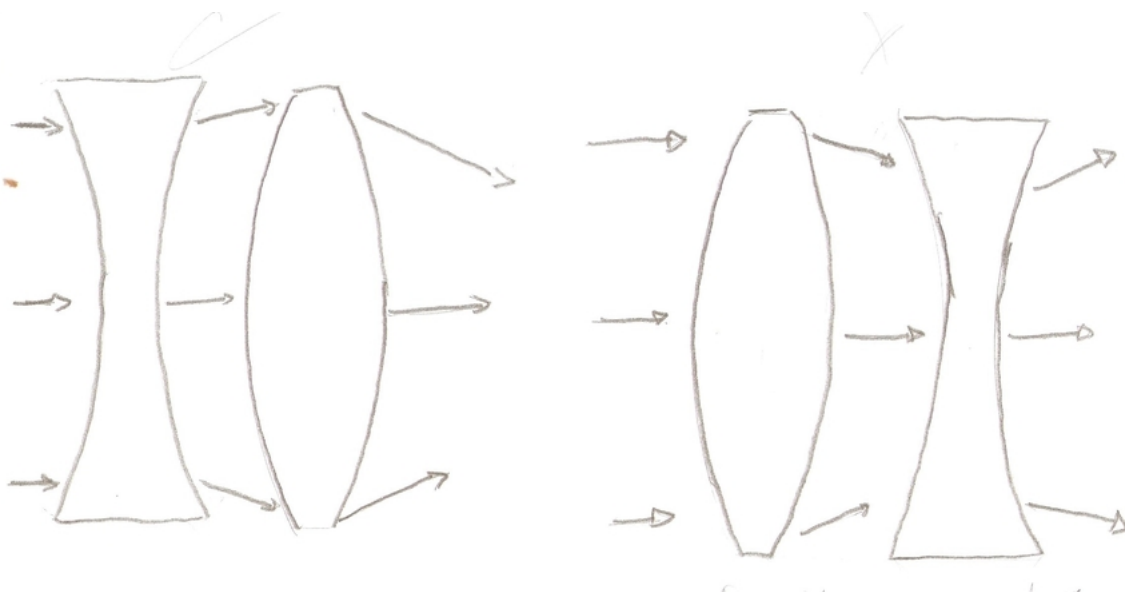
Figura 12 – Hipótese da trajetória do raio luminoso G2



Fonte Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

E o grupo 3 apresentou a hipótese Figura13 .

Figura 13 – Hipótese da trajetória do raio luminoso G3



Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

Durante a socialização, foi discutido que:

RO 08/10/2018

Professor: Grupo 1, qual a proposição que vocês fizeram quanto ao caminho dessas lentes aqui, desse jeito.

A1: Hummm, qual, a primeira divergente?

Professor: Sim.

A1: No caso, a divergente, ela vai, ..., jogar o laser para fora e aí quando o laser encontrar a convergente ela vai é: colocar o laser para dentro de novo e o laser vai sair reto.

Professor: Ela vem, assim [professor está desenhando no quadro giz o trajeto que os estudantes e as estudantes sugeriram].

A1: Reta, ..., aí ela vai para fora, ..., depois vai reto

Professor: Assim, ..., isso?

A1: Sim.

Professor; Grupo 2 como vocês propuseram?

A7: Até na metade do caminho está assim, só que depois ela muda. ...,

Professor: Então essa aqui é do grupo 1 e a do grupo 2 ela vai fazer assim.

A7: é isso, ..., isso.

Professor: Grupo 3, como é que vocês propuseram?

A11: Grupo 3, Estamos ().

A9: ((Do mesmo jeito)).

A10: ((é do mesmo jeito,)) ..., vai chegar nessa.

A9: ela pode chegar () como pode divergir para o centro, né, depende do local de onde você coloca a, a lente no primeiro foco.

Professor: E aí o que vocês me falam?

A1: [risos] cada um com a sua opinião.

Professor: e desse jeito aqui como vai ser?

A1: é, é de convergente. O laser vai bater na convergente, vai para o meio vai bater na divergente e vai reto.

Professor: Grupo 3, como vocês acham que vai ser aqui?

A9: assim ó, eu ((acho que ela entra e vai convergir para centro, vai para o meio, aí ela pode ir reto, pode deslocar um pouco dependendo do lugar aonde ela pegar o () e o foco.

A4: ((eu acho que elas (...), não sei posso estar errada??))

Professor: E vocês grupos 2 o que vocês acham?

Pelas hipóteses percebemos um subsunçor existente. Para o G1, as lentes diferentes se corrigem, deixando os raios luminosos em linha reta. Nesse caso, verificamos os conceitos subordinados conforme Ausubel (2003).

O G2 seguiu os conceitos assimilados na aula passada, em que lentes convergentes apresentam o foco a frente, por isso se cruzam “sempre”. O G3 também, seguindo a aula anterior, manifestou que as lentes associadas mudariam a posição focal, aproximando ou afastando, conforme a posição delas.

RO 08/10/2018

A9: ela converge, estava certo.

A1: ela continua reta, a lá, eu acho.

Professor: pega dois lasers. ()

A1: Nossa conclusão estava certa, eu acho. . . . , é , eu não sei porque, eu não sei se eu mexi em alguma coisa.

Professor: Ponham os dois lasers.

A1: Deixa eu tirar isso daqui.

A5: Hum, não, . . . , não sei, sim.

A1: ele tá reto.

A5: tá.

A1: aqui, ele bate, tá vindo para fora.

Professor: olha a distância aqui.

A1: tá reto.

Professor: Olha a distância. Olha a distância que tá aqui bem perto do meu dedo. Se você fechar ele está abrindo, . . . não, reto e paralelo, . . . , tá aqui põem lado a lado.

A5: não tá reto e paralelo.

Professor: Paralelo, bonitinho, . . . , agora põe retinho aqui, agora levanta assim agora para ver o trajeto [movendo o laser para melhorar a visão do raio na superfície]. Tá vendo aqui?

A5: mas nem dá para ver o trajeto direito.

Professor: olha aqui faz isso aqui A1, vai, junto A1, junto, lado a lado.

A1: o::, . . . ,

Professor: ele vai fechando um pouco mas vai.

A1: mas tá torto isso aqui.

Professor: to, usa dois lasers to, usa dois lasers [falando para outros grupos usarem dois lasers]

A1: a não, a lá.

A5: o que? Tá não?

A1: a lá aqui na frente.

A5: não, não tá reto, . . . , que paia esse negócio é difícil. () chato. [para o estudante e para a estudante ter que pensar, refletir e concluir é “chato”. A ideia que mostra é que repetição de resolução de problemas é mais fácil]

A2: tá então, ali, vai abrindo?

A5: tem que fazer a conclusão, () a luz quando inverte.

A1: olha lá na cadeira. Cadê.

A2: na parede.

A1: tem que alinhar!

A5: ()

A1: eu tô pegando só o. . . . , Hum vamos lá.

Professor: tá retinho, não tá?

A1: tá.

Professor: Ela tá fechando ou não tá fechando?

A1: ela tá fechando! Muito pouco, mas está fechando.

Professor: Tá, tá fechando um pouquinho sim. Tá vendo.

