

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS**  
**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática**

**ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS:**  
**Elaboração de uma sequencia didática para o ensino de Óptica**

Elisete Lopes da Cunha

**Belo Horizonte**

**2011**

Elisete Lopes da Cunha

## **ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS:**

**Elaboração de uma sequencia didática para o ensino de Óptica**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Gomes Dickman

Belo Horizonte

2011

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

C972e Cunha, Elisete Lopes da  
Ensino de física na educação de jovens e adultos: elaboração de uma sequencia didática para o ensino de óptica / Elisete Lopes da Cunha. Belo Horizonte, 2011.  
107f. : Il.

Orientadora: Adriana Gomes Dickman  
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Educação de adultos. 3. Didática. 4. Vygotsky, L. S. 5. Ótica. I. Dickman, Adriana Gomes. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 53:37.03

Elisete Lopes da Cunha

## **ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS:**

**Elaboração de uma sequencia didática para o ensino de Óptica**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

---

Profª Drª Adriana Gomes Dickman Orientadora PUC Minas

---

Prof. Dr. Lev Vertchenko –PUC MINAS

---

Prof. Dr. José Roberto Faleiro Ferreira –PUC MINAS

## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente agradeço a DEUS, que por estar sempre presente em minha vida, me permitiu chegar aqui.

Agradeço muito aos meus filhos João Pedro e Maria Laura, por compreenderem a minha escolha em ter me ausentado fisicamente em alguns momentos. Ao meu esposo e parceiro Rômulo, que sempre tentou suprir meus momentos de ausência com as crianças e sempre mostrou a eles que eu tinha feito a escolha certa e que eu iria conseguir vencer. Agradeço a minha mãe que sempre esteve ao meu lado incondicionalmente, me ajudando com as crianças.

Aos amigos que sempre acreditaram em mim e me incentivaram nas horas de angústia.

E finalmente a minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Gomes Dickman, que muito contribuiu para a realização deste trabalho, sempre me ajudando, incentivando, me mostrando que eu era capaz e que poderia conseguir. Adriana saiba que a minha gratidão por você será eterna, por muitas vezes, durante os seus ensinamentos, eu me senti como os meus alunos da EJA, ao serem alfabetizados. Através da sua paciência e dedicação eu consegui aprender coisas que guardarei comigo para sempre, serei sua eterna aprendiz.

É preciso que desde o começo do processo, vá ficando cada vez mais claro que, embora diferentes entre si, quem forma se forma e re-forma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado. Não há docência sem discência, as duas se explicam e seus sujeitos apesar das diferenças que os conotam, não se reduzem à condição de objeto, um do outro. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender.

Paulo Freire

## RESUMO

O produto desta dissertação é uma sequência didática para ensinar Óptica a alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA), com atividades que se baseiam na utilização de metodologias alternativas para o ensino de Física. A sequência didática é composta por estratégias de ensino como exibição de vídeos, leitura de artigos de divulgação científica, reconstrução de experimentos, demonstração e discussões em grupo. A nossa proposta está de acordo com a reforma curricular, estabelecida pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), que sugere um ensino voltado para a formação de cidadãos inseridos na sociedade. Assim, buscamos um ensino de física contextualizado, contribuindo para a formação de um aluno com autonomia intelectual e pensamento crítico. Neste contexto, escolhemos como referencial teórico a abordagem histórico-cultural de Vygotsky, que interrelaciona o aprendizado e o desenvolvimento do indivíduo com a interação deste com o meio social. Além disso, a teoria de Vygotsky nos orienta nas discussões sobre a importância dos conceitos espontâneos, a formação de conceitos científicos, o papel do professor como mediador, e como ocorre o desenvolvimento intelectual de um indivíduo. Destacamos duas etapas que foram essenciais para a elaboração da sequência didática: a aplicação do pré-teste, no qual identificamos as necessidades de aprendizagem apresentadas pelos alunos, bem como seus conhecimentos prévios sobre fenômenos da Óptica; e o pós-teste que nos possibilitou verificar se houve uma mudança nos conceitos dos alunos, em relação aos dados do pré-teste. Aplicamos o nosso trabalho em uma turma da rede de ensino particular de Belo Horizonte. Os resultados que obtivemos apontam uma apropriação de conceitos científicos pelos alunos. Dados observacionais mostram uma melhora das habilidades de comunicação e auto-estima dos alunos.

Palavras-chave: Educação de Jovens e Adultos. Sequência didática. Vygostky.  
Ensino de física. Óptica.

## ABSTRACT

The product of this dissertation is a didactic sequence for teaching adults about optics at high school level, with activities based on alternative methodologies. The sequence incorporates teaching strategies such as video exhibition, reading and discussion of science popularization papers, demonstrations and reconstruction of experiments. The proposal takes into account the curricular changes suggested by the Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM), i.e., physics education should provide a basic understanding about Science and Technology, as well discuss issues related to citizenship. Thus, we contextualize physics concepts to everyday phenomena, developing the student's intellectual autonomy and critical reasoning. In this sense, we use the sociohistorical theory of Vygotsky as a reference, as it associates the apprenticeship and the individual's development with his social interaction. In addition, Vygostky's theory guided us through the discussion about the importance of spontaneous concepts, the development of scientific concepts, the teacher's role as mediator, and how the intellectual development of an individual occurs. Two activities were essential for the elaboration of the didactic sequence: the pre-test questionnaire, identifying the students' needs, as well as their spontaneous concepts about optics; and the post-test questionnaire, making it possible to verify if a conceptual change takes place. We applied our proposal in an adult education classroom from a private school in the city of Belo Horizonte. The results demonstrate the appropriation of scientific concepts by the students. Observational data show an improvement of students' language skills and self-esteem.

**Keywords:** Physics Education. Optics. Adult Education. High School. Didactic sequence. Vygostky.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

DCNEJA – Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação de Jovens e Adultos

DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

EJA – Educação de Jovens e Adultos

ENCCEJA – Exame Nacional de Certificação de Competências de Jovens e Adultos

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

FRM – Fundação Roberto Marinho

GRAF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física

IBEG – Instituto Brasileiro de Educação e Gestão

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação e Cultura

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 Educação de Jovens e Adultos (EJA) .....	12
1.2 A situação do ensino de física e o professor .....	16
1.3 Experiência pessoal .....	19
1.4 Propostas para o ensino de Física na EJA .....	21
1.5 Nossa Proposta .....	25
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>27</b>
2.1 Introdução.....	27
2.2 Aprendizagem e desenvolvimento segundo Vygotsky.....	30
2.3 Formação de conceitos científicos na concepção de Vygotsky .....	32
2.4 O papel da escola e do professor na concepção de Vygotsky.....	33
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>37</b>
3.1 Escolha da sequência de atividades .....	41
3.2 Escolha do conteúdo .....	43
3.3 Uso de questionário pré-teste e pós-teste .....	45
3.4 Uso de vídeos .....	47
3.5 Uso de artigos de divulgação científica .....	47
3.6 Uso de atividades experimentais.....	48
3.7 Uso de discussões .....	49
3.8 Produto.....	50
3.8.1 Carta ao professor.....	52
3.8.2 Objetivos gerais, habilidades e competências.....	53
3.8.3 Procedimentos instrucionais ao uso da cartilha .....	54
3.8.4 Sequência didática .....	55
<b>4 APLICAÇÃO DO PRODUTO</b> .....	<b>65</b>
4.1 Introdução.....	65
4.2 População pesquisada.....	65
4.3 EJA no colégio Rui Barbosa .....	66
4.4 Aplicação da sequência didática .....	67
4.4.1 Estratégia 1: Aplicação e análise do pré-teste .....	68
4.4.2 Estratégia 2: Apresentação das tele-aulas e discussão das questões do questionário.....	80
4.4.3 Estratégia 3: Leitura de artigos de divulgação científica .....	83
4.4.4 Estratégia 4: Debate entre os alunos sobre os textos e artigos de divulgação científica .....	84
4.4.5 Estratégia 5: Construção de experimentos.....	85
4.4.6 Estratégia 6: Apresentação dos experimentos .....	88
4.4.7 Estratégia 7: Aplicação do pós-teste .....	89
4.4.8 Análise do pós-teste .....	90
4.4.9 Discussão dos resultados.....	98

**5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 101**

**REFERÊNCIAS..... 104**

## 1 INTRODUÇÃO

A educação vai se impondo cada vez mais como um fator indispensável para a “sociedade do conhecimento”, nestes tempos de grandes mudanças e inovações nos processos produtivos. Vivemos em uma sociedade constituída por três fatores que influenciam diretamente no desenvolvimento educacional: as revoluções tecnológicas, as inovações produtivas e a imensa evolução na área da informação.

Ao analisarmos a formação de uma sociedade, percebemos que um dos seus principais pilares de formação é a educação. Assim, não podemos falar em sociedade sem destacar a importância da educação na formação da cidadania. As pessoas que almejam conquistas vêem na educação uma maneira de se inserir na sociedade do conhecimento. A educação proporciona uma formação sócio-cultural que permite ao cidadão fazer parte de um processo evolutivo, o qual pode propiciar novas escolhas e conseqüentemente muitas oportunidades, favorecendo realizações profissionais e pessoais, as quais antes eram tidas como algo distante de sua vida. A educação, portanto, representa esta busca pelo conhecimento, como uma necessidade no processo evolutivo do ser humano.

Ao ressaltarmos a importância da educação em nossa sociedade, concordamos com Freire ao dizer que “outro saber de que não posso duvidar um momento sequer na minha prática educativa - crítica é o de que, como experiência especificamente humana, a educação é uma forma de intervenção no mundo”. (FREIRE, 1996, p.98).

Assim, o ser humano, além de fazer parte da sociedade, quer também conquistar uma formação que lhe permita fazer inferências no meio em que vive. É neste contexto que encontramos jovens e adultos nessa busca pelo conhecimento. A educação possibilita ao indivíduo retomar seu potencial, desenvolver habilidades, confirmar competências adquiridas na educação extra-escolar. Desta maneira, esses cidadãos poderão questionar e compreender os fenômenos inerentes ao mundo em que vivemos, e até mesmo contribuir com novas ideias.

## 1.1 Educação de Jovens e Adultos (EJA)

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) representa uma promessa em efetivar um caminho de desenvolvimento escolar para pessoas de todas as idades. Nela, adolescentes, jovens, adultos e idosos podem adquirir conhecimentos, mostrar habilidades, trocar experiências e ter acesso a novas oportunidades de trabalho e cultura.

Segundo os Parâmetros Nacionais Curriculares (PCN) (BRASIL, 2000), o processo educativo no Ensino Médio, assim como na EJA, é considerado essencial para o exercício da cidadania, desenvolvimento pessoal, inferências evolutivas e a plena inserção na sociedade do conhecimento. Neste contexto, segundo o artigo 22 da Lei nº 9.394/96, o processo educativo *“tem por finalidade desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”*. (BRASIL, 2000).

Como educadores damos início ao processo de inserção do cidadão na sociedade ao inovarmos a nossa prática educativa escolar. Essa mudança em nossa prática educativa deve atender a proposta curricular para a Educação de jovens e adultos, que busca a formação como elemento de desenvolvimento social. Essa proposta curricular é formada a partir das orientações dos PCN que

cumprem o duplo papel de difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor, na busca de novas abordagens e metodologias. Ao distribuí-los, temos a certeza de contar com a capacidade de nossos mestres e com o seu empenho no aperfeiçoamento da prática educativa. Por isso, entendemos sua construção como um processo contínuo: não só desejamos que influenciem positivamente a prática do professor, como esperamos poder, com base nessa prática e no processo de aprendizagem dos alunos, revê-los e aperfeiçoá-los. (BRASIL, 2000, p.4)

Essa proposta tem como principal objetivo melhorar o processo de aprendizagem dos alunos, e para que esse objetivo seja alcançado, cabe ao professor conscientizar-se de que a reforma curricular é necessária, iniciando a prática de ações que estejam diretamente relacionadas com as mudanças. Essas ações podem ser consideradas, por exemplo, como o aperfeiçoamento da prática educativa do professor, pois, este é responsável pela busca de novas metodologias

de ensino. Atendendo a essa proposta temos também o Exame Nacional para Certificação de Jovens e Adultos (ENCCEJA) que:

[...] procura avaliar para certificar competências que expressam um saber constituinte, ou seja, as possibilidades e habilidades cognitivas por meio das quais as pessoas conseguem se expressar simbolicamente, compreender fenômenos, enfrentar e resolver problemas, argumentar e elaborar propostas em favor de sua luta por uma sobrevivência mais justa e digna. (BRASIL, 2002, p.28).

Neste contexto ressaltamos a importância de serem utilizadas novas metodologias de ensino, as quais darão suporte ao professor para que o mesmo consiga desenvolver as habilidades e competências propostas em seus alunos.

Devemos ressaltar que além do professor, a escola também exerce um papel importantíssimo nesse processo. É através dela que o professor encontrará suporte para estar introduzindo seus alunos às novas evoluções científicas e tecnológicas. Entretanto, sabemos que durante esse contato entre professor/aluno/conhecimento encontramos muitos obstáculos, como por exemplo, a falta de interesse, de curiosidade, de envolvimento dos alunos, o que prejudica o desejo de aprender.

Neste contexto, nos perguntamos “O que despertaria em um Jovem ou Adulto o desejo de voltar a estudar e a aprender?” Considerando que este já possui uma vida que depende do seu trabalho, incluindo seus direitos e deveres, voltar a estudar para estes jovens, seria um desejo ou uma necessidade?