A1: Ela tá fechando um pouco e, . . . , essa vai abrindo um pouco. Ahhhh, apesar dela corrigir ela não corrige 100% a outra.

Durante a experimentação, os estudantes e as estudantes do G1, perceberam e falaram que uma lente não corrige outra completamente ao ponto dos raios luminosos retificarem.

Após os experimentos, reuniram-se todos os grupos para socializarem as conclusões:

RO 08/10/2018

Professor: Como é que ficou a conclusão de vocês? . . . , A9

A9: Concluímos que, tipo assim, dependendo do ângulo onde você vai colocar o laser, () se o laser for colocado mais um pouco perto do centro, no final da associação da lente o laser vai sair reto.

Professor: espera um pouquinho só.

A9: Essa foi minha conclusão.

Professor: Eu não estou escutando o grupo 2.

A9: e quanto mais perto das bordas, aí ele vai ter as mesmas propriedades, ele vai convergir para o centro, dependendo da lente que está no final, e isso vai ser observado também na outra::, na na, invertendo as lentes, quanto mais perto do centro, tipo assim, a lente no final ela vai formar reta, mas nas extremidades ela converge normal.

Professor: e se eu colocar primeiro a convergente?

A9: tá, convergente beleza.

Professor: Primeiro a convergente, vai.

A9: Convergente não converge para o centro, é ela que. . .

Professor: Primeira a convergente, e daí?

A9: o que eu quero falar. A gente observou que, a gente pos o laser em quatro pontos. A gente pois aqui no meio, e a gente pois mais aqui e agente pois bem aqui [levando para a extremidade da lente]. Se a gente por aqui ele vai fazer a mesma trajetória.

Professor: mas ele vai retinho?

A9: Vai, vai reto. [no centro e segue em linha reta sem desvio], mas se você por aqui ele vai fazer isso aqui. Ele vai ficar um arco mais essa curvatura, essa curvatura vai para baixo.

Professor: Grupo 2, o que vocês concluíram?

[o grupo 2 não deu para entender]

Professor: grupo 3, ou grupo 1

A1: Ele, o laser vai entrar na convergente, é::, e vai para o centro, aí quando ele bater na divergente, ele vai criar um foco, . . . , na frente. Calma, . . . , ele vai, . . . ,

()

A1: eu não lembro mais.

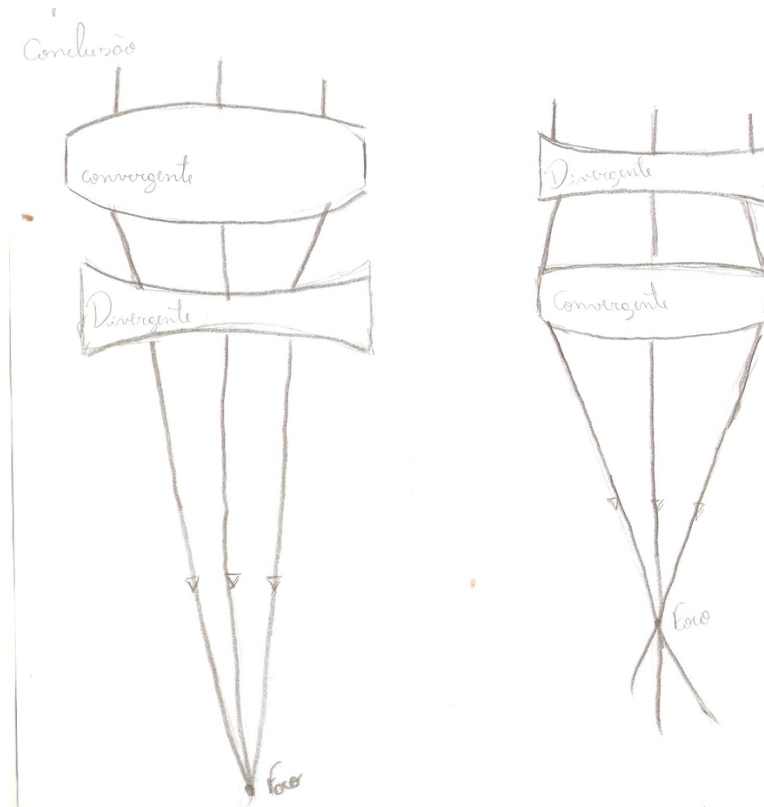
A5: ninguém está brincando.

Professor: Na lente convergente, tá primeiro a convergente, ele fecha e depois?

A1: a divergente abre ele, só que, . . . , só que o foco vai mais para frente.

Pelo esquema representado pelo G1, percebemos que os estudantes e as estudantes observaram que trocando as posições das lentes a distância focal também se altera, devido aos ângulos diferentes como observado nas Figuras 14 e 15

Figura 14 – Conclusão do G1 sobre trajetória dos raios luminosos



Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

Figura 15 – Explicação sobre a posição focal do G1

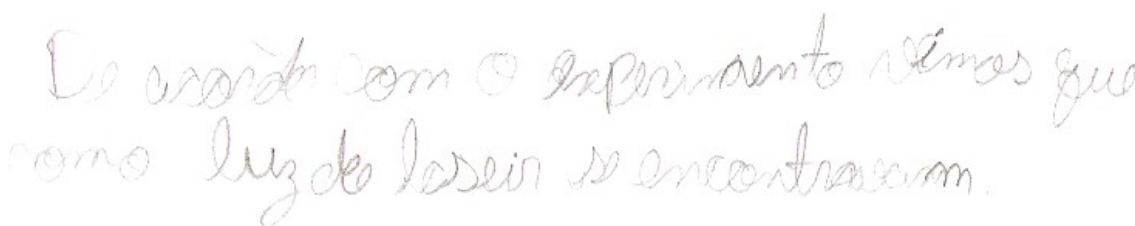
O foco se aproxima porque
o laser bate em ângulos
diferentes

Transcrição: "O foco se aproxima porque o laser bate em ângulos diferentes". Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

Durante o experimento, os estudantes e as estudantes, ao tentar traçar o trajeto do raio luminoso, conseguiram visualizar a mudança de distância focal, na alteração da sequência de lentes, o que eles e elas colocaram tanto no esquema quanto no escrito. Notando durante as aulas que eles e elas já apresentavam alguma ideia de que seria diferente, isso pode ser associado aos subsunçores da aula 2, na qual foi analisado o trajeto em apenas uma lente.

O mesmo foi notado na conclusão do G3, Figura 16, que escreveram que a luz se encontra. Quando questionados, falaram que o G1 tinha razão, o foco depende da ordem das lentes.

Figura 16 – Conclusão do G3 sobre trajeto do raio luminoso



Transcrição: "De acordo com o experimento vemos que como a luz do laser se encontrava." Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

Utilizando o laboratório virtual, foram trabalhadas as distâncias do objeto, da imagem e focal, para relacionar ao tamanho do objeto e da imagem.

RO 08/10/2018

Professor: esse aqui é o objeto e essa aqui é a imagem. O que aconteceu com a imagem?

A1G1: Inverteu.

Professor: eu posso aproximar e afastar o objeto. O que vai acontecer se eu afastar o objeto da lente?

A1G1: Vai afastar a imagem.