Pela necessidade em mudar, na qual o valor social dado à escola é essencial, muitos Jovens e Adultos voltam a estudar e tentam aprender algo que não foi possível até o presente momento. Em uma tentativa de acompanhar as inúmeras mudanças do mundo em que vivemos, mudanças que são estabelecidas pela evolução da ciência e da tecnologia, essas pessoas buscam através da escola uma oportunidade de se integrarem a esse mundo inovador. Segundo Pietrocola (2005):

O cotidiano gera desafios ao entendimento muito diferentes daqueles de cinquenta anos, quarenta, ou mesmo dez anos atrás. A influência cada vez maior da tecnologia no nosso dia-a-dia exige habilidades e atitudes que precisam ser aprendidas na escola. Hoje ser alfabetizado cientificamente e tecnicamente é uma necessidade do cidadão moderno. (PIETROCOLA, 2005, p.15).

A decisão em retomar os estudos requer muito comprometimento, disposição e realmente o desejo de aprender. Segundo Freire: “*mudar é difícil, mas é possível*”.

(FREIRE, 1996, p.79). Na busca por melhores oportunidades de trabalho e melhores condições de vida, os jovens e adultos demonstram compromisso e dedicação para alcançar uma formação sólida. É neste momento que nós educadores temos a tarefa de fazer uma conexão entre esse novo mundo e essas pessoas. Gradativamente, através do ensino, é possível fazer com que essas pessoas comecem a identificar esse mundo, reconhecendo as coisas ao seu redor e seu caráter científico. Por isso, acreditamos que a Educação de jovens e adultos é uma educação que não se restringe aos espaços e tempos escolares, ela se caracteriza por constituir-se especialmente de uma relação íntima com o mundo em que se vive.

Alves e Dimenstein (2003) discutem o papel da escola na formação do aluno. Eles relacionam a escola e seus conteúdos com uma caixa contendo um presente. Ao descreverem a “caixa”, neste caso, a escola da década de 1960, podemos concluir que, considerando o tempo que passou a escola não sofreu tantas mudanças e o pior nem mesmo o “presente”, ou seja, nem os conteúdos contidos naquela caixa mudaram.

Podemos apontar esta falta de contextualização entre o que é ensinado na escola e o que está presente no cotidiano dos alunos, como um dos fatores responsáveis pela atual situação da educação. Acreditamos que a escola, em particular, tem um papel fundamental na elaboração da nossa visão de mundo. Ela não pode ser separada do mundo em que o aluno vive, ela deverá fazer parte dele, para que este perceba que o conhecimento adquirido na escola, faz parte da sua vida, e que poderá fazê-lo entender-se melhor neste mundo.

Percebemos que a conexão entre a escola, a sala de aula e o mundo em que o aluno vive, está diretamente relacionada com o envolvimento e a curiosidade do aluno em aprender algo novo, algo que de fato faça sentido e tenha uma aplicação dentro do seu mundo.

Segundo (BRASIL,1996) a educação escolar tem como dever vincular-se ao mundo do trabalho e da prática social do aluno. Ela estabelece que deve ser oferecido ao aluno em uma mesma modalidade, habilidades que até então eram dissociadas, mas que são de extrema importância para que tenhamos um processo evolutivo da educação. Segundo as Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, essas habilidades são:

[...] a formação da pessoa, de maneira a desenvolver valores e competências necessárias à integração de seu projeto individual ao projeto da sociedade em que se situa; o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; a preparação e orientação básica para a sua integração ao mundo do trabalho, com as competências que caracterizam a produção no nosso tempo; o desenvolvimento das competências para continuar aprendendo, de forma autônoma e crítica, em níveis mais complexos de estudos. (BRASIL, 2000, p.10).

Desta forma reforçamos a importância de estarmos sempre desenvolvendo com nossos alunos um aprendizado contextualizado. Aprendizado que faça sentido para o aluno, permitindo-lhe relacionar os conhecimentos adquiridos no meio escolar com seu cotidiano.

Acreditamos ser de fundamental importância destacar também que o ensino da EJA apresenta várias peculiaridades, o que proporciona um ambiente educacional bastante heterogêneo. Inicialmente mencionamos o tempo, uma das mais importantes variáveis nesse processo, que deve ser considerado em qualquer didática a ser aplicada. Sabemos que em uma escola na qual o ensino é regular, o aluno deverá cursar cada série em um ano letivo correspondendo a doze meses. Porém, na EJA este tempo é reduzido pela metade, ou seja, o ano letivo corresponde a seis meses. Por isso sabemos que, além de tentarmos buscar algo inovador que desperte a curiosidade e o envolvimento do aluno contribuindo para o seu aprendizado, também devemos estar atentos à programação, para alcançarmos um aprendizado efetivo, dentro do tempo destinado ao mesmo.

Outra variável a ser considerada no ensino da EJA é a faixa etária dos alunos. Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos, Resolução CNE/CEB nº1,5 de julho, estabelece que:

[...] a identidade própria da Educação de Jovens e Adultos considerará as situações, os perfis dos estudantes, as faixas etárias e se pautará pelos princípios de equidade, diferença e proporcionalidade na apropriação e contextualização das diretrizes curriculares nacionais e na proposição de um modelo pedagógico próprio [...]. (BRASIL, 2000).

Temos um público muito diversificado, formado tanto por alunos pertencentes a uma faixa etária de 16 a 20 anos de idade, quanto por aqueles acima de 40 anos. Podemos perceber que, em virtude da diferença de idade, às vezes, os objetivos dos alunos também são diferentes. Alguns acima de 40 anos, que são considerados “pais de família”, se contentam em apenas concluírem o Ensino médio, ao contrário

dos demais que buscam ingressar na universidade, conquistando também uma formação superior.

No trabalho de Krummenauer (2010), motivado pela percepção da heterogeneidade de suas turmas da EJA, foi realizada uma pesquisa para saber dentre seus alunos, quais almejavam ingressarem no Ensino superior. A análise dos resultados indica que apenas 20% desses alunos tinham esse interesse.

Além disso, temos também outra variável que também contribui para essa heterogeneidade, e que está diretamente relacionada com o nível de conhecimento de cada aluno, que é o tempo sem estudar.

Assim, como em qualquer outra área da educação, a EJA apresenta alguns fatores favoráveis a seu progresso, como também apresenta alguns obstáculos para que isso ocorra. Entretanto, quando nós educadores nos envolvemos com essa modalidade percebemos a existência de alguns caminhos alternativos que podem ser seguidos para que, possamos contribuir cada vez mais com a melhoria da Educação de jovens e adultos.

## **1.2 A situação do ensino de física e o professor**

O Artigo 35 da Lei de Diretrizes e Bases de 1996 (LDB), destaca as finalidades do Ensino médio, ressaltando que esse nível de ensino deve ser entendido como a etapa final da Educação básica. Assim, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) assumem um novo papel: “*a formação geral em oposição à formação específica*”, e isso implica em uma reorientação nos objetivos do ensino de Física. Para efetuar essa reorientação o professor deverá trabalhar o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico do aluno.

Essa proposta de mudança curricular no ensino representa um dos pontos centrais dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e de suas Orientações Complementares (PCN+). Os PCN sugerem que essa reforma curricular deve ser orientada de modo que seja possível desenvolver conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a

uma cultura geral e a uma visão de mundo.

Ricardo (2007) em seu trabalho apresenta e discute resultados relacionados à compreensão e concepção dos alunos sobre a Física ensinada nas escolas, com o objetivo de elaborar um cenário de investigação para futuros professores que desejam desenvolver novas estratégias de ensino. Neste trabalho os saberes educacionais e as práticas educativas são questionados. Durante a pesquisa foi analisada a relação entre a Física e a Matemática, e entre a física escolar, o cotidiano e a tecnologia. Como instrumento de coleta de dados o autor aplicou um questionário com cinco questões discursivas, as quais foram respondidas por alunos do Ensino médio da rede pública.

Ao fazer a análise dos dados da sua pesquisa, o autor descobriu que 45% dos alunos responderam gostar de aprender física, entretanto Ricardo destaca que esse resultado inicialmente razoável, esconde que um terço das respostas é justificado pelo fato de gostarem de fazer contas. Em consequência desse fato, através de dados coletados em outras respostas, foi possível identificar que os alunos não diferenciam bem a Física da Matemática. O autor atribui o fato de os alunos acreditarem que a Física se resume em aplicação de fórmulas e resolução de exercícios, como responsabilidade do professor. Segundo ele, os professores não estabelecem uma relação clara e diferenciada ao ensinar Física ou Matemática. Outra justificativa seria a forma como alguns livros didáticos apresentam a Física, diretamente relacionada à aplicação de fórmulas.

Ao analisar os dados referentes aos demais temas: a física escolar, o cotidiano e a tecnologia, ele identificou que 68% dos alunos responderam de forma afirmativa ter acesso a um ensino de física que lhes permitissem estabelecer a relação entre esses temas. Entretanto, o autor ressalta que esse dado, pode esconder uma distorção, pois a maioria limitou-se em responder apenas 'sim' ou 'não', apenas a minoria conseguiu exemplificar ou justificar suas respostas.

Em meio a essa situação de ensino sentimos a necessidade de desenvolver um trabalho que busque uma melhoria por meio de mudanças relacionadas nas estratégias de ensino. Essas mudanças são direcionadas tanto para os alunos quanto para os professores, pois como já declaramos aqui, muitos alunos possuem uma visão equivocada a respeito da Física. Essa visão é devido a uma concepção de ensino que, na maioria das vezes, o aluno adquire através das práticas exercidas pelos educadores. Neste contexto, concordamos com Mendes *et al*, ao ressaltar a

forma com que a Física tem sido ministrada pelos professores:

É fato que muitas vezes o ensino da Física no Ensino Médio tem sido ministrado de forma simplista e mecânica, não havendo motivação quanto aos temas abordados nem a conexão com o cotidiano, o que acarreta aversão à disciplina por boa parte dos alunos. Esta aversão faz com que ocorra um baixo rendimento dos alunos na disciplina, bem como uma imagem errônea e negativa a respeito desta ciência e, conseqüentemente, dos profissionais que a exercem. (MENDES et al, 2007, v.17, p.01)

Por isso, para que possamos conquistar essa mudança no ensino da Física, temos que contar principalmente com uma postura inovadora dos professores, que devem sentir a necessidade e o desejo de buscar novas metodologias de ensino, as quais lhes ofereçam estratégias que envolvam seus alunos, deixando de lado aquela maneira 'ultrapassada' de ensinar física somente através das fórmulas e cálculos, abrindo mão dos conceitos e aplicações. Os benefícios trazidos juntamente com essas mudanças são vários, oferecendo aos nossos alunos um ensino de física contextualizado, permitindo a eles adquirir conhecimentos e desenvolver habilidades através das estratégias utilizadas. Acreditamos que, dessa maneira, conseguiremos mudar gradativamente a atual realidade do ensino de Física. Assim, formaremos alunos que possuem visão crítica sobre e um olhar investigativo os fenômenos que os rodeiam, constituindo uma formação que lhes permite compreender, relacionar e aplicar os conhecimentos adquiridos na escola em sua vida, no seu cotidiano. Essa formação do aluno faz parte da reforma curricular estabelecida pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) que diz que

[...] a aprendizagem na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias indica a compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos, para explicar o funcionamento do mundo, bem como planejar, executar e avaliar as ações de intervenção na realidade. (BRASIL, 2000, p.20).

Entretanto, percebemos que a atual situação de ensino é algo que engloba uma esfera muito maior, composta por vários fatores, que a princípio comprometem a reforma curricular sugerida. Neste sentido, podemos citar as más condições do espaço físico das salas de aula, a falta de laboratórios nas escolas, a falta de base matemática dos alunos, além do baixo salário dos professores.

Considerando que o professor busca sempre apresentar uma aula com qualidade, bem planejada, o que irá refletir em um aprendizado efetivo, não podemos deixar de destacar que o baixo salário é um fator que agrava a situação do

ensino. Pois, se professor não é remunerado de forma justa, ele se vê obrigado a trabalhar vários turnos para conseguir alcançar um salário que seja suficiente para o seu sustento, diminuindo drasticamente o tempo disponível para planejar suas aulas. Desta maneira, concordamos com Souza ao afirmar que “...os baixos salários, em decorrência de um processo histórico de desvalorização do profissional da educação, que obriga o professor à dupla ou tripla jornada de trabalho e praticamente inviabiliza sua participação, e o acúmulo de funções [...] (SOUZA, 2006, p.304)

Neste contexto, é compreensível que o ensino de Física se resuma em um amontoado de fórmulas e cálculos. Em meio a esse desentendimento, temos uma disciplina caracterizada por um índice de reprovação cada vez maior, tornando-se cada vez mais “mistificada” pelos alunos como uma disciplina muito difícil de aprender.

Como educadores percebemos durante nossa prática que infelizmente os problemas encontrados relacionados ao ensino são inúmeros. Às vezes nos deparamos com situações extremas, em que não temos nenhum suporte. Entretanto, temos como propósito buscar situações alternativas que nos possibilitem desenvolver um aprendizado de qualidade junto aos nossos alunos.

Neste contexto, visando melhorias para o ensino de Física, sentimos a obrigação em fazer algo no sentido de contribuir para mudá-la. Acreditamos que a participação do professor é um fator importantíssimo para conseguirmos iniciar esta mudança, é através dele que podemos apresentar e aplicar novas metodologias de ensino que despertem nos alunos o desejo de aprender física. E através da física, ser capaz de oferecer ao aluno uma formação científica, ética e cultural que lhe permita exercer seus direitos e deveres enquanto cidadão.

### **1.3 Experiência pessoal**

A escolha do tema desta dissertação justifica-se na minha experiência pessoal como aluna e como professora de física a EJA. Com o desejo de desenvolver um trabalho na área de Ensino de física, resolvi conciliar a minha experiência pessoal para a realização do mesmo, uma vez que pude perceber as necessidades dos

alunos EJA de ângulos distintos. Assim, o enfoque no Ensino de física à EJA se justifica na percepção de que essa área necessita de contribuições e ideias inovadoras que possam promover mudanças na sua situação atual.