A9G3: vai aumentar e diminuir o tamanho da imagem

Professor: Vai aumentar ou diminuir quando afastamos?

A9G3: Vai diminuir, eu falei que é a lente convergente.

...

Professor: o que vai acontecer se eu colocar em cima do foco?

A9G3: inverte

Professor: o que vai acontecer se eu colocar em cima do foco

A1G1: Não vai surgir imagem

Professor [demonstrando]: aonde formou

A1G1: No infinito

Os estudantes e as estudantes relacionaram a uma imagem formada com o objeto estando em cima do foco, com os espelhos que forma no infinito, correspondendo a associação da imagem

imprópria dos espelhos com as imagens. Um subsunçor claro e existente surgiu quando A9/G3 falou invertido.

Poderia ser devido à aproximação que ocorre, também, nos espelhos, com a imagem passando de real para virtual.

RO 08/10/2018

Professor: O que acontece se eu mudar a posição do foco? . . . , o que acontece com a imagem?

A1G1: ela vai aumentar ou diminuir.

Professor: O que acontece se eu aproximar? E depois afastar?

A1G1: se eu aumentar o foco a imagem aumenta e se eu diminuir o foco a imagem vai diminuir, . . . , en-ten-di. . .

. . . .

Professor: Olha a distância do objeto! Olha a distância da imagem! Olha a distância focal!. Qual a relação/. . . , o que vocês podem me dizer a relação do objeto, da imagem e a distância focal?

A9G3: são proporcionais.

Professor: Em valores.

A9G3: Ahhh, . . . em valores. A distância focal é a metade da distância do objeto que é igual a distância da imagem

Professor: e o tamanho do objeto e o tamanho da imagem?

A3G1: são iguais.

Professor: Vocês conseguiriam fazer uma fórmula?

[manipulando a posição do objeto e verificando a posição da imagem o professor demonstra a variação do tamanho da imagem]

Professor: Agora vocês conseguem montar uma fórmula?. . . , o aumento seria igual a o que?

A1G1: a distância da imagem dividido pela distância do objeto

Foi demonstrado que os estudantes e as estudantes apresentam uma aprendizagem significativa conceitual, segundo Ausubel (2003), mas não conseguem sozinhos fazer uma formulação matemática. O professor precisou demonstrar para que pudessem definir a equação matemática do aumento linear.

RO 08/10/2018

Professor: se eu aproximo mais o objeto da lente, o que acontece

A10G3: ela fica invertida

Professor: e o que acontece com o sinal?

A1G1: ela fica negativa.

Professor: E o sinal negativo significa o que?

A9G3: Que o sinal negativo é invertida igual ao espelho.

Os estudantes e as estudantes apresentam mais um subsunçor referente à inversão de imagens que associaram lentes a espelhos. A apropriação conceitual estava novamente presente.

Apenas três estudantes trabalharam mais na formulação matemática, mas foi um ponto fraco para os demais, vê-se pelas discussões transcritas acima que poucos participaram. Entretanto, todos os grupos conseguiram visualizar o trajeto dos raios de forma semelhante e associaram em suas falas com as aulas 2 e 3, percebendo, de maneira clara, que houve uma aprendizagem significativa nesses momentos.

A associação de lentes é percebida em nosso cotidiano no uso dos óculos. Não poderia deixar de fora o experimento com um modelo de globo ocular, para que haja visualização de imagens. Essa AEI foi demonstrativa, com o apoio dos estudantes e das estudantes. As hipóteses e conclusões sobre essa aula serão vistas na seção seguinte.

4.4 Sexta aula - Globo ocular e suas ametropias

A aula ocorreu dia 15 de outubro de 2018, e o modelo de globo ocular foi o único experimento demonstrativo, devido ao alto custo das lentes para confecção, por esse motivo o professor realizou o experimento conduzindo-o de forma a torná-lo investigativo e o mais participativo possível.

O professor começou a aula questionando aos estudantes e às estudantes sobre as partes que compunham o globo ocular humano:

RO 15/10/2018

Professor: oh: crianças, aqui eu tenho diversos tipos de lentes que elas vão simular um globo ocular. Tah:. Vocês lembram os nomes das partes do globo ocular?

A11: Não!

A1: Iris

Professor: O que é íris?

A11: é a corzinha

A10: Tem o corno.

A1: a córnea::.

...

A10: é, não, isso é pupila, pupila.

Como demonstrado na transcrição, lembravam bem da íris, como a “corzinha” e a córnea, duas partes comuns, sendo a primeira devido à cor visível e a segunda amplamente divulgada nos meios de comunicação. A córnea é muito conhecida pelos transplantes, fora das salas de aula, por isso não podemos confirmar absolutamente como sendo um subsunçor subordinado ao conhecimento da biologia (AUSUBEL, 2003).

Continuando a aula, e questionando sobre as partes do olho humano, quando o professor perguntou onde se formava a imagem, o A10 falou: “Atrás, ela forma invertida.” Isso remete a subordinação às AEIs das aulas 1 a 3, quando eles e elas disseram que era igual à lupa.

Quando se colocou a primeira lente no modelo de globo, percebemos a seguinte discussão:

RO 15/10/2018

Professor: então vou colocar uma lente aqui, ...

A9: olhão

Professor: Ela vai formar a imagem, não formou.

A1: Sim

A9: Invertida

Professor: Invertida

A1: Ok

Corroborando com a ideia de que a imagem formada dentro do olho humano é invertida devido ao cristalino, os estudantes e as estudantes associaram o cristalino com a lupa.

No experimento, o professor pediu que se medisse a distância entre a imagem formada e a lente, para se determinar a distância focal, registada a seguir:

RO15/10/2018

Professor: Vem me ajudar aqui então, ..., quanto que dá? ..., aproximadamente.

A9: 23

Professor: na verdade ela vai formar um pouquinho atrás. ..., um pouquinho atrás da quanto?... , vinte e ...

A9: 25

Professor 25., agora vamos fazer uma brincadeirinha. que vocês acham que relação que existe entre a distância, ..., ser 25cm e a lente ter 4,0 graus [dioptrias]., escreve para mim que vocês acham/ ..., primeiro lugar, escreve aí, a:: imagem como foi formada, ..., em segundo a relação que existe.

A1: a distancia com a lente com 4 graus.

Professor: Como vocês acham que é a relação? Por que mesmo antes de eu montar o globo ocular, vocês já falaram que imagem ia ser de ponta cabeça, por que vocês falaram isso?

A11: ((porque já sabia))

A10: ((porque eu lembro que. . .))

A9: ((Aqui ó, ó. . . , presta atenção aqui, a luz))

A1: ((Porque a gente lembra no outro teste da aula 1))

Professor: Um de cada vez. Fala, fala A9, A9, fala A1.

A1: Nós vimos na aula 1, com aparato científico do F ao contrário, que a lente inverte toda a imagem.

A10: Tem uma função aqui atrás do nosso olho faz com que a imagem voltar ao normal,

Para Ausubel (2003, p.94), a aprendizagem subordinada pode ocorrer quando os estudantes e as estudantes “organizam novos factos relacionados em torno de um tema comum, integrando, assim, os elementos componentes dos novos conhecimentos quer uns com os outros, quer com os conhecimentos existentes”. Isso pode ser verificado claramente nas últimas falas de A1 e A10.

O professor continuou questionando os estudantes e as estudantes sobre a relação entre a distância focal e a lente, obtendo o seguinte diálogo:

RO 15/10/2018

Professor: mas qual a relação do 25cm de distância com os 4 graus?

A9: Porque uma lente de 4 graus se forma o foco a 25cm de distância dela

Professor: Certo

A1: Não seria 24 cm?

Professor: mas 25 cm está no sistema internacional?

A1: Não

A9: Tem que passar para metros.

Professor: então qual é a relação dos dois.

A1: ahhh:: 0,25 é $\frac{1}{4}$ da... a distância em metros 0,25 é $\frac{1}{4}$ ou seja 0,25 vezes 4 dá 1 metro.

Professor: Mais ou menos era isso que você queria dizer.

A1: que 25 é $\frac{1}{4}$ de metro.

[professor escreveu no quadro distância vezes graus (dioptrias) = 1]

A1: isso aí

Nesse ponto podemos associar que pode ter acontecido uma subsunção derivativa, pois segundo Ausubel (2003, p.94):

o significado do material derivativo surge de forma rápida e relativamente fácil, mas tende a ser rapidamente esquecido quer porque pode ser representado, de modo adequado, pelo próprio subsunçor, quer porque se pode recuperar facilmente um exemplar quando for necessário.

Os estudantes e as estudantes associaram rapidamente e completamente a função das dioptrias em relação a distância focal. Ao mesmo tempo, eles e elas receberam as informações básicas para fazer a derivação.

Ao continuar a aula, teria que se trocar a lente para verificar o que aconteceria. os estudantes e as estudantes, sem que o professor falasse sobre as dioptrias, já especularam que a imagem seria embaçada, associaram que a troca causaria mudança no foco também.

RO 15/10/2018

Professor: Troquei a lente o que vai acontecer com o foco?

A1: Vai para trás.

A9: o foco vai ser, vai ficar embaçado.
A1: Vai ficar embaçado.
A9: porque a imagem vai formar fora do olho.
Professor: mas eu nem falei que grau que era.

Dessa forma, teriam que verificar qual a distância e comparar para ver quantas dioptrias seriam, se houvesse memorização, eles e elas usaram a equação anterior para verificar a relação.

RO 15/10/2018

Professor: fala para mim na hora que formar outra imagem.
A1: Não, ..., vai para perto então, ..., não primeiro joga para o rumo da porta então.
A9: você está errado.
A3: também não consigo ver nada.
A1: Oh, Oh.
A11: perfeito.
Professor: agora conseguiu ver?
A11: Sim.
Professor: pega a régua primeiro.
A1: Mas eu quero saber o grau.
A1: sei lá. ..., é mais de 30 [centímetros].
Professor: se é mais de 30, quantos graus você acha que dá? (()) ..., o crianças escuta aqui o que o A1 falou. Se a distância deu mais de 30 centímetros, ..., isso tem que contar em metros, qual que vai ser, mais ou menos o foco? /
A1: 3.
Professor: o grau, os graus
A1: 3 graus.
Professor: Aproximadamente 3 graus. ..., ok, agora eu vou trocar de novo. ... ,

O estudante A1, ao ser questionado sobre porque ele disse 3 graus, rapidamente falou a relação de multiplicação “graus vezes distância em metros tem que dar 1”, associando ao primeiro cálculo.

Ao trocar de lente, verificaram que era o inverso. Então, teriam que aproximar o anteparo para conseguir o foco. Assim, houve, novamente, o cálculo imediato de A1 para determinar as dioptrias.

RO 15/10/2018

A1: sim
Professor: vamos lá, ..., A9, ..., tá melhorando ou piorando o foco
A9: Tá piorando
A1: Tá piorando, é o inverso então.
Professor: Perto do 20 [centímetros onde formou a imagem], se é perto do 20, mais ou menos quantos graus?
A1: 5, ..., 5 graus

Devido a mudança de foco, era o momento de questionar aos estudantes o que fazer para corrigir os “problemas” visuais, ou melhor, como fazer para que a imagem se forme na posição correta.

RO 15/10/2018

Professor: é, . . . , agora a pergunta:: se meu olho não está enxergando direito o que eu tenho que fazer?

A9: Ajustar a sua lente.

Professor: ajustar minha lente, como?

A9: Você tem que usar alguma coisa então

A1: Você usa outra lente para, . . . , corrigir, . . . , o foco.

A10: ((miopia))

Professor: Miopia, o que é miopia?

A11: é quando tá 1000 pia assim sabe.

Professor: Fala sério A11

A9: é o negócio da lente, sem ele você não enxerga

A5: miopia, acho que é quando você não enxerga de longe

A11: e de perto como é?

A10: Astigmatismo, astigmatismo

A5: Não, astigmatismo é quando você enxerga embaçado.

A1: é quando você, astigmatismo você tem, seus olhos são graus diferentes.

Professor: Voltando ao assunto aqui. Como é que eu faço para corrigir?

A1 e A9: ((Coloca lente.))

Professor: Essa daqui que está aqui, é aquela que forma imagem no meio do olho. Não forma no meio do olho?

A1: é, é a de 5 graus

Professor: é 5 graus, . . . , cinco, . . . , 5.5. Eu tenho que chegar essa lente de 5.5 para quanto?

A1: quatro

Professor: quatro, então teria que usar uma, mais ou menos, de quanto?

A1: 1,5

A5: é o A1 o líder da sala?

A1: não, não, não, então vocês falam aí, que eu vou ficar caladinho

A10: Beleza

Professor: está aqui, não está?

A11: Ta, . . . , você colocou a lente?

Percebemos que os problemas visuais eram de conhecimento dos estudantes e das estudantes, primeiro porque é do cotidiano de todos e segundo pelo fato de que cinco estudantes usavam óculos. Para Ausubel (2003), apresentando indícios de aprendizagem conceitual subordinada e proposicional.

A1 viu que a relação entre as lentes era de adição e teria que, no nosso caso, aproximar do “olho normal” de 4 dioptrias. Associando também ao fato de as lentes poderem ser positivas