Para um educador que deseja desenvolver um trabalho que contribua de alguma maneira com o ensino, essa é uma área muito motivadora. Eu poderia citar inúmeros atrativos que poderiam ser considerados os motivadores responsáveis pela minha escolha, entretanto, devo admitir que o maior deles com certeza foi o desafio do recomeço. Para muitos alunos, a EJA representa um recomeço de vida, um momento muito esperado que enfim tornou-se possível.

Em meio a esse recomeço surgem vários desafios que são superados pelo imenso desejo de aprender, acreditar que ainda dá tempo, mesmo estando muito tempo longe da escola, tendo dificuldade até mesmo em conceitos primários como, por exemplo, as quatro operações básicas. Esse é o diferencial que se destaca nos alunos da EJA.

Outro fator que motivou a minha escolha foi a concepção do ambiente escolar, o respeito e a admiração dos alunos EJA pelo trabalho desenvolvido pelo professor. Para nós educadores, que trabalhamos com alunos regulares e EJA, conseguimos observar que os valores relacionados à escola, ao professor, e à educação como um todo, são bem distintos dos demais.

É importante ressaltar que mesmo com esses motivadores, temos consciência de que trabalhar na EJA, não é tão simples. Temos um ambiente de ensino muito heterogêneo, constituído por diferentes faixas etárias, tempo sem estudar, nível de dificuldade, ou seja, são muitos os fatores que exigem bastante comprometimento com o aprendizado tanto dos professores quanto dos alunos.

Outro fator motivador em desenvolver um trabalho na EJA é a constante troca de experiências. Quando analiso uma turma percebo o quanto ela é heterogênea, não só pelos fatores já citados, mas também pelas experiências trazidas pelos alunos que proporcionam um ambiente riquíssimo de trabalho. Este ambiente permite ao professor explorar a troca de experiências, diferentes contribuições e pontos de vista dos alunos ao apresentar um determinado conteúdo. Isso enriquece bastante a aula, além de envolver os alunos no processo de ensino e aprendizagem, o que é muito importante.

Valorizo este relacionamento de diálogo que o professor deve estabelecer com o aluno, e sempre tento colocá-lo como um fator fundamental dentro de sala, e

o resultado tem sido excelente. Desta maneira, consigo construir com eles uma relação em que somos sujeitos da aprendizagem.

Assim, considero esta prática um trabalho muito gratificante, estar transmitindo conhecimentos e ao mesmo tempo estar aprendendo com esses alunos é algo que me incentiva cada vez mais em acreditar que por meio da minha prática como educadora, eu consiga contribuir com a formação dos alunos da EJA.

O interesse em desenvolver esse trabalho, se justifica quando percebo que a EJA fez parte da minha vida acadêmica. Eu também tive que abandonar meus estudos para trabalhar durante um período. Ao retomar meus estudos, voltei para a escola e me matriculei na EJA. Por ter sido aluna da EJA e ter enfrentado seus vários problemas, presentes ainda hoje, me sinto no dever de contribuir de alguma forma com a Educação de jovens e adultos.

A minha experiência como aluna da EJA foi muito boa, contei com o apoio de excelentes professores, aprendi muito com professores e colegas, mas também encontrei algumas dificuldades. Vale à pena mencionar que o principal fator que limitava em muito o nosso aprendizado estava relacionado com a falta de liberdade para questionamentos sobre o conteúdo exposto, ou seja, o professor se preocupava apenas em transmitir o conteúdo sem se interessar em abrir espaço para discuti-lo com os alunos. A importância deste espaço para discussão é bastante ampliada na EJA, uma vez que os alunos trazem uma bagagem enorme de experiência de vida.

Acredito que minha experiência com a EJA é muito rica neste sentido, em ter tido oportunidade de estar dos dois lados, antes na condição de aluna e agora na condição de professora. Por isso, me sinto na posição de fazer algo diferente, que possa realmente contribuir com essa modalidade de ensino.

#### **1.4 Propostas para o ensino de Física na EJA**

Ao fazer uma pesquisa sobre os trabalhos existentes na área de Ensino de física para a Educação de jovens e adultos, descobrimos que estes são poucos. Em virtude disso, consideramos esse dado como mais um fator que justifica a elaboração deste trabalho.

Embora os trabalhos encontrados apresentem diferentes enfoques e metodologias, todos têm um objetivo em comum, ou seja, melhorar a qualidade do Ensino de física na EJA, por meio de um ensino contextualizado buscando um aprendizado que faça sentido para os alunos.

No trabalho de Costa (2008) é apresentada uma proposta para o ensino de Eletricidade a alunos da EJA, utilizando-se várias estratégias, entre elas destacamos o uso de demonstrações experimentais e a relação do conteúdo com o cotidiano. Segundo Costa:

Percebemos que a utilização da demonstração experimental e a relação feita entre o aprendizado desse aluno com o cotidiano, constituem em uma estratégia de ensino de física. Para a utilização dessa estratégia de ensino é fundamental: a motivação, os conhecimentos prévios, seus interesses, tudo deve ser considerado e aproveitado em todas as etapas de ensino e aprendizagem. (COSTA, 2008, p.14).

Costa (2008) buscou proporcionar a seus alunos uma formação básica em Ciência e tecnologia, discutindo questões relacionadas à cidadania. Para o desenvolvimento do seu trabalho, o autor se apoiou na pedagogia de Paulo Freire e nas competências e habilidades propostas pelo ENCCEJA. O produto educacional elaborado consiste em um conjunto de atividades que foram desenvolvidas pelos alunos, durante o curso, tendo por base a releitura e aplicação de textos publicados pelo ENCCEJA, pelo GREF e a utilização de cartilhas da ANEEL e da CEMIG. Os resultados de um questionário aplicado sobre os temas abordados foram bastante satisfatórios.

O trabalho de Ferreira (2005) consiste na elaboração e aplicação de um curso de Física das radiações, com ênfase em suas aplicações, para jovens e adultos. Nesse trabalho a autora mostra como os alunos da EJA desconhecem o conceito de radiação e, além disso, constata-se que esses alunos possuem muito medo da radiação. Eles têm consciência de alguns danos da radiação à saúde, mas infelizmente não sabem que a radiação é responsável pelo funcionamento de muitas tecnologias que estão à nossa disposição.

A partir dessa problemática a autora propõe uma nova metodologia de ensino de Física, que proporcione a seus alunos um aprendizado significativo. Para tal, a autora indica como estratégia de ensino a utilização de textos e revistas de divulgação científica:

Usamos revistas de divulgação científica como textos bases do curso elaborado, pois acreditamos que a familiaridade dos alunos com este tipo de leitura contribua para a formação de pessoas curiosas, que se vejam incompletas quanto ao conhecimento e que busquem este nos mais diversos veículos de comunicação. (FERREIRA, 2005, p.4).

Através da utilização de artigos de divulgação científica, textos complementares, entrevistas e outras estratégias, Ferreira consegue obter bons resultados, destacando grandes ganhos conceituais desses alunos a respeito da radiação.

Nessa perspectiva, concordamos com a autora quando esta ressalta que o dever da escola não consiste em apenas trabalhar a formação profissional desse aluno, mas também a importância de sua formação enquanto cidadão, apresentando algumas visões de cidadania e como as mesmas estão relacionadas ao ensino de Física. Assim,

também pretendemos com este trabalho estudar formas de tornar essas aulas mais agradáveis e significativas, fazer com que elas contribuam de fato para a formação de uma cultura científica tão necessária para o real exercício da cidadania. Esperamos que esse trabalho ajude no processo de formação de pessoas capazes de interpretar e se colocar no mundo, capazes de compreender as relações sociais e política das quais fazem parte, e, é claro, capazes de enxergar a beleza da ciência física, tão presente e fundamental na sociedade atual [...] (FERREIRA, 2005, p.10).

Na sua investigação, Espíndola (2006) aborda a física de maneira contextualizada e descreve uma metodologia para EJA através de projetos didáticos, adotando como principal referência a pedagogia dialógica e problematizadora de Paulo Freire. Para enfatizar um ensino significativo, ela utiliza como referencial teórico a Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, que estabelece uma relação direta entre a estrutura cognitiva do aluno e a aquisição de aprendizagem significativa. Para aplicação do seu trabalho a autora desenvolveu um projeto, no qual seus alunos foram divididos em pequenos grupos, que trabalhariam um determinado tema gerador. Ao final do trabalho conclui-se que sua aplicação foi válida e pode ser utilizada por professores que trabalham com o ensino de Física na EJA.

Krummenauer, Costa e Silva (2010) apresentam uma proposta que busca ensinar os conteúdos de física significativamente para os estudantes do Ensino médio e da EJA, por meio da reconstrução do currículo escolar através da

investigação e discussão das contribuições da significação conceitual para o ensino de física desenvolvida a partir de uma Situação de Estudo.

A proposta, que se baseia nos Parâmetros Curriculares Nacionais e adota como referenciais teóricos Paulo Freire e Ausubel, foi aplicada em uma turma de Ensino médio da modalidade EJA, em 2008, em uma escola da rede particular de Porto alegre (RS).

No desenvolvimento do projeto foi feito um levantamento para identificar o perfil de cada aluno, que neste caso, caracterizavam-se por serem trabalhadores do setor coureiro e calçadista na cidade. A partir daí, foi feita a escolha do tema a ser trabalhado: *Cinemática e Dinâmica do movimento circular uniforme*. Segundo os autores do trabalho, a escolha do tema aconteceu a partir dos conhecimentos prévios do grupo de alunos relacionados ao seu contexto profissional. Foi realizada também uma pesquisa para saber a faixa etária dos alunos e qual era o objetivo de cada um, quais deles desejavam cursar o ensino superior.

Nesta etapa, os conhecimentos prévios sobre conceitos básicos de mecânica e de operações matemáticas foram avaliados a partir da aplicação de um teste junto aos alunos. Os autores almejavam trabalhar um ensino que buscasse uma física significativa, relevante para os alunos. Assim, foi trabalhada uma física aplicada e presente ao cotidiano dos alunos.

Foi utilizada como estratégia a construção em grupo de mapas conceituais, que segundo os autores, é fundamental para que seja trabalhada a estrutura organizacional e hierárquica na formação de conceitos. Além disso, os autores destacam que esses mapas conceituais podem ser utilizados como instrumentos de avaliação da aprendizagem.

Em um segundo momento, trabalhou-se durante uma aula, um texto sobre as etapas de produção do couro, seguida por uma visita de campo com os alunos a um curtume. Essa visita foi de fundamental importância para o desenvolvimento desse trabalho, pois, como cada aluno trabalhava em um setor, eles tiveram a oportunidade de verem os alunos explicando cada uma das etapas de produção. Neste momento, os autores destacam a inversão das posições, por se colocarem naquele momento na condição de aprendizes, enfatizando a teoria de Paulo Freire, de que o conhecimento é relativo, e que independente do local onde estejamos, é possível existir um espaço de aprendizagem.

Ao final da aplicação do projeto foi solicitado aos alunos que respondessem

um teste individual abordando conceitos de Mecânica, aplicados e contextualizados ao processo de produção do couro. Os resultados foram satisfatórios, comprovando a eficácia da utilização de uma metodologia que enfoque um conteúdo significativo para os alunos, no qual se destacam a conquista demonstrada pelos alunos, o interesse e o prazer de se aprender física.

### **1.5 Nossa Proposta**

Em meio a um contexto de ensino nada motivador, constituído por um alto índice de reprovação, no qual a Física geralmente é conhecida pelos alunos por ser uma parte ‘chata’ dos estudos, a qual eles se vêem obrigados a cursar gostando ou não, sentimos a necessidade de apresentar uma proposta que busque um ensino de física contextualizado, caracterizado pelo interesse e o envolvimento do aluno.

O desinteresse dos alunos pode ser um dos fatores que mais contribui para que os mesmos continuem tendo essa visão do ensino de Física. Por isso tentamos fazer algo que inicialmente desperte a curiosidade do aluno, para, a partir deste ponto, trabalhar a questão do comprometimento, envolvendo-o com a Física, e finalmente almejar a oportunidade de percebermos em nossos alunos o desejo de aprender através de um ensino contextualizado, que faça sentido para eles.

Acreditamos que essa mudança na concepção do ensino de Física é algo que deve ser construído durante o processo de aprendizagem do aluno. Sabemos que essa mudança não é simples e não oferecerá um retorno imediato, mas sim a longo prazo. Por isso, teremos que assumir uma postura decisiva ao fazer parte dessa mudança, pois, ela está vinculada a busca por novas metodologias e estratégias, as quais estão diretamente relacionadas com o desejo do educador em contribuir de alguma maneira para mudar essa concepção dos alunos.

Essa mudança de postura está diretamente relacionada com a reforma curricular estabelecida pelos Parâmetros Nacionais Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM), quando afirma que

a aprendizagem de concepções científicas atualizadas do mundo físico e natural e o desenvolvimento de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas é finalidade da área, de forma a aproximar o educando do trabalho

de investigação científica e tecnológica, como atividades institucionalizadas de produção de conhecimentos, bens e serviços. (BRASIL, 2000, p.20).

Ciente das mudanças sugeridas pelos PCNEM e das inúmeras dificuldades apresentadas pelos alunos, propomos a elaboração de uma proposta de ensino composta por uma sequência de estratégias para o ensino de Óptica a alunos da EJA, que podem ser utilizadas pelo professor como um material de apoio durante as aulas de física.

Cada uma das estratégias utilizadas constitui uma etapa no processo de aprendizagem, e foram selecionadas seguindo critérios estabelecidos pelas necessidades apresentadas pelos alunos. A sequência didática consiste em estratégias de ensino como exibição de vídeos, leitura de artigos de divulgação, reconstrução de experimentos, demonstração e discussões em grupo. Embora essas estratégias sejam aplicadas por etapas, ao final da aplicação temos a junção das mesmas fechando um ciclo, constituindo assim, um guia, composto por uma sequência didática de atividades.