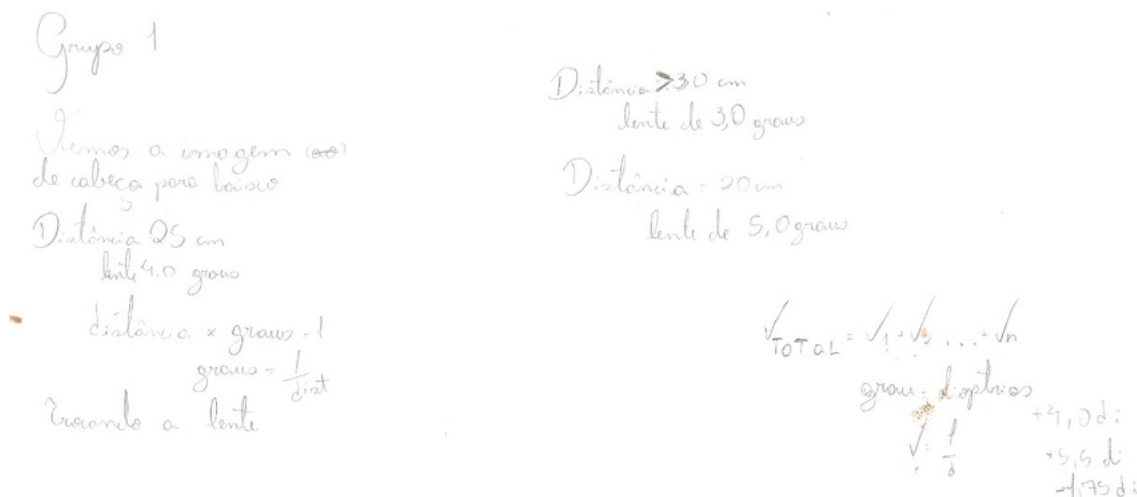
ou negativas. Nesse ponto foi dito que quando se forma antes do foco, deve-se usar uma lente negativa, olho míope, e quando forma após o foco deve-se usar uma lente positiva, olho hipermetrope. Podendo ser observado na fala:

RO 15/10/2018

A9: só que teve esse problema, a lente dele formava em 5,5 aí e teve que usar uma lente negativa de 1,75, para tirar e formar a imagem certa. Entendi, ..., fritei meu cérebro, mas entendi.

A relação entre os problemas visuais e suas correções foram entendidas e assimiladas, demonstrada no raciocínio do A9, e no resumo apresentado pelo G1, na Figura 17

Figura 17 – Conclusão sobre o globo ocular apresentado pelo G1



Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

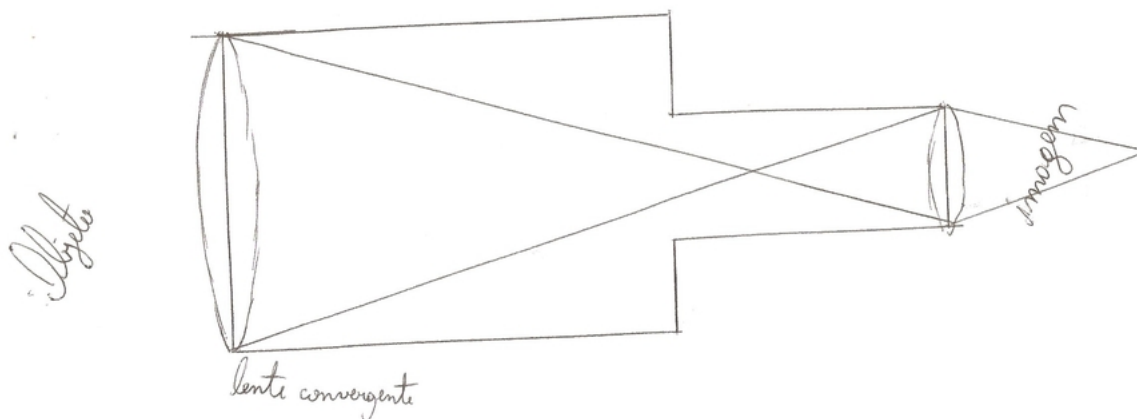
Entendido o globo ocular, associação de lentes e imagens formadas, podemos verificar se os estudantes e as estudantes conseguem construir uma luneta, primeiro esquematicamente e, a seguir fisicamente, o que veremos na próxima seção.

4.5 Sétima e oitava aulas - Construindo uma luneta

O primeiro passo, para essa aula seria a construção esquemática das lunetas pelos grupos para depois construirmos uma.

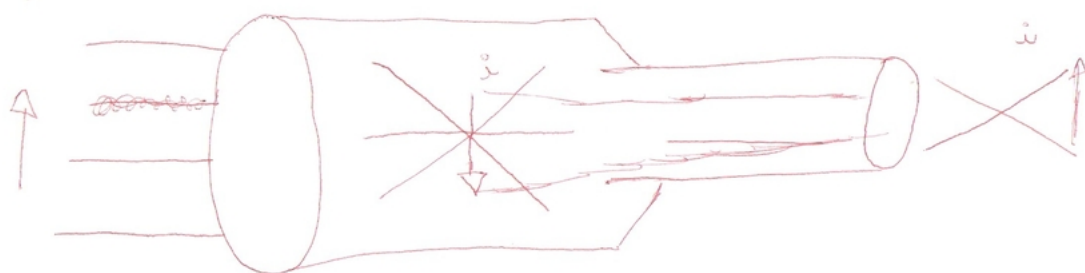
Foi solicitado pelo professor que os estudantes e as estudantes construíssem esquemas de lunetas. Os próprios e as próprias estudantes propuseram um modelo inicial para que apenas traçassem os raios luminosos .

O G1 propôs o seguinte esquema apresentado na Figura18

Figura 18 – Esquema da hipótese da luneta do G1

Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

E o G2 propôs o seguinte esquema, Figura 19

Figura 19 – Esquema da hipótese da luneta do G2

Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

Notamos pelos dois esquemas que há um cruzamento dos raios luminosos dentro da luneta, e o G1 ainda coloca que a lente deve ser convergente, ao mesmo tempo, que o G2 coloca uma imagem dentro da luneta como invertida. Os dois esquemas remetem às aulas iniciais, podem dizer que houve uma aprendizagem significativa pela repetição com que as imagens e os esquemas são apresentados em todas as aulas anteriores.

Durante as discussões

RO 22/10/2018

A1: O que vai acontecer com a imagem quando bater na primeira lente e depois na segunda? ... aqui nós temos uma lente e aqui nós temos outra lente, ..., o que vai acontecer com a imagem quando ela bate aqui e aqui e depois aqui? ... São duas lentes convexas, o que voês acham?

A3: são.

A1: por quê? . . . , não vou perguntar por que, porque eu não sei. . . . , na verdade é porque elas convergem para dentro, eu acho. Está vendo? Eu acho que é. Ou você acha que a outra é divergente?

A3: Eu acho que é

A1: Então nós temos aqui um telescópio. Agora temos que pensar o que vai acontecer com a imagem e o objeto. O objeto está aqui. Ob-je-to, e a imagem, I-ma-gem, está aqui. . . . , quando a luz bate na primeira lente, eu acho que, ela vai fazer isso aqui ó:. . . . , na verdade ela vai até aqui o final.

A3: ela cruza aqui.

A1: ela vai cruzar aqui no final, eu fiz errado.

A3. Ela cruza com a ponta final.

Percebemos que no G1 que houve a interação entre os estudantes e as estudantes com o conhecimento que deveria ser lentes convergentes para poder promover a inversão da imagem e posteriormente uma nova inversão em outra lente.

Quando houve a socialização, os estudantes e as estudantes do G3 discordaram quanto ao tipo de lente usada, esse grupo colocou que deveria ser divergente. Visto no dialogo a seguir.

RO22/10/2018

Professor: então nos vamos ver como a luneta é feita e que tipo de imagem forma.

A1: Se ela é real, irreal. /

Professor: real virtual

A1: é real, virtual, maior ou menor

Professor: Aí também nem tanto, mas sim

A1: Não

Professor: . . . , pronto grupo 3? . . . , o grupo 1, que tipo de lente?

A1: convergente eu acho. . . . , é convergente?

A9: Convergente, isso

Professor: Grupo 2 apoia, a ideia ou discorda?

A4 e A8: Apoia

Professor: e na objetiva, que tipo de lente é?

A8: Convergente

Professor: Grupo 1

A1: HAMM?

Professor: Na objetiva, que tipo de lente é?

A1: Convergente

A9: Discorda

A11: Nós discordamos.

A10: ((divergente.))

A11: ((divergente.))

Professor: Então nós temos que analisar. Grupo 1 como é quem vem os raios de luz?

A1: eles são invertidos, então vão se cruzar até lá no final

Professor: Eles vão se cruzar aonde?

A1: No meio da lente.

A9: No meio da luneta.

A1: No interior da lente.

A9: No meio da luneta

A1: No interior da lente, há que no meio da luneta.

Nesse ponto os estudantes e as estudantes entraram em acordo que as lentes deveriam ser convergentes para ter inversão de imagens e as associaram à lupa da aula 1, um subsunçor já verificado anteriormente e confirmado nesse momento.

Conversando com os estudantes e as estudantes, eles e elas, discutiram sobre como funciona a luneta e como seria ajustado o foco, percebemos que há alguns que já manusearam a luneta e com isso houve o seguinte diálogo:

RO 22/10/2018

Professor: Menor é isso que vocês propuseram. Agora vocês vão dar uma testada, mas uma coisinha::, quem já mexeu com uma lupa, luneta, luneta?

A9: eu

A11: não, para falar a verdade

Professor: Como é que ela funciona? ela tem um negocinho que precisa dela. O que a gente precisa fazer para ela funcionar?

A1: Ajustar o foco

A9: A gente tem que ajustar o foco. Para ele formar. . . ., você pega esses dois caninhos e enfia um dentro do outro assim. Se você abrir vai ficar embaçada, depois você ajeita o foco que dá para ver certinho.

Professor: Você ajeita foco de quem?

A9: da lente, das duas lentes.

Professor: Vocês querem olhar a luneta? Então vamos montar a lupa. Estou falando lupa é luneta/

Os esquema finais ficaram do G1, na Figura 20 e do G3 na Figura21 .

Figura 20 – Conclusão do esquema de luneta G1

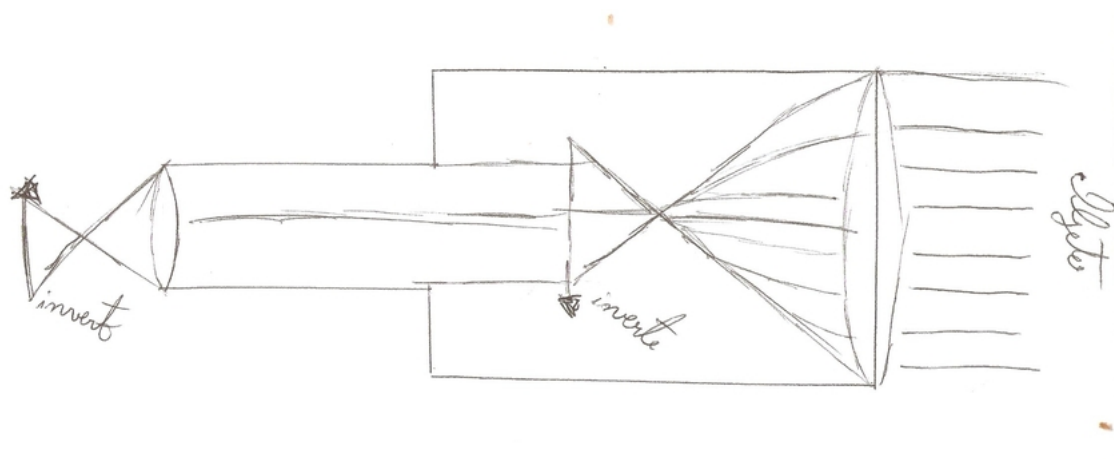
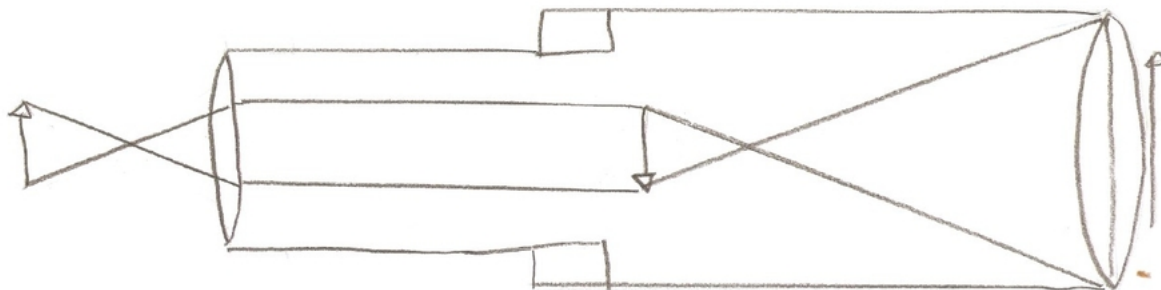


Figura 21 – Conclusão do esquema de luneta G3

Material produzido pelos estudantes e pelas estudantes (2018).

Os dois esquemas apresentam uma nítida semelhança onde podemos associa-los aos esquemas produzidos em outras aulas. Podendo notar que houve uma aprendizagem significativa desse conteúdo.

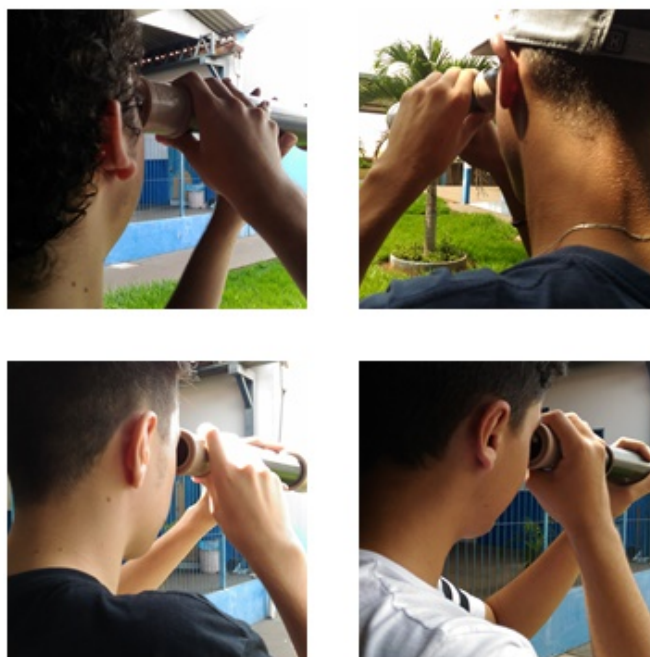
Após, assistiram ao videos de construção de luneta¹, do Manual do Mundo, que mostra como construir uma luneta com materiais simples, incluindo a lista de materiais necessários.

Como os estudantes e as estudantes já haviam levado o material, construímos em conjunto a luneta, o professor apenas auxiliando e foram visualizar objetos a distância.