Nesta proposta buscamos um ensino de física contextualizado, contribuindo assim, com a formação de um aluno com autonomia intelectual e o pensamento crítico. Neste contexto, escolhemos como referencial teórico a abordagem histórico-cultural de Vygotsky (2001), que inter-relaciona o aprendizado e conseqüentemente o desenvolvimento do indivíduo com a interação deste com o meio social no qual está inserido. Além disso, a teoria de Vygotsky(2001) nos orientou nas discussões sobre a importância dos conceitos espontâneos, a formação de conceitos científicos, o papel do professor como mediador, e como ocorre o desenvolvimento intelectual de um indivíduo. O referencial teórico é discutido no próximo capítulo.

No capítulo 3 apresentamos a metodologia utilizada na elaboração da sequência didática, seguida, no capítulo 4, pela descrição da aplicação da proposta e análise dos dados coletados nos questionários pré- e pós-teste. Nas considerações finais, capítulo 5, avaliamos o produto educacional e sugerimos adaptações para a sua melhoria.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Introdução

Escolhemos como referencial teórico para nosso trabalho a teoria de Lev S. Vygotsky (1896-1934). Vygotsky nasceu na Bielo-Rússia, estudou Direito, Filologia e Medicina, e lecionou Literatura, Psicologia e Pedagogia. Fundou um grupo de estudo o qual elaborou propostas teóricas inovadoras sobre a relação entre pensamento e linguagem, a natureza do processo de desenvolvimento da criança e o papel da instrução no desenvolvimento. (VIGOTSKI; LURIA; LEONTIEV, 2001)

O nosso trabalho consiste em desenvolver uma proposta de ensino de Física que possa contribuir com o processo de aprendizagem dos alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Essa modalidade de ensino se diferencia das demais modalidades em vários aspectos. Um deles está relacionado ao perfil dos alunos, que por algum motivo possuem uma defasagem em relação à faixa etária escolar, apresentando assim, muita dificuldade em aprender. Em muitos casos, os alunos retomam seus estudos após cinco, dez ou vinte anos longe da escola. Assim, considerando a realidade desta modalidade de ensino, sabemos o quanto é importante trabalhar a questão da formação de conceitos, que constitui uma importante etapa no processo de aprendizagem.

A relação entre o aprendizado e a formação sócio-cultural do indivíduo está presente na teoria de Vygotsky (1984), pois segundo ele o desenvolvimento humano, o aprendizado e as relações entre o desenvolvimento e aprendizado estão diretamente relacionados. Assim,

Vygotsky enfatiza, em sua obra, a importância dos processos de aprendizado. Para ele, desde o nascimento da criança, o aprendizado está relacionado ao desenvolvimento e é 'um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas'. (VYGOTSKY, 1984, p.101)

Neste contexto, pretendemos desenvolver um trabalho que contribua não só com a formação de conceitos, mas com o resgate de uma educação que relacione o cotidiano dessas pessoas com a sua vida escolar. Ao desenvolver um trabalho que

estabeleça essa relação, estaremos contribuindo, por meio da formação escolar, com o desenvolvimento sócio-cultural dos alunos, promovendo a formação de um cidadão com pensamento crítico, que saiba compreender sua relação com o ambiente sócio-cultural em que vive.

Nesta perspectiva educacional, buscamos desenvolver uma proposta de ensino e aprendizagem que possa despertar no aluno processos internos que estejam relacionados com a sua formação científica, tecnológica e social. Segundo Oliveira, *“a concepção de que é o aprendizado que possibilita o despertar de processos internos do indivíduo liga o desenvolvimento da pessoa à sua relação com o ambiente sócio-cultural em que vive [...]”* (OLIVEIRA, 1997, p.58).

A teoria de Vygostky (1984) possui elementos de uma abordagem histórico-cultural que pode auxiliar na proposta de mudança curricular sugerida pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, que apresenta como um dos seus principais objetivos, oferecer ao aluno uma formação que lhe permita compreender o mundo em que vive, estabelecendo relações entre o cotidiano e o conhecimento científico, sendo desta forma capaz de fazer inferências sobre situações de sua vivência, adquirindo assim, capacidades mentais específicas.

Nesta concepção, o aprendizado se torna um fator de extrema importância para um bom convívio social. *“O ser humano cresce num ambiente social e a interação social com outras pessoas é essencial ao seu desenvolvimento”*. (OLIVEIRA, 1997, p.57). Estabelecendo uma relação com o aprendizado escolar, mais especificamente da EJA, percebemos que o convívio social se destaca como um fator de grande importância na formação dos alunos. Ao adquirir um bom aprendizado, os alunos adquirem auto-estima, demonstram convicção dos conhecimentos adquiridos, e evoluem na maneira de se comunicarem, tornando-se assim, aptos para um bom convívio social.

Entretanto, a busca por um aprendizado que possibilite ao aluno fazer inferências com o meio social, por meio de um pensamento crítico, não é simples. Para tal, é essencial o interesse e o envolvimento do aluno, e por isso, nós educadores devemos ter o compromisso de sempre tentar mostrar o lado bom e prazeroso do aprendizado.

Desta maneira, nosso trabalho está de acordo com a proposta de um referencial teórico no qual a educação está associada com o papel da interação social. Assim, devem-se buscar estratégias alternativas para ensinar física,

buscando estabelecer uma conexão entre o conteúdo ensinado e o mundo vivido pelos alunos. Um ensino de física baseado na “decoreba”, mecanização, ou mesmo aplicação de fórmulas, faz com que esta perca o sentido, tornando-se desinteressante e desmotivando os alunos.

A principal característica da modalidade EJA é o tempo longe da escola, sendo assim, percebemos que uma das maiores dificuldades apresentadas pelos alunos é a retomada, o recomeço. Inicialmente, alguns apresentam a concepção de que deverão ‘abrir mão’ de tudo que foi aprendido até aquele momento, para desta maneira abrir um ‘espaço’ para algo novo que irão descobrir a partir daquela etapa, que constitui um ambiente de aprendizagem. Isso implica no desenvolvimento do processo de aprendizagem desses alunos, pois alguns deles se fecham, não se permitindo fazer parte daquele novo ambiente. Neste momento, acreditamos que cabe ao professor estabelecer um processo de intervenção, colocando a importância de uma mudança conceitual que poderá ocorrer através de um possível aproveitamento da bagagem de conhecimentos trazida pelos alunos da EJA, que ao ser conduzida de forma estratégica pelo professor, poderá contribuir no processo de aprendizagem desse aluno.

Utilizando situações que permitem a aplicação dos conhecimentos prévios ou conhecimentos espontâneos dos alunos, o professor possivelmente conquistará o envolvimento do aluno no processo de aprendizagem. Neste capítulo destacamos como se formam os conhecimentos espontâneos e científicos dentro da concepção vygotskyana. Ciente do papel fundamental que os conhecimentos espontâneos assumem no processo de aprendizagem do aluno, busca-se através da nossa proposta de ensino fazer a junção desses conhecimentos, apresentando os conteúdos de uma forma que valorize o conhecimento prévio. Para Vygotsky (1984) essa junção irá contribuir para a formação de conceitos dos alunos. Por isso, a importância do professor em planejar adequadamente a forma como os conteúdos devem ser abordados.

O aluno ao perceber, que de certa forma, possui um conhecimento, e que o mesmo, poderá ser útil, demonstra muito mais interesse e compromisso com seus estudos, o que contribui de forma considerável com o seu processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, apresentamos algumas ideias da teoria sócio-cultural de Vygotsky (1984) que acreditamos oferecer indicações válidas para a melhoria desse processo. Acreditamos que estaremos contribuindo para a formação de um

cidadão, ciente dos seus direitos e deveres na sociedade, desenvolvendo habilidades e competências que serão aplicadas no seu dia a dia.

## 2.2 Aprendizagem e desenvolvimento segundo Vygotsky

Um dos pilares da teoria de Vygotsky (1984) é a ideia de que o desenvolvimento intelectual de um indivíduo está diretamente relacionado com o seu aprendizado, ou seja, por meio de uma abordagem histórico-cultural, o aprendizado será responsável por construir um desenvolvimento intelectual nos indivíduos.

O desenvolvimento intelectual ocorre através de duas etapas, sendo a primeira no nível social, seguida pelo desenvolvimento no nível individual, sendo, portanto, um processo que se inicia “fora” do indivíduo para dentro deste. A ação realizada por um determinado indivíduo é interpretada pelas pessoas do meio social em que este atua, de acordo com a cultura deste grupo. A interpretação do grupo atribui um significado àquela ação que é internalizado pelo indivíduo, e é a partir deste ponto, que o indivíduo passa a realizar ações individuais, em um processo de desenvolvimento interno. (OLIVEIRA, 1997)

Destacamos desta maneira, a importância do convívio social do aluno, que contribuirá para o seu desenvolvimento intelectual. Mais especificamente, no ambiente escolar podemos destacar as atividades em grupo. Essa interação com o grupo contribuirá para o desenvolvimento individual do aluno, que apresentará um nível de independência relacionada às suas atitudes, percebida por meio do surgimento de iniciativas e decisões individuais.

Na concepção vygotskyana, o aprendizado ocorre através dos níveis de desenvolvimento, que podem ser indicados como nível de desenvolvimento real<sup>1</sup> e nível de desenvolvimento potencial.<sup>2</sup> A característica que distingue estes dois níveis de desenvolvimento é a capacidade de um indivíduo realizar determinadas tarefas. Vygotsky(1984) ressalva que não se deve medir o nível de desenvolvimento intelectual de uma criança pela quantidade de tarefas executadas por ela independentemente, mas sim pelas tarefas que a mesma é capaz de executar com o

---

<sup>1</sup> “Capacidade de realizar tarefas de forma independente”. (OLIVEIRA, 1997, p.59)

<sup>2</sup> Também conhecido como nível de desenvolvimento proximal.

auxílio de um adulto. Estabelecendo uma situação em que tenhamos indivíduos da mesma idade, inseridos em um mesmo processo de aprendizagem, observaremos que esses indivíduos serão capazes de realizar atividades correspondentes a algo que já lhes foi ensinado. Entretanto, para uma situação em que esse indivíduo precisa realizar uma atividade inovadora, a qual exija do mesmo o conhecimento de algo que ainda não foi ensinado, ele deverá contar com o auxílio do professor, para que através desse ele consiga realizar com êxito tal atividade. A partir daí, esse indivíduo passa a ter um nível mais elevado de desenvolvimento intelectual. Nessa perspectiva, para conseguirmos compreender de fato o aprendizado de um indivíduo devemos considerar não apenas o nível de desenvolvimento real, mas também o nível de desenvolvimento potencial de cada um.

Quando o indivíduo necessita da intervenção do outro para executar uma determinada tarefa, temos o desenvolvimento do nível potencial do mesmo. Neste momento, temos a possibilidade de apresentar as maneiras de executar tal tarefa. Neste sentido, Oliveira (1997) destaca que essa possibilidade de alteração no desempenho de uma pessoa pela interferência de outra é fundamental na teoria de Vygotski(1984). Segundo essa teoria, a distinção entre tarefas realizadas de forma independente e as realizadas sob a orientação de outra pessoa, acontece através de uma região denominada zona de desenvolvimento proximal<sup>3</sup> ou imediata.

Enfatizamos a importância da formação desta zona de desenvolvimento proximal, que se destaca por estar diretamente vinculada no desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem, favorecendo assim, o processo de desenvolvimento intelectual dos alunos. É importante ressaltar que pesquisadores do grupo de Vygotsky(1984) investigaram as zonas de desenvolvimento em adultos alfabetizados, semialfabetizados e não alfabetizados, em pesquisas conduzidas em regiões remotas da antiga União Soviética. Os resultados indicaram a existência das zonas de desenvolvimento proximal e real dos sujeitos.

Neste contexto, é essencial que nós, educadores, portadores de um nível de desenvolvimento intelectual mais elevado, tenhamos o cuidado de identificar a zona de desenvolvimento proximal dos alunos, para que, a partir deste ponto possamos buscar estratégias que contribuam para o processo de aprendizado dos nossos alunos. Assim, acreditamos que a troca de experiências entre os alunos seja um

---

<sup>3</sup> “A expressão zona de desenvolvimento proximal define as funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação”. (VYGOTSKY, 1984, p.97)

fator favorável ao processo de ensino e aprendizagem, constituindo uma oportunidade de explorar os diferentes níveis de desenvolvimento encontrados em uma turma, principalmente na heterogeneidade característica da modalidade de ensino EJA.

Ao concordarmos em utilizar a teoria de Vygotsky(1984), temos plena consciência de que para alcançarmos uma educação que prioriza a formação sócio-cultural devemos sempre buscar mudanças, aplicando estratégias inovadoras em nossas práticas educacionais enquanto docentes. Acreditamos que essas estratégias, por estarem diretamente relacionadas ao processo de aprendizagem, principalmente na formação de conceitos, produzirão alterações qualitativas no processo de formação sócio-cultural dos alunos.

### **2.3 Formação de conceitos científicos na concepção de Vygotsky**

A concepção vygotskyana distingue o conhecimento espontâneo e o conhecimento científico em termos de suas características e maneiras de aquisição. Os conceitos científicos são definidos por sua generalidade e organização sistematizada, características que não são encontradas nos conceitos espontâneos. De acordo com Wells, “os conceitos científicos são mais abstratos e gerais” (WELLS, 1994, p.1)

O conhecimento espontâneo está intimamente ligado às experiências do dia a dia, cuja aquisição se baseia no contato da criança com o meio social. Neste sentido, os conhecimentos prévios e as atividades relacionadas ao cotidiano, contribuem para a formação de conhecimentos espontâneos. Por outro lado, para Vygotsky(2001), a construção de conceitos científicos ocorre através de atividades bem planejadas e estruturadas em um ambiente educacional. Para ele essas atividades devem ser aplicadas com o auxílio do professor, que poderá contribuir na formação conceitual dos alunos, por meio de abstrações mais formais e conceitos melhor definidos do que os adquiridos de forma espontânea.