Os estudantes e as estudantes observaram objetos a distância como mostrado nas Figuras 22 e 23.

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=quP7pOORCv0>, acessado em 20/01/2019.

Figura 22 – Estudantes observando objetos 1



Próprio autor (2018)

Figura 23 – Estudantes observando objetos 2



Próprio Autor (2018)

Com isso observamos que houve indícios durante todas as aulas de uma aprendizagem significativa por parte dos estudante e das estudantes, nos esquemas notamos uma subordinação subsunçores (AUSUBEL; HANESIAN; NOVAK, 1980), bem como aprendizagem conceitual e proposicional.

Por conseguinte, na verdadeira aprendizagem proposicional verbal, apreende-se o significado de uma nova ideia compósita na medida em que (1) a própria proposição se cria a partir da combinação ou relação de múltiplas palavras individuais (conceitos), representando cada uma delas um referente unitário; e (2) as palavras individuais se combinam de tal forma (geralmente na forma de frase) que a nova ideia resultante é mais do que a soma dos significados das palavras individuais componentes. (AUSUBEL, 2003, p. 85)

A construção da luneta é uma somatória dos conceitos assimilados em espelhos e nas aulas anteriores, onde os subsunçores foram sendo fixados e, conseqüentemente, construindo uma aprendizagem significativa.

5 Considerações finais

Nosso trabalho apresentado até aqui consiste em uma análise sobre AEIs relacionadas à aprendizagem significativa, aplicada em uma sequência didática de oito aulas, para estudantes de ensino médio do segundo ano.

Para elaboração da sequência didática, fizemos uma revisão da literatura. Percebemos a existência de inúmeros trabalhos referentes a todo o conteúdo de óptica, mas propriamente espelhos. Poucos trabalhos foram encontrados com experimentos investigativos em relação às lentes. Por isso, utilizamos as referências para adaptarmos às nossas necessidades de investigarmos a aprendizagem significativa, com estudos de lentes e o estudante e a estudante sendo agente ativo e construtor.

Com a vontade de fazer o estudante e a estudante um ser atuante e participativo, utilizamos as AEIs, nas quais ele ou ela é agente de construção do conhecimento, simultaneamente diferenciando das aulas habituais, onde o professor detem o saber e apenas passa uma coletânea de atividades repetitivas e forçando a memorização.

As aulas foram realizadas de forma a produzir um grau de dificuldade cada vez maior e os estudantes e as estudantes conseguiram acompanhar esse processo de forma a produzir uma aprendizagem significativa ao final.

O levantamento de hipóteses e a troca de ideias, antes dos experimentos, fizeram com que os estudantes e as estudantes procurassem, não só o que eles pensavam, mas o que os outros grupos haviam colocado também, e quando faziam as conclusões as falas eram mais elaboradas e com conteúdo cada vez mais científico, demonstrando, assim que os estudantes e as estudantes estavam aprendendo e assimilando mais.

Durante o desenvolvimento da sequência didática, percebemos que houve uma facilidade significativa de assimilar os conceitos sobre lentes, ao mesmo tempo que relacionaram ao cotidiano.

Os estudantes e as estudantes apresentaram uma relação interpessoal muito boa, ao mesmo tempo que evoluíram em produzir sínteses e discursos cada vez mais complexos e com uma linguagem relativamente melhor. O esforço para levantar hipótese e conclusões acertivas foram observadas e analisadas.

As análises das aulas serviram para confirmar que uma sequência didática bem produzida, com atividades motivadoras ao estudar, associadas com uma técnica de ensino diferenciada, pode apresentar uma aprendizagem altamente significativa.

Em relação ao primeiro objetivo específico, que era “Analisar a apropriação conceitual dos estudante e das estudantes durante os experimentos“, conseguimos verificar que houve, em muitos casos, apropriação do conceito de trajeto dos raios luminosos através das lentes, quando eles e elas descreviam corretamente. Quanto ao segundo objetivo que era “Analisar se os

estudantes e as estudantes conseguem relacionar os conceitos abordados na experimentação com conceitos já estudados anteriormente“ verificamos que os subsunçores presentes sobre espelhos apareciam de forma clara e evidente nos trajetos e imagens formadas. O terceiro objetivo “Verificar se os estudantes e as estudantes sistematizam o conhecimento adquirido sobre lentes e o aplicam na construção de uma luneta” foi atingido quando eles e elas confeccionaram o modelo de luneta no papel, e verificamos que todos os experimentos serviram como base nessa aula.

Utilizando aprendizagem significativa e AEIs, Diniz (2016), Leite (2016), também perceberam que a produção de um material potencialmente significativo melhora muito o aprendizado dos estudante e das estudantes.

Com ressalvas que podemos anotar para as próximas aplicações desse produto educacional temos que os estudantes e as estudantes apresentaram dificuldades nas formalizações matemáticas, nas poucas fórmulas matemáticas vistas. Isso seria um ponto para uma nova análise, verificando se tem relação com a forma que a Física foi sempre ensinada ou se está relacionada ao aprendizado que os estudantes e as estudantes tiveram durante toda a vida escolar, de recebimento e raramente de procura. Para melhorar esse ponto, podemos trabalhar mais a formalização matemática desde o primeiro ano do ensino médio em todos os conteúdos, assim garantindo sempre um melhor resultado, não na resolução de problemas, mas na construção de ideias e conceitos.

Também poderíamos conversar com os professores do ensino fundamental para que trabalhem a formalização matemática desde as séries iniciais, nas disciplinas de matemática e ciências. Dessa forma consigam formalizar melhor no ensino médio.

Ao repassar, o aprendizado que obtivemos com esse trabalho a outros professores estaremos mostrando a importância das AEIs no ensino de Física e , ao mesmo tempo, no ensino em que os estudantes tornam-se pesquisadores.

Esperamos que esse trabalho sirva de ponto inicial para outros professores apresentarem interesse e vontade de aplicar AEIs em suas aulas, tornando o professor mais reflexivo sobre sua prática pedagógica, e outras técnicas de ensino que tornem o estudante e a estudante um ser cada vez mais ativo e participativo, pois ensinar Física é algo glorificante quando escutamos de nossos e a nossa estudantes a frase: “agora entendi”, ou como disseram durante a minha aplicação: “fritei meu cérebro, mas entendi”.

Para mim, estudante do terceiro ano do ensino médio em 1986, fruto de um militarismo, de transmissão e avaliação, professor desde 1995, atuando nas três séries do ensino médio, esta foi uma maneira de abrir meus horizontes, mudar meus pensamentos autoritários e de uma educação bancária. Aprendi que por meio de experimentos, que tanto gosto de realizar, posso fazer com que os estudantes e as estudantes passem a seres pensantes, ativos e donos do próprio crescimento intelectual e de conceitos.

Dessa forma tentar demonstrar que a Física é uma disciplina edificantes e interessante, que os estudantes podem ser construtores de conhecimento e, assim conseguir que eles gostem da Física e procurem investiga-la ainda mais. Com isso fazer com que eles e elas gostem da Física e procurem investiga-la ainda mais

Não vou parar nesse projeto, pretendo criar e aplicar sequências didáticas com AEIs com outros conteúdos, estudando e fazendo formulações matemáticas desde o primeiro ano do ensino médio, e conseqüentemente estimulando os estudantes e as estudantes a terem uma aprendizagem significativa.