Entretanto, Vygotsky(2001) ressalta a importância da unicidade cognitiva na aquisição desses conceitos, pois

o desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos - cabe pressupor - são processos intimamente interligados, que exercem influências um sobre o outro. [...] independentemente de falarmos do desenvolvimento dos conceitos espontâneos ou científicos, trata-se do desenvolvimento de um processo único de formação de conceitos, que se realiza sob diferentes condições internas e externas, mas continua indiviso por sua natureza e não se constitui da luta, do conflito e do antagonismo de duas formas de pensamento que desde o início se excluem. (VYGOTSKY, 2001, p. 261).

Ciente da relação direta existente entre a junção de conceitos e o aprendizado do aluno, acredita-se que cabe ao educador planejar de forma estratégica a utilização de atividades bem estruturadas que permitam a junção entre os conhecimentos espontâneos e científicos. A realização dessas atividades tem a função de interferir na zona proximal de desenvolvimento dos alunos promovendo a junção dos conhecimentos. A utilização de atividades em que o aluno deverá apresentar o conhecimento de conceitos formais deverá ser promovida de forma motivadora, buscando sempre o seu envolvimento. Acreditamos que essa motivação surge durante a 'valorização e ou utilização' dos conhecimentos espontâneos trazidos pelos alunos. Percebemos o envolvimento dos alunos, principalmente na modalidade EJA, quando promovemos oportunidades dos mesmos demonstrarem que possuem algum tipo de conhecimento.

## **2.4 O papel da escola e do professor na concepção de Vygotsky**

A teoria de Vygotsky (2001) estabelece que o ensino formal, o qual se adquire em um ambiente escolar, é um fator essencial que contribui de forma consistente para o processo de aprendizagem das crianças, e conseqüentemente para o desenvolvimento intelectual das mesmas.

Embora grande parte dos estudos de Vygotsky (2001) esteja voltada para o processo de aprendizagem de crianças, Oliveira (1995) apresenta uma relação entre a organização cerebral, que está diretamente relacionada com o processo de aprendizagem, de uma criança e um adulto:

[...] Na criança pequenas regiões do cérebro responsáveis por processos mais elementares (registro sensorial de pontos luminosos, por exemplo) são mais fundamentais para o seu funcionamento psicológico; no adulto, ao

contrário a importância maior é a das áreas ligadas a processamentos mais complexos (reconhecendo imagens visuais mais completas, por exemplo). (OLIVEIRA, 1995, p. 88).

Vygotsky (2001) destaca a importância entre o desenvolvimento intelectual e a zona de desenvolvimento proximal. Assim, segundo Vygotsky o professor deverá ser um mediador entre os alunos e os conhecimentos construídos pela sociedade. Através da escola, ele deverá criar situações, para desenvolver habilidades que favoreçam ao aprendizado, podendo realizar trabalhos em grupo, discussões, debates, mesa redonda, etc.

Nesta busca por novas estratégias de ensino para promover situações que possibilitem desenvolver habilidades que contribuam com o aprendizado dos alunos, o professor deverá perceber a importância do ensino contextualizado. Desta maneira, o 'professor mediador' estará estabelecendo uma relação entre os conceitos ensinados na escola e os conceitos construídos pela sociedade.

A compreensão desta relação é fundamental para a formação social do aluno.

Acreditamos que essa formação também seja responsabilidade da escola. Ela se torna possível a partir do momento em que o educador busca formar pessoas portadoras de pensamento crítico, capazes de compreenderem e fazerem intervenções no mundo em que vivemos.

Entendemos que a concepção vygotskyana trabalha sempre com a ideia de que o indivíduo reconstrói, reelaborando os significados transmitidos pelo grupo cultural. Concordamos com Oliveira ao afirmar que:

O único bom ensino, afirma Vygotsky é aquele que se adianta ao desenvolvimento. Os procedimentos regulares que ocorrem na escola, demonstração, assistência, fornecimento de pistas, instruções, são fundamentais na promoção do bom ensino. (OLIVEIRA, 1997, p.62).

Neste sentido, acreditamos que a escola exerce um papel muito importante na formação de conceitos científicos pelo estudante, por meio dela o professor poderá proporcionar ao aluno situações as quais requerem o desenvolvimento de conceitos científicos para explicá-las.

Para despertar a motivação no aluno da EJA o professor deverá buscar os conhecimentos espontâneos desse aluno, direcionando-o para que inicialmente ele consiga aplicá-lo em algum contexto. A partir daí, acredita-se que o aluno será capaz de demonstrar muito mais interesse e comprometimento pelo conteúdo

ensinado, podendo se colocar em uma posição em que ele estará 'aberto' para aprender algo que para ele é novo. Neste momento, ele começa a adquirir conhecimento científico, por meio da mudança conceitual proporcionada pela educação formal.

Temos a percepção de que, em várias situações, podemos aderir à utilização de conceitos espontâneos, baseados no conhecimento prévio de cada um, para a formação de conceitos científicos adquiridos através da aquisição de conhecimentos e da troca de experiência, dentro da escola. No processo de ensino – aprendizagem a atividade escolar em grupo é essencial para que a intervenção não seja feita somente pelo professor e sim pelos demais alunos. Estabelecer tarefas que exijam dos alunos trabalhar os limites de sua zona de desenvolvimento proximal é fundamental, pois *“o que a criança é capaz de fazer hoje em colaboração conseguirá fazer amanhã sozinha.”* (VIGOTSKI, 2001, p. 331).

No caso do aprendizado escolar podemos identificar os níveis de desenvolvimento dos alunos durante a execução de atividades escolares. Na maioria das vezes, a modalidade de ensino EJA é composta por um grupo de alunos muito heterogêneo, os níveis de dificuldade apresentados por cada aluno são muito distintos. Temos alunos que apresentam um nível de independência ao desenvolver as atividades estabelecidas pelo professor, mostrando que este aluno possui um nível de desenvolvimento real acima da média. Entretanto, temos também alunos que necessitam de uma atenção especial do professor, ou mesmo um acompanhamento individual. Esses, por ainda não conseguirem realizar suas atividades de forma independente, são considerados alunos que ainda precisam amadurecer certas funções, ou seja, para aquelas atividades estabelecidas eles se encontram em um nível de desenvolvimento potencial.

É importante destacar que, mesmo não estando dentro da escola, em um ambiente formal de ensino, os alunos utilizam as interações sociais como forma de acesso à informação. Por isso, nosso trabalho enfatiza a importância de estar sempre relacionando o aprendizado desses alunos com o cotidiano de cada um. Seja lá qual for a modalidade ou ambiente de ensino, formal ou informal, qualquer uma delas quando voltada para um contexto que realmente busca o aprendizado e o desenvolvimento do aluno poderá ser usada de forma favorável ao ensino.

Podemos perceber que são muitos os fatores encontrados no meio escolar que podem ser usados para promover o ensino. Assim, tendo como principal

objetivo melhorar a qualidade do ensino de física enfatizamos a importância de o professor estar sempre atento a esses fatores, buscando inovar a sua metodologia de ensino, planejando suas aulas e se informando das situações atuais, para que isso lhe permita apresentar o conteúdo a ser trabalhado de forma contextualizada, despertando o interesse e o envolvimento dos alunos. Segundo Oliveira, para Vygotsky:

Se o professor dá uma tarefa individual aos alunos em sala de aula, por exemplo, a troca de informações e de estratégias entre as crianças não deve ser considerada como procedimento errado, pois torna a tarefa um projeto coletivo extremamente produtivo para cada criança (OLIVEIRA, 1997, p.64).

Desta forma, entendemos o quanto as ideias de Vygotsky valorizam a troca de experiência no ambiente escolar. Ciente desta importância buscamos utilizar essa troca de experiência para desenvolver um ensino de Física contextualizado na EJA.

Dentro desta perspectiva contextualizada de ensino, a escolha por Vygotsky (2001) como referencial teórico se justifica ao longo de todo nosso trabalho. Desde a busca em tentar entender como se forma o aprendizado escolar, como ocorre a formação de conceitos, valorização do conhecimento prévio até o desenvolvimento intelectual dos alunos. Ressaltamos a importância do papel tanto da escola quanto do educador na formação do aluno, principalmente na busca por um ensino de física que tenha significado na vida de cada aluno através das relações estabelecidas entre o conhecimento do cotidiano e o conhecimento científico. Nesta perspectiva, buscamos através desse trabalho apresentar uma metodologia de ensino que tenha como objetivo a utilização de experimentos e demonstrações durante as aulas de física. Para tal elaboramos uma sequência didática que consiste na utilização de várias estratégias para o ensino de Óptica. A aplicação dessa sequência didática permitirá ao professor, acompanhar as fases que constituem o processo de aprendizagem dos seus alunos. Além disso, o professor poderá inicialmente buscar informações valiosas relacionadas ao conhecimento prévio da turma, o que lhe permitirá escolher quais estratégias devem ser utilizadas ou modificadas, de acordo com as necessidades de aprendizagem apresentadas pelos alunos.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo descrevemos a metodologia utilizada para elaboração deste trabalho. Na busca por um ensino de física contextualizado, utilizamos uma maneira de ensinar diretamente relacionada a utilização de estratégias inovadoras em sala de aula. Segundo a teoria de Vygotsky (2001) o professor deverá estabelecer uma relação entre os conceitos científicos e os conceitos espontâneos dos alunos contribuindo desta maneira para o processo de ensino e aprendizagem. Ainda de acordo com Vygostky (2001), o professor deverá atuar na zona de desenvolvimento proximal do aluno propiciando a formação de conceitos científicos.

Nesta perspectiva criamos um produto educacional buscando atender a essas propostas, apresentando uma física contextualizada para nossos alunos. O nosso produto é uma sequência didática composta por estratégias para o ensino de Óptica, para ser utilizado principalmente por professores que trabalham com o ensino de Física na EJA. As estratégias aplicadas, as quais denotaremos por E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> ...E<sub>7</sub>, são:

- a. E<sub>1</sub>: Elaboração e aplicação de um questionário pré-teste;
- b. E<sub>2</sub>: Apresentação das tele-aulas, utilizando vídeos do telecurso 2000 e discussão das questões do pré-teste;
- c. E<sub>3</sub>: Leitura de artigos de divulgação científica e textos do GREF (1993);
- d. E<sub>4</sub>: Debate entre os alunos, sobre os textos e artigos;
- e. E<sub>5</sub>: Construção de experimentos;
- f. E<sub>6</sub>: Apresentação dos experimentos para a turma;
- g. E<sub>7</sub>: Aplicação do questionário pós-teste.

Acreditamos que a metodologia de ensino utilizada pelo professor está diretamente relacionada com as estratégias que a constitui, pois um professor que insiste em utilizar métodos considerados 'ultrapassados' em suas aulas, provavelmente terá dificuldades em desenvolver um aprendizado eficaz em seus alunos.

No diagrama da Figura 1 mostramos uma representação esquemática das estratégias que compõem nossa sequência didática. Embora todas contribuam

diretamente para o ensino de Óptica, para que a sequência seja mais efetiva no seu objetivo, sugerimos seguir a ordem estabelecida no sentido anti-horário para a aplicação das atividades. No final do ciclo, as estratégias convergem para um ponto comum, ou seja, apresentar os conteúdos utilizando várias metodologias de ensino. Essa descrição geral do trabalho permite ao leitor compreender os passos seguidos na elaboração da sequência didática.

A fase inicial do nosso trabalho, ilustrada no esquema da Figura 2, consistiu na aplicação do pré-teste ( $E_1$ ). A análise dos dados coletados assume um papel muito importante para o professor, pois permite a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos. Vygotsky (2001) ressalta a importância do resgate e aproveitamento do conhecimento que o aluno possui podendo favorecer a formação de conceitos.

Na perspectiva de desenvolver um ensino de física contextualizado, tentamos aproveitar os conhecimentos prévios dos alunos na discussão de conceitos científicos relacionados a Óptica. Acreditamos que por meio da contextualização facilitaremos a compreensão desses conceitos permitindo que o aluno perceba a relação existente entre o que ele aprende na escola e o seu cotidiano.

O professor poderá sentir a necessidade de promover uma ação dentro da realidade indicada pelos dados coletados no pré-teste, adaptando a metodologia de ensino proposta para facilitar a compreensão dos conceitos e favorecer o desenvolvimento de um aprendizado eficaz para os alunos.

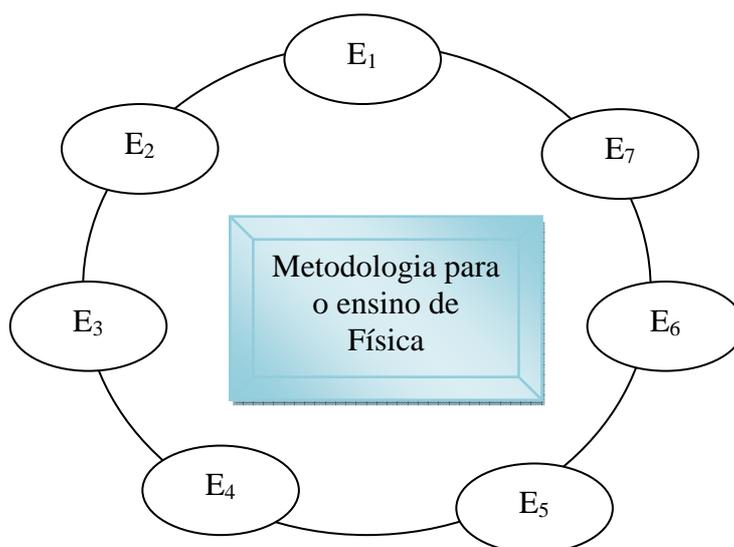


Figura 1: Apresentação esquemática da sequência de aplicação das estratégias.  
Fonte: Dados da pesquisa.

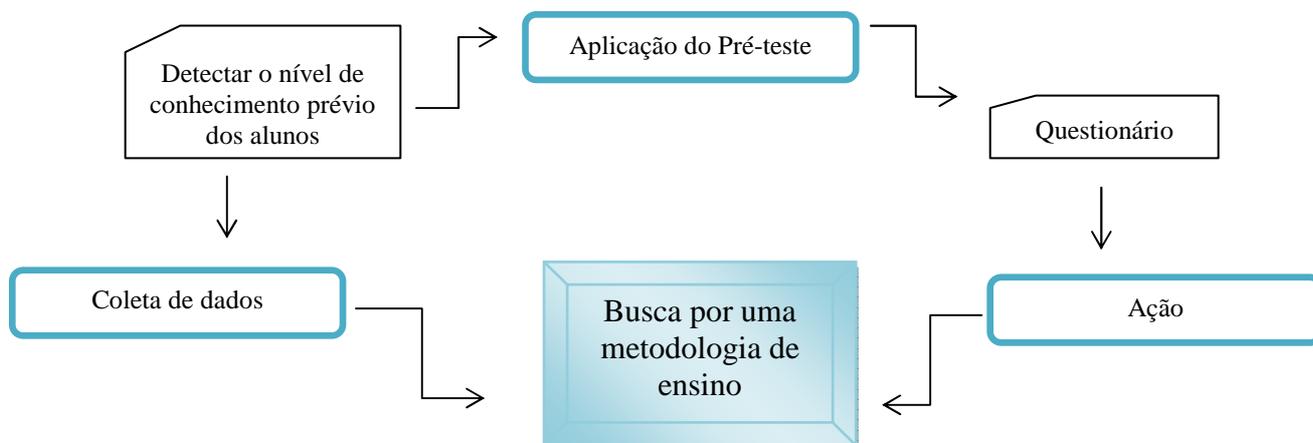


Figura 2: Fases de aplicação do pré-teste.

Fonte: Dados da pesquisa.

Assim, as demais estratégias que compõem a sequência didática estabelecida nesse trabalho, foram definidas tendo como base as necessidades dos alunos, identificadas em  $E_1$ .

Em seguida, aplicamos a estratégia  $E_2$ , as tele-aulas. Para aplicação de tal estratégia indicamos a utilização de um vídeo do tele-curso 2000, no qual encontramos a História e a Evolução de conceitos sobre Óptica. Essa escolha se

justifica na necessidade, detectada por meio do pré-teste, em trabalhar com os alunos conceitos básicos da Óptica, permitindo ao aluno compreender melhor os conceitos que darão suporte às discussões posteriores.

Acreditamos que o uso de textos e artigos de divulgação científica da  $E_3$  também pode ser considerado uma etapa importante, que irá dar sequência ao processo de apropriação dos conceitos de Óptica. Além disso, em alguns casos, essa estratégia é considerada inédita por alguns alunos, pois muitos nunca tiveram contato com textos e artigos de divulgação científica.

Ao trabalhar com a  $E_3$  deve-se aproveitar o momento para que na sequência seja aplicada a  $E_4$ , criando desta maneira um espaço de debate entre os alunos. O período de aplicação da  $E_4$  é um campo de observação muito rico, no qual o professor poderá se colocar na condição de observador e identificar a concepção de cada aluno sobre os conceitos vistos, e até mesmo perceber se esse aluno consegue se posicionar de forma crítica sobre o que está sendo discutido. Para Vygotsky (2001) o processo de aprendizagem deve sofrer a intervenção do professor, que deverá assumir o papel de mediador do conhecimento entre seus alunos.

A construção de experimentos na  $E_5$  abre um espaço para o aprendizado dos alunos. Inicialmente, ao planejar a construção de um experimento, os alunos acreditam que tudo dará certo desde as medidas, cálculos, até o resultado final. Entretanto, eles percebem que na realidade esse pode ser um espaço não apenas de “construção” de experimentos, mas de “reconstrução” de conceitos que talvez seja o mais importante, porque é nesse momento que se faz uma análise crítica da situação, pesquisando por maneiras alternativas para construir aquele experimento. Acreditamos que essa etapa é muito importante pelo fato da reconstrução permitir ao aluno rever o seu aprendizado, compreender o que “deu errado” e porque isso ocorreu. Segundo Vygotsky(2001) a reelaboração de conceitos é uma fase importante no processo de aprendizagem, pois o aluno terá a oportunidade de vivenciá-los durante a reconstrução dos experimentos e por meio da mediação do professor.

A aplicação da  $E_6$  é uma etapa essencial para o processo de aprendizado proposto, pois disponibilizará ao professor outro espaço para avaliação do desenvolvimento dos alunos. Neste momento, estaremos trabalhando com os alunos formas de comunicação. Além disso, temos a troca de informações, ou mesmo a

troca de experiências na qual cada grupo tem a oportunidade de conhecer os trabalhos dos outros e aprender com seus colegas. Os trabalhos desenvolvidos em grupo apresentam vários fatores favoráveis ao processo de aprendizagem, dentre eles, citamos a possibilidade dos alunos com um nível de desenvolvimento real mais elevado contribuir para atuar na zona de desenvolvimento proximal dos colegas, favorecendo assim, a aprendizagem e o desenvolvimento intelectual da turma.

Finalmente, na aplicação da E<sub>7</sub>, o professor poderá avaliar o resultado de cada aluno separadamente. Os dados indicarão se a aplicação da sequência didática realmente promoveu um aprendizado efetivo em seus alunos. O momento também permite ao professor fazer uma autocrítica, detectando o que realmente foi viável durante esse processo de aprendizado, fazendo até mesmo sugestões de mudanças que poderão colaborar para a próxima aplicação.

Assim como cada aluno apresenta o seu nível particular de dificuldade, acreditamos que isso se aplica também às turmas, pois cada uma apresentará um resultado específico. Por isso, o professor não deverá estabelecer apenas um resultado como padrão de aprendizado efetivo para todas as turmas. Ele deverá considerar as particularidades de cada turma ao fazer sua análise final do pós-teste.

A seguir detalhamos as escolhas feitas durante a elaboração de cada etapa.

### **3.1 Escolha da sequência de atividades**

Ao fazermos a escolha pela sequência de atividades levamos em consideração alguns fatores que são essenciais ao ensino de Física para a EJA. Esses fatores estão relacionados aos critérios que devem ser selecionados pelo professor, que estando ciente do tempo mínimo destinado ao trabalho desses conteúdos, deverá saber o que ensinar como ensinar e quando ensinar.

Na maioria das vezes, por dispor de menos que seis meses e uma grande quantidade de conteúdos, alguns professores trabalham esses conteúdos de uma maneira totalmente alheia à realidade dos alunos. A discussão é feita de maneira superficial e abstrata, enfatizando apenas cálculos e aplicações de fórmulas, abrindo uma lacuna na formação do aluno durante o processo de aprendizagem. Dessa maneira, a criatividade, a imaginação e o envolvimento dos alunos são ignorados.

A nossa escolha busca de certa forma suprimir a existência dessa lacuna. Acreditamos que o papel do professor jamais deverá ser de um mero transmissor de conhecimentos, baseados na memorização de conceitos e fórmulas. Nesta perspectiva, buscamos uma metodologia de ensino que dê subsídio ao aluno para que ele consiga desenvolver a capacidade de aprender ao contrário de memorizar, e conseqüentemente aplicar esse aprendizado. Segundo os PCN:

A formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, **a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação**. Propõe-se, no nível do Ensino Médio, a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização. (BRASIL, 2000, p.5).

Abordando os conteúdos de forma contextualizada, relacionada ao cotidiano, buscamos um aprendizado prazeroso e eficaz dentro do tempo disponível destinado ao mesmo. Desta forma, conseguimos trabalhar com nossos alunos a formação de conceitos básicos, os quais irão contribuir para a aquisição de uma formação científica que lhe permitirá escolher futuramente uma área de atuação.

Destacamos também algumas competências cobradas pelo ENEM e pelo ENCCEJA, voltadas para a nossa proposta:

Competência de área 1 - Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.

Competência de área 2 - Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.

Competência de área 5 - Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas. (MATRIZ DE REFERÊNCIA ENEM, 2009)

As quatro competências citadas acima buscam um objetivo comum, um aprendizado que faça sentido para o aluno. O aluno deve ser preparado de maneira que, ao se deparar com situações problemas e sendo desafiado a resolvê-las, deve ser capaz de aplicar os conhecimentos e habilidades adquiridos na educação formal

para obter a solução.

Em particular, essas situações são muito presentes em atividades experimentais da Física, quando o aluno tenta realizar uma atividade e a princípio não consegue. Neste contexto, conseguimos despertar o interesse, a curiosidade e o envolvimento desse aluno. Para nós, educadores que sabemos o quanto esses fatores são importantes no aprendizado, consideramos valiosa a utilização dessa etapa em nossa metodologia de ensino. Esse percurso permitirá ao aluno adquirir competências e habilidades, e aplicá-las no seu cotidiano, em diferentes contextos, tendo, portanto formação suficiente para fazer parte dos processos de produção e desenvolvimento econômico e social da humanidade.

Assim, acreditamos que o ensino da Física exerce uma função importante, no sentido de oferecer ao aluno a oportunidade de adquirir conhecimentos científicos, que irão lhe possibilitar compreender, fazer inferências e contribuições para o mundo em que vive.

### **3.2 Escolha do conteúdo**

Tendo como público alvo os alunos da EJA, a ideia inicial era buscar um determinado assunto no qual os alunos apresentassem maior dificuldade para compreender seus conceitos. Ao lecionar Física para alunos EJA foi possível perceber o quanto os alunos tinham dificuldades em aprender física em geral. Inserida dentro dessa realidade, sentimos a necessidade de contribuir de alguma forma com o aprendizado desses alunos, optando por uma das áreas da Física.

Considerando as particularidades do ensino de Física para a EJA, apresentamos a seguir a grade curricular da disciplina da escola na qual o projeto foi desenvolvido. Esta divide o ensino de Física em três semestres, como mostrado no quadro1:

	1º SEMESTRE	2º SEMESTRE	3º SEMESTRE
	1º ANO	2º ANO	3º ANO
1ª ETAPA	Cinemática	Termodinâmica	Eletricidade
2ª ETAPA	Leis de Newton	Óptica	Eletromagnetismo

Quadro 1: Grade curricular de Física do Colégio Rui Barbosa.

Fonte: Dados da pesquisa.

A divisão dos conteúdos que seria anual é feita por semestre, cada semestre da EJA corresponde a um ano letivo. Considerando que o semestre é dividido em duas etapas, ressaltamos também que essa divisão dos conteúdos é feita de acordo com a grade curricular da escola. Por exemplo, no segundo ano do Ensino médio é trabalhada a Termodinâmica na primeira etapa, e Óptica na segunda.

No período em que a sequência didática foi planejada, a autora deste trabalho lecionava Física para três turmas do segundo ano e apenas uma do primeiro ano, não lecionando no terceiro ano. Dessa maneira, a escolha em trabalhar com Óptica veio naturalmente dentro das possibilidades de aplicação do produto. Vale ressaltar que a Termodinâmica também seria um excelente conteúdo para desenvolver o trabalho aqui proposto. Mas, a necessidade de um tempo para preparar as atividades antes de aplicá-las, definiu o conteúdo, pois a Óptica é discutida na segunda etapa do segundo semestre.

Além disso, devemos admitir que Óptica é uma área da Física que se torna muito atraente para o aluno ao permitir a compreensão de vários fenômenos por meio de demonstrações simples. Como exemplo, podemos mencionar uma aula sobre formação de imagens em espelhos esféricos, na qual foi utilizada uma pequena colher para demonstrar o tipo de imagem formada em espelhos côncavos e convexos. Todos os alunos se envolveram na explicação e queriam visualizar sua imagem na colher. Ao final da aula um aluno me procurou e disse “*professora sempre que eu usar uma colher vou me lembrar do que aprendemos hoje*”. Este foi o momento em que percebemos a possibilidade de fazer algo mais para ajudar aqueles alunos a compreender fenômenos da física e nos deu o caminho para este trabalho.

Ao analisar o material do ENCCEJA (MURRIE, 2002), em particular o capítulo II – “O papel das tecnologias no mundo contemporâneo” do livro do aluno, percebemos a importância da Óptica e as várias maneiras pelas quais podemos trabalhar esse conteúdo com nossos alunos. No ENCCEJA a Óptica é apresentada de uma forma bem diferenciada, com questionamentos sobre a luz, suas propriedades, discutindo fenômenos como o arco-íris e formação de imagens.

### **3.3 Uso de questionário pré-teste e pós-teste**

Ao elaborarmos o questionário, que serviria de pré- e pós-teste, escolhemos trabalhar com questões discursivas, pois elas fornecem respostas completas, ricas em detalhes, as quais possibilitam um estudo minucioso da concepção dos alunos sobre o assunto. Essa possível elaboração de resposta exige do aluno a utilização de conhecimento prévio sobre o tema abordado. Assim, evitamos induzir nos alunos a escolha por uma única resposta pré-elaborada, mas sim, oferecendo aos mesmos a oportunidade de exercerem habilidades de argumentação, de forma clara e objetiva em suas respostas.

#### **- Pré-teste**

O pré-teste constitui a nossa estratégia  $E_1$ . A utilização dessa estratégia definirá inicialmente todo o desenvolvimento a ser seguido durante a aplicação desse curso. Sua aplicação servirá para orientar o professor na escolha dos recursos didáticos a serem utilizados. Além disso, ela também fornecerá indicadores que darão subsídios para o professor estabelecer os tópicos de Óptica que serão abordados nas atividades escolhidas.

Em nossa proposta de ensino priorizamos a mudança conceitual dos alunos, assim, estamos em acordo com o nosso referencial teórico, que afirma ser extremamente importante a compreensão de conceitos durante o aprendizado. Para trabalharmos com a formação de conceitos devemos distinguir entre conceito

espontâneo e conceito científico. Neste sentido, Vygostky afirma ser adequada a utilização de conceitos espontâneos para a construção de conceitos científicos. Portanto, acreditamos ser fundamental a aplicação do pré-teste, pois os dados indicarão quais são os conceitos espontâneos dos alunos sobre fenômenos da Óptica.