Referências

- ALVES FILHO, J. de P. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. 448 p. Tese (Programa de Pós- Graduação em Educação) — Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/79015>>. Acesso em: 01/01/2019.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. 1. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; HANESIAN, H.; NOVAK, J. D. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. v. 1.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno brasileiro de ensino de física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291 – 313, dez 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099>>. Acesso em: 08/08/2018.
- BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**, Brasília, v. 2, p. 1 – 140, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 01/12/2018.
- BRASIL. Base nacional comum curricular. **Ministério da Educação**, Brasília, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 05/03/2018.
- CACHAPUZ, A. C.; VILCHES, A.; CARVALHO, A. M. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. ISBN 85-249-1114-X.
- CAPECCHI, M. C. V. de M.; CARVALHO, A. M. P. de. Atividades de laboratório como Instrumentos para abordagem de aspectos da cultura científica em sala de aulas. **Pró-posições**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 137 – 153, jan/abril 2001. Disponível em: <https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/publicacao/2350/49_dossie_capecchimevm_etal.pdf>. Acesso em: 17/07/2018.
- CARVALHO, A. M. P.; RICARDO, E. C.; SASSERON, L. H.; ABIB, M. L. V. S.; PIETROCOLA, M.. **Ensino de física - coleção ideias em ação**: Capítulo 3. São Paulo: Cengage Learning, 2011. ISBN 852211062X.
- DINIZ, R. T. **Usando experimentação no ensino potencialmente significativo de óptica geométrica**. 2016. 151 p. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) — Universidade Federal Fluminense. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/4693/1/Robson%20Torrez%20Diniz%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o%20completa%20vers%C3%A3o%20final.pdf>>. Acesso em: 16/07/2018.
- GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de física. Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. São Paulo: Livraria da Física, 2014.
- GEBARA, M. J. F. Questões relativas à história da ciências e ao ensino de ciências. In: **V encontro nacional de pesquisa em educação em ciências**. Bauru: [s.n.], 2005. p. 1 – 9. ISSN 1809-5100. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/1/pdf/p639.pdf>>. Acesso em: 17/07/2018.

GIANI, K. **A experimentação no Ensino de Ciências**: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa. 2010. 190 p. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências) — Universidade de Brasília. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2011/ciencias/dissertacao/03kellen_giani.pdf>. Acesso em: 16/07/2018.

LEITE, T. L. H. **Ensino significativo de óptica geométrica utilizando experimentos de baixo custo**. 2016. 385 p. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) — Universidade Federal de Rondônia. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/44704875-Tarso-leandro-holanda-leite.html>>. Acesso em: 18/07/2018.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pequisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

LUZZI, F. de O. **Óptica da fotografia** : abordagem CTS sob a perspectiva da Aprendizagem Significativa. 2017. 192 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências - Física) — Universidade Federal de Ouro Preto. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/8185>>. Acesso em: 11/07/2018.

MENDES, R. M. **A formação do professor que ensina matemática, as tecnologias de informação e comunicação e as comunidades de prática**: uma relação possível. 2013. 285 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) — Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102110/mendes_rm_dr_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10/07/2018.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006. 186 p. ISBN 85.230-0826-8.

MOREIRA, M. A. Negociação de significados e aprendizagem significativa. **Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente**, v. 1, n. 2, p. 2 – 13, dez 2008. ISSN 1983-7011. Disponível em: <<http://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente/article/download/21027/12502MestradoProfissionalEmEnsinodeCienciasdaSaudeeDoAmbiente>>.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? p. 1 – 27, 2010. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueefinal.pdf>>. Acesso em: 25/03/2018.

MOREIRA, M. A.; CABALLERO, M. C.; RODRÍGUEZ, M. L. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In: . Burgos, Espanha: [s.n.], 1997. p. 19 – 44. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>>. Acesso em: 15/03/2019.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes Ltda, 1982.

NUNES, F. N. **Práticas experimentais de óptica para alunos do ensino fundamental utilizando material de baixo custo**. 2015. 71 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) — Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Disponível em: <<https://mnpes.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/94/2017/02/MNPEF-UFERSA-Francisco-Nascimento-Nunes.pdf>>. Acesso em: 16/07/2018.

OLIVEIRA, J. R. S. de. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, São Paulo, v. 12, n. 1, p.

139 – 153, jan/jun 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/31/28>>. Acesso em: 10/06/2018.

PENA, F. L. A. Sobre a presença do projeto Harvard no sistema educacional brasileiro. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, scielo, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 1 – 4, 03 2012. ISSN 1806-1117. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scieloOrg/php/articleXML.php?lang=en&pid=S1806-11172012000100016>>. Acesso em: 10/07/2018.

SANDOVAL, J. D.; SANDOVAL, J. S. de. Ótica geométrica: introdução ao estudo da interação da luz com a matéria. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 21 – 30, abr 1990. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7703>>. Acesso em: 29/03/2018.

SANTOS, E. M. F. **Arduino** : uma ferramenta para aquisição de dados, controle e automação de experimentos de óptica em laboratório didático de física no ensino médio. 2014. 192 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física) — Universidade Federal do rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/115456>>. Acesso em: 16/07/2018.

SIGWALT, E. S. B. **Um objeto de aprendizagem para a óptica no ensino médio**. 2016. 169 p. Dissertação (Formação Científica, Educacional e Tecnológica,) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1921/1/CT_PPGFCET_M_Sigwalt%2c%20Eduardo%20S%2c%20A1%20Brito_2016.pdf>. Acesso em: 17/07/2018.

SILVA, J. B. **Gamificação de uma sequência didática como estratégia para motivar a atitude potencialmente significativa dos alunos no ensino de óptica geométrica**. 2017a. 120 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fortaleza. Disponível em: <http://pgecm.fortaleza.ifce.edu.br/wp-content/uploads/2018/07/joaobatistadasilva_35-1.pdf>. Acesso em: 10/07/2017.

SILVA, P. F. Z. de Oliveira e. **Experimentação em óptica nas séries finais do ensino fundamental**: uma compreensão fenomenológica. 2014. 96 p. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/2393>>. Acesso em: 18/07/2017.

SILVA, S. F. de Oliveira da. **Aprendizagem potencialmente significativa de óptica geométrica em laboratório**. 2017b. 119 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) — Universidade de Caxias do Sul. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/handle/11338/3323>>. Acesso em: 10/07/2018.

SUART, R. de C. **Habilidades cognitivas manifestadas por estudantes de ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. 2008. 218 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) — Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-31052012-112942/pt-br.php>>. Acesso em: 18/06/2018.

SUART, R. de C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 50 – 74, Março 2009. ISSN 1806-5821. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_1/m318318.pdf>. Acesso em: 28/03/2018.

ZANETTI NETO, G.; FERRACIOLI, L. Atividades práticas no ensino de física na EJA. **A Física na Escola - SBF**, v. 15, n. 2, p. 15 – 18, Outubro 2017. ISSN 1983-6430. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol15-Num2/a03.pdf>>. Acesso em: 14/04/2018.