A partir dos resultados, o professor irá identificar o nível de dificuldade de cada aluno, e o nível geral da turma. A análise completa das respostas ao questionário orientará o professor no seu trabalho com a turma e mais especificamente com cada aluno. Consideramos que essa seja uma das mais importantes estratégias, pois é a partir de sua análise que podemos traçar novas metas e conquistas para serem trabalhadas no aprendizado dos alunos.

### **- Pós-teste**

O pós-teste, E<sub>7</sub>, também constitui uma importante etapa do nosso trabalho, possibilitando ao professor fazer uma análise final do resultado da aplicação da sequência, considerando todos os fatores que podem influenciar o resultado do pós-teste. Como educadores sabemos que na maioria das vezes as turmas não são iguais, por isso não temos um resultado padrão para o pós-teste.

A comparação dos resultados do pós-teste com os resultados do pré-teste permitirá ao professor estabelecer o grau de assimilação do conteúdo por meio da avaliação da mudança conceitual, após o aluno vivenciar todas as estratégias planejadas para o ensino de Óptica.

Esse também é um momento de reflexão por parte do professor, pois com base nos resultados devem ser feitas considerações de melhoria para as aplicações futuras da sequência. O professor deverá fazer uma reflexão indicando o que realmente funcionou, o que poderia ser melhor e quais são as alterações que devem ser feitas para adequar a aplicação à realidade de cada aluno e conseqüentemente de cada turma.

### 3.4 Uso de vídeos

O uso de vídeos é uma ferramenta de fácil acesso, que permite ao professor atrair a atenção dos alunos para o assunto que está sendo trabalhado. Como não havia a possibilidade de utilizar um laboratório, usamos vídeos que possibilitam aos alunos a visualização de alguns fenômenos, os quais somente poderiam ser observados experimentalmente.

O principal objetivo dessa estratégia é promover um esclarecimento inicial dos conceitos básicos de Óptica indicados como mal compreendidos na análise dos dados da  $E_1$ .

A utilização de vídeos como uma estratégia de ensino está sendo cada vez mais utilizada dentro da sala de aula, principalmente na EJA. Como exemplo dessa prática temos o trabalho de Costa (2008) que utilizou em sua primeira aula de física na EJA um filme produzido pelo MEC da coleção DVDEscola intitulado “Brasil Alfabetizado”. Essa estratégia contribui para o envolvimento do aluno com a física, permitindo ao professor sair do estilo tradicional de dar aula utilizando apenas o quadro para apresentar o conteúdo através das equações matemáticas.

### 3.5 Uso de artigos de divulgação científica

Outra estratégia considerada de grande valia no aprendizado do aluno é a leitura e discussão de textos e artigos de divulgação científica, pois na maioria das vezes os alunos não possuem contato com este tipo de texto, não possuindo nem mesmo o hábito de leitura. Acreditamos que com esta prática possamos estimular os alunos a estarem buscando descobrir coisas novas, sendo a leitura uma das maneiras possíveis para ter acesso à informação e conquistar o conhecimento.

É importante ressaltar que a escolha dos artigos deve estabelecer uma relação direta com os temas escolhidos, contribuindo de forma eficaz para o aprendizado do aluno, aprofundando a discussão dos conceitos vistos em outras etapas.

Concordamos com Ferreira (2005), quando esta afirma que os textos e artigos

de divulgação científica são recursos que podem trazer vários benefícios para a formação educacional do aluno. Ao utilizarmos esses recursos percebemos que fatores importantes como a curiosidade e o interesse são despertados no aluno. Segundo Franco (2007):

Cabe salientar aqui o papel relevante dos textos como primordiais no estabelecimento de elos significativos entre os conteúdos físicos e a sua aplicação prática. Ou seja, cada texto funciona não apenas em sua função informativa, mas também como prisma através do qual conceituações físicas permeiam reflexões de caráter político, econômico, social etc. (FRANCO, 2007, p.4)

O incentivo ao hábito da leitura deverá contribuir para ampliar o entendimento desses alunos, principalmente ao terem contato com a linguagem científica por meio de textos de divulgação científica. O aluno, para desenvolver o hábito da leitura, deverá ler inicialmente pequenos textos ou trechos indicados pelo professor, acreditamos que desta maneira este demonstrará mais interesse em procurar artigos de divulgação científica sobre assuntos que lhe interessa.

Acreditamos que esse recurso é um veículo de conhecimento muito importante que apresenta vários assuntos relacionados à Ciência e tecnologia. Quando o aluno possui contato com artigos de divulgação ele consegue formar opiniões consistentes, compreendendo melhor o mundo em que se vive. No futuro ao se deparar com uma situação problema esse aluno efetivará sua participação como cidadão, pois possui formação ética e moral de cidadão crítico e participativo.

### **3.6 Uso de atividades experimentais**

A utilização de experimentos para ensinar física é essencial para a compreensão do conteúdo pelos alunos. Percebemos que com a utilização dessa estratégia os alunos conseguem entender melhor a relação entre fenômenos e conceitos. Através de pequenas demonstrações, feitas por experimentos que o professor pode levar para a sala de aula, os alunos conseguem visualizar fenômenos físicos que, na ausência dessa estratégia, exigiria bastante abstração para compreendê-los.

Além disso, a utilização de demonstrações experimentais apresenta alguns fatores que podem justificar a sua utilização em sala de aula, de acordo com Gaspar e Monteiro:

[...] alguns fatores parecem favorecer a demonstração experimental: a possibilidade de ser realizada com um único equipamento para todos os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica, a possibilidade de ser utilizada em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que está sendo trabalhada e, talvez o fator mais importante, a motivação ou interesse que desperta e que pode predispor os alunos para a aprendizagem. (GASPAR; MONTEIRO, 2005, p.1)

Talvez o fator mais importante seja a motivação e o interesse que a demonstração experimental desperta e que pode predispor os alunos para a aprendizagem. Por isso, acreditamos que a utilização dessa estratégia pode ser considerada uma ferramenta importante durante o processo de aprendizagem dos alunos.

### **3.7 Uso de discussões**

As discussões representam uma estratégia muito interessante e de grande importância no aprendizado dos alunos. Nesse momento, além de apresentar para os colegas a análise feita sobre as atividades realizadas (leitura de textos ou reconstrução de experimentos), o aluno tem a oportunidade de aprender com o outro, por meio da troca de experiências.

Além desse aspecto de o aluno estar aprendendo com o outro, temos também o professor que poderá usar esse momento para saber como esses alunos se apresentam para os demais, como está a postura de cada um, se esses alunos conseguem expor suas ideias de forma clara e objetiva.

Durante as discussões os alunos podem apresentar suas ideias, ou as ideias defendidas por cada autor, podendo surgir algumas opiniões contrárias, o que de certa forma ajuda ao aluno a aprender a respeitar a opinião do outro, mesmo discordando da mesma.

Concordamos com os autores Freitas e Aguiar (2010) que afirmam sobre as discussões em sala de aula:

Consideramos fundamental para nossos interesses de pesquisa a abordagem comunicativa que o professor desta pesquisa utiliza nas interações discursivas na sala de aula – prática que não é predominante nas salas de aula de ciências. A escuta atenta do professor aos enunciados dos estudantes, o gerenciamento das participações dos estudantes, o cuidado ao referenciar as falas dos estudantes incorporadas em seus enunciados, a busca de evidências compartilhadas, a devolução de enunciados produzidos por estudantes para avaliação e elaboração por parte dos colegas foram fatores fundamentais para a sustentação da produção discursiva dos estudantes. Entendemos que, ao fazê-lo, o professor reconhece nos estudantes da EJA sujeitos capazes de produzir, avaliar e transformar conhecimentos (FREITAS; AGUIAR, 2010, p.12).

Destacando a importância do uso de discussões em sala de aula, consideramos que essa estratégia pode ser considerada uma aliada do professor em sua busca por um ensino de qualidade que ofereça a seus alunos um espaço no qual eles têm liberdade de expor suas ideias e aprender com os demais.

Em consequência da importância de utilização dessa estratégia na Educação de jovens e adultos, podemos perceber que ela tem sido cada vez mais utilizada pelos professores. Existem situações em que o professor promove interações discursivas entre os alunos que funcionam como uma oportunidade para estes se colocarem como pessoas que, naquele momento, necessitam assumir uma posição, a partir daí surge então uma interação discursiva dentro da sala de aula. Através dessa interação discursiva, que poderá promover o contato do aluno com a linguagem científica, permitindo ao mesmo desenvolvê-la adquirindo desta maneira conhecimento. Após adquirir o conhecimento dessa linguagem científica, esse aluno será capaz de levar o conhecimento adquirido dentro da sala de aula para o seu meio de convívio social, podendo atuar de forma argumentativa, na exposição de suas ideias.

### **3.8 Produto**

O nosso produto é constituído por uma sequência didática de atividades que utilizam estratégias para o ensino de Óptica. A utilização dessas estratégias de ensino possibilita ao professor, através de um ensino de física contextualizado, contribuir com a reforma curricular estabelecida pelos Parâmetros Curriculares

Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Inseridos dentro do contexto de ensino da EJA, percebemos, através da nossa prática docente, as necessidades da reforma curricular proposta. Neste contexto, fazendo parte dessa realidade, sentimos a necessidade de desenvolver esse produto.

Para o desenvolvimento do produto, inicialmente aplicamos um pré-teste com o objetivo de identificar o nível de conhecimento prévio de nossos alunos. A partir deste ponto, buscamos utilizar estratégias que estivessem relacionadas com as necessidades de aprendizagem dos alunos, identificadas nos dados. Ao fazermos essa busca, percebemos que existem vários recursos que podem ser utilizados pelos professores como estratégias de ensino. Entretanto, é válido ressaltar que o professor deverá fazer uma escolha rigorosa dessas estratégias, para que, ao serem aplicadas, elas possam contribuir para o aprendizado dos alunos. Desta maneira, esclarecemos que todas as estratégias utilizadas no presente trabalho, estão relacionadas com a necessidade de aprendizagem apresentadas especificamente pelos nossos alunos.

Portanto, para o professor que queira utilizar o nosso trabalho como referência na elaboração de suas aulas, é essencial que o mesmo tenha conhecimento da realidade de ensino apresentada tanto pelo aluno quanto pela escola. Esses são detalhes que poderão contribuir para um bom resultado no processo de aprendizagem dos alunos.

O roteiro de atividades é constituído por sete estratégias de ensino, que consistem na Elaboração e aplicação de um pré-teste, para a identificação do conhecimento prévio dos alunos; Apresentação das tele-aulas, utilizando os vídeos do telecurso 2000 e Discussão das questões do questionário; Leitura de artigos de divulgação científica e textos do GREF; Debate entre os alunos, sobre os textos e artigos; Construção de experimentos; Apresentação dos experimentos; Aplicação do pós-teste. Com o objetivo de dar dicas e orientações aos colegas professores que desejam utilizar nosso trabalho, daremos a seguir algumas sugestões de aplicação.

Acreditamos ser essencial para um bom resultado, aplicar primeiramente o pré-teste, pois ao elaborarmos nossa proposta a direcionamos de forma a contribuir ao máximo com o aprendizado do aluno. Além disso, segundo a teoria de Vygotsky(2001), para desenvolver um ensino contextualizado de qualidade devemos priorizar a formação e compreensão de conceitos, os quais estão intimamente relacionados com os conceitos espontâneos e científicos. Para Vygotsky(2001), em

algumas situações, devemos utilizar o conhecimento espontâneo dos alunos para auxiliar na compreensão do conhecimento científico. Para tal, acreditamos que o pré-teste é uma estratégia ideal, para conseguirmos identificar esses conhecimentos inicialmente.

Assim, com exceção do pré-teste, cabe ao professor perceber qual estratégia atende melhor a necessidade dos seus alunos, e dentro da realidade desses alunos, alterar ou não a ordem de aplicação das estratégias, sendo possíveis até mesmo algumas adaptações para sua aplicação.

### 3.8.1 Carta ao professor

Caro colega professor,

Esta sequência de Atividades, dirigida principalmente a você, professor da Educação de Jovens e Adultos, foi elaborada com o objetivo de buscar um Ensino de física contextualizado, caracterizado pela construção conjunta docente-discente do conhecimento, através da utilização de estratégias para o ensino de Óptica.

Nesta perspectiva esperamos que, você professor, estando sempre em busca de novas estratégias de ensino, possa utilizar o nosso roteiro de atividades, e que o mesmo venha contribuir com o planejamento de suas aulas, envolvendo os conteúdos de Óptica.

As estratégias de ensino indicadas pelo roteiro, irão possibilitá-lo a desenvolver um aprendizado efetivo em seus alunos. A utilização planejada dessas estratégias podem fornecer indicadores que são valiosos no processo de ensino e aprendizagem. Através desses indicadores você poderá mudar a sequência de aplicação das estratégias, intervir quando necessário, adequando-as à realidade dos seus alunos, estimulando debates, além de ampliar a socialização na sala de aula, através da inter-relação entre alunos/alunos e ou alunos/professor.

Ao serem aplicadas de maneira organizada, estruturada, bem direcionada e com objetivos claros, essas estratégias poderão contribuir de forma significativa no processo de ensino e aprendizagem. Elas foram elaboradas com o objetivo de promover ao aluno uma aprendizagem contextualizada, relacionada com o seu

cotidiano. Desta forma, possibilitaremos aos alunos, através do conhecimento adquirido, descobrir aplicações do conteúdo estudado ou mesmo fazer inferências sobre o mundo em que vivem. Desta maneira, apresentamos nosso roteiro de atividades seguido por dicas e sugestões de aplicações.

Tenha um bom trabalho!

### 3.8.2 Objetivos gerais, habilidades e competências

#### **OBJETIVOS GERAIS:**

- Aplicar o conhecimento científico adquirido na escola no seu cotidiano.
- Através do ensino da Física, formar um cidadão com pensamento crítico, que seja capaz de enfrentar situações problema, interpretar, analisar e planejar intervenções científico-tecnológicas.
- Aplicar um ensino contextualizado e através dele despertar o desejo dos alunos em aprender física;
- Colocar em prática contribuições para a proposta de reforma curricular dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).
- Incentivar cada vez mais o trabalho dos educadores, que buscam no seu dia a dia colaborarem com a retomada aos estudos dos jovens e adultos.

**HABILIDADES E COMPETÊNCIAS A SEREM DESENVOLVIDAS:**

- Compreender fenômenos e aplicar conceitos, relevantes no seu trabalho ou em outros contextos de sua vida;
- Incentivar o contato com textos de divulgação científica, promovendo, desta maneira, o contato com a linguagem científica;
- Despertar processos internos nos alunos contribuindo desta maneira para o seu desenvolvimento intelectual;
- Promover situações de estudo em que os alunos possam expressar opiniões perante situações-problema;
- Desenvolver atitudes de diálogos, discussão e trabalho em equipe;
- Mudar a concepção dos alunos sobre o ensino de física, mostrar que, através de um ensino contextualizado, é possível ter prazer em aprender física.

**PÚBLICO-ALVO:** Educadores da EJA.

### 3.8.3 Procedimentos instrucionais ao uso da cartilha

Com a proposta de aplicar um ensino contextualizado sugerimos ao professor que utilize aulas expositivas dialogadas, promovendo aos alunos oportunidade de serem ouvidos tanto pelo professor quanto pelos demais colegas.

O nosso trabalho foi planejado para ser aplicado em uma turma de 20 alunos, para turmas maiores, o professor deverá adaptá-lo, talvez acrescentando outros experimentos e textos científicos. Entretanto, independente do número de alunos de sua turma, todas as estratégias que constituem o nosso trabalho poderão ser utilizadas. Sugestões ao professor que irá utilizar a cartilha:

- a. Contextualize suas aulas, busque relacionar a sua explicação com o cotidiano dos alunos;
- b. Estabeleça uma relação dialógica com seu aluno, essa postura deixará o

- aluno mais a vontade para expor sua dificuldade;
- c. Desenvolva trabalhos em grupo com os alunos, isso permitirá a eles desenvolver atitudes de diálogos e de discussão;
  - d. Busque sempre novas estratégias de ensino que deixarão sua aula mais dinâmica e atrativa, não deixe sua aula se tornar monótona;
  - e. Utilize a demonstração de experimentos no auxílio das explicações teóricas;
  - f. Apresente textos atuais que estejam relacionados ao assunto trabalhado;
  - g. Busque sempre a formação de um aluno capaz de estabelecer uma opinião crítica baseada nos conhecimentos científicos adquiridos nas aulas.

#### 3.8.4 Sequência didática

Apresentamos detalhadamente nesta seção a sequência de aplicação das estratégias, que corresponde às sete etapas do nosso trabalho. Indicamos alguns fatores, que você professor deve estar atento, pois eles podem influenciar nos resultados dessas respectivas aplicações.

##### **- Primeira estratégia: Pré-teste**

Na primeira etapa aplica-se o pré-teste, que consiste em um questionário, mostrado no Quadro 1, composto por seis perguntas envolvendo conceitos básicos de Óptica e algumas aplicações relacionadas a fenômenos físicos, os quais estão presentes em nosso cotidiano.

- 1) O que é luz?
- 2) O que são ondas eletromagnéticas?
- 3) Como enxergamos os objetos que não emitem luz?
- 4) Porque nos vemos num espelho?
- 5) Como é formado o arco-íris?
- 6) Cite as propriedades da luz que você conhece, ou já ouviu falar. Explique-as.

Quadro 2: Questionário utilizado na primeira estratégia como pré-teste.

Fonte: Dados da pesquisa

## - Segunda estratégia: Vídeos

Na segunda etapa promove-se uma discussão de conceitos básicos de Óptica, com o auxílio de tele-aulas. As tele aulas complementam a didática do professor, tendo em vista que as mesmas apresentam o conteúdo de forma bem dinâmica e atrativa para os alunos. A utilização das tele-aulas é uma ferramenta importante que proporciona a oportunidade de apresentar alguns temas relacionados a fenômenos ópticos que exigem bastante abstração ao serem interpretados.

Sugere-se a utilização de dois vídeos do tele-curso 2000, “Introdução à Óptica Geométrica” e a “História da evolução das ideias sobre o conceito de Luz”, sendo identificados pelos números 31 e 35, respectivamente.

Na primeira tele-aula “Introdução à Óptica Geométrica” são abordados os tópicos:

- a. Reflexão da Luz;
- b. Refração da Luz;
- c. Emissão da Luz;
- d. Cores de um corpo;
- e. Formação de imagens.

Este vídeo apresenta de forma lúdica algumas experiências que podem ser usadas para demonstrar fenômenos que ilustram leis e conceitos da Óptica. O vídeo se torna atrativo pela maneira com que são apresentados os conceitos, nele há vários momentos em que pessoas na rua são entrevistadas e questionadas sobre os conceitos discutidos. Desta forma, os alunos se envolvem ao tentar compreender a percepção das pessoas sobre conceitos trabalhados dentro da escola.

No vídeo utiliza-se um sistema óptico para explicar os fenômenos de reflexão e refração da luz. Além disso, são apresentados e demonstrados os princípios de propagação da luz, a formação de sombra e penumbra, e fenômenos físicos como, por exemplo, os eclipses solar e lunar.

Na segunda tele-aula “História da evolução das ideias sobre o conceito de Luz” são abordados os tópicos:

- a. Velocidade da Luz;
- b. Em Ciência as ideias são mutáveis;
- c. Natureza dual da Luz.

Essa tele-aula é composta por um teatro que é feito através de um debate com a participação de grandes gigantes da Física como Galileu, Newton e Albert Einstein. Os cientistas apresentam a velocidade da Luz, sua natureza, retomando os conceitos de reflexão e refração. Um ponto importante discutido neste vídeo é a concepção de que em ciências as ideias são mutáveis e não existem certezas eternas.

### **- Terceira estratégia: Leitura de textos**

Na terceira etapa, trabalha-se com leitura e interpretação de textos e artigos de divulgação científica selecionados. Os textos devem estar relacionados ao conteúdo trabalhado naquele momento. Essa etapa permite a você professor complementar o material utilizado por seus alunos. Além de indicar os textos, já escolhidos dentro da sua proposta, cabe também ao professor mostrar aos alunos o caminho para que os mesmos possam ter sempre acesso a esse tipo de material. O professor poderá indicar *sites*, revistas que trabalhem com a divulgação da ciência e da tecnologia, cultivando no aluno o hábito de ter contato com esse tipo de leitura. Nesta perspectiva, espera-se desenvolver várias habilidades nos alunos, como leitura e interpretação de texto, contato com a linguagem científica e principalmente o aprofundamento dos conceitos físicos trabalhados.

Sugere-se a leitura dos seguintes textos:

- a. Fotografando com a câmara escura de orifício (SOUZA; NEVES JÚNIOR; MURAMATSU, 2007);
- b. Eclipses solares e lunares (PEDROSA, L. F; ROCHA, V.J, 2004);
- c. Os fundamentos da Luz laser (BAGNATO, 2001);
- d. Textos do Caderno “**Leituras de Física**” (GREF, 1993, p.45-47; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2010).

#### **- Quarta estratégia: Debate**

A quarta etapa é constituída por um debate entre os alunos sobre os textos e artigos de divulgação científica. Pressupõe-se que nesta etapa os alunos apresentam mais segurança para expor as opiniões e ideias dos autores. É durante este debate que o professor consegue identificar se os alunos conseguem expor suas ideias de forma clara, seja ela como for, argumentando, questionando ou mesmo concordando com algumas colocações feitas durante o debate. Essa etapa é extremamente importante para a formação de um aluno que frente a uma situação-problema, esteja preparado para expor suas ideias de forma bem articulada ou mesmo apresentar um pensamento crítico, no qual será capaz de se justificar baseado nos conhecimentos científicos adquiridos na escola.

#### **- Quinta estratégia: Construção de experimentos**

Na quinta etapa os alunos constroem experimentos relacionados aos fenômenos da Óptica. Os experimentos sugeridos são de baixo custo, de fácil produção e didáticos. A seleção dos experimentos deve ser feita de maneira que sejam abordados os fenômenos físicos relacionados aos conceitos básicos trabalhados no ensino de Óptica. Isso cria uma estrutura no processo de aprendizagem, mostrando ao aluno as relações existentes entre os conceitos que ele está aprendendo de vários ângulos.

Esta etapa também faz parte de algo inovador para os alunos, pois, a construção de um experimento, possibilitará a compreensão do fenômeno físico relacionado, permitindo desta maneira, um contato mais direto com a prática, promovendo situações em que o aluno deve demonstrar um olhar investigativo e até mesmo crítico. Nesta etapa são trabalhados vários fatores importantes para a sua formação, o trabalho em equipe, divisão de tarefas, criação de um cronograma, pesquisa de preço na compra de material etc. Todos esses fatores são responsáveis pelo comprometimento e interesse do aluno na elaboração do experimento. Além disso, nesta fase de construção, surgem alguns obstáculos que contribuem para que

os alunos desenvolvam a capacidade de realizar uma análise crítica do problema, apresentar uma possível solução, ou mesmo encontrar maneiras alternativas de realizar aquela construção, seja com adaptações ou modificações.

Experimentos sugeridos para construção:

### A) Compondo outras cores.

A atividade experimental “Compondo outras cores”, proposta nas “Leituras de Física” do GREF (1993), é embasada por discussões sobre as fontes de luz e de calor, a relação existente entre cor, energia e temperatura, sendo precedida por uma atividade prática que permite verificar a decomposição da luz branca.

Uma vez estabelecida e explicada a relação desse fenômeno de decomposição através da refração da luz, é então apresentada uma proposta para obter a luz branca por meio da composição de outras cores. Essa atividade pode, portanto, ser utilizada para explorar as combinações das cores da luz para a obtenção da luz branca, ver Figura 3, e também, para trabalhar as cores dos objetos.

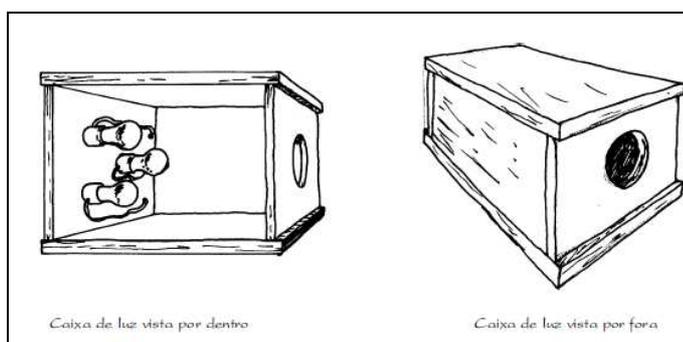


Figura 3: Proposta experimental para a composição da luz branca.

Fonte: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2010.

### Material utilizado:

1. Uma caixa de madeira com aproximadamente 40 cm x 25 cm x 20 cm;
2. Três bocais para lâmpadas;

3. Uma placa de madeira de aproximadamente 15 cm x 15 cm;
4. Um plugue comum;
5. Seis metros de fio secção 1mm<sup>2</sup>;
6. Fita isolante;
8. Um pedaço de papel cartão preto de aproximadamente 67 cm x 47 cm;
9. Anteparo (cartolina branca ou uma parede branca);
10. Retângulos de papel cartão nas cores branca, vermelha, azul, verde, amarela e preta.
11. Três luminárias iguais (de preferência com pé);
12. Lâmpadas do tipo projetora espelhada, de 40W/110V ou 40W/220V;
13. Papel cartão preto;
14. Régua de tomadas ou um benjamim, para permitir a conexão das três luminárias, caso não existam várias tomadas próximas.

O experimento “Compondo outras cores” tem como objetivo principal o reconhecimento de que a mistura de luzes de cores primárias (vermelho, verde e azul) dá origem a luz branca e as cores secundárias ciano (verde, azul), magenta (azul, vermelho) e amarelo (verde, vermelho). Além disso, dependendo da maneira como a atividade é conduzida e trabalhada, é possível ainda levar o aluno a:

- a) Empregar os fenômenos de reflexão e absorção da luz na compreensão das cores dos objetos;
- b) Identificar as diferenças existentes entre os processos de mistura de pigmentos coloridos e de luzes coloridas.

## **B) Câmara escura.**

Este experimento visa demonstrar a propagação retilínea da luz e a formação de imagens. São abordados conceitos como: visão, luz, imagens, cores.

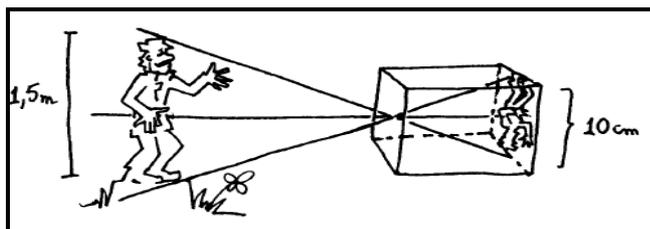


Figura 4: Esquema da formação da imagem em uma câmara escura.  
Fonte: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2010.

1. Papelão de fundo preto de 30 cm x 60 cm
2. Fita adesiva preta
3. Folha de alumínio de 10 cm x 10 cm
4. Papel vegetal de 20 cm x 20 cm
5. Tesoura e alfinete
6. Cola de papel
7. Guache preto ou tinta preta

A câmara escura é uma caixa dentro da qual pode-se projetar a imagem de um objeto sobre uma folha de papel. Seu funcionamento baseia-se no princípio da propagação retilínea da luz. O interessante desse experimento é que a imagem projetada estará invertida. Isso acontece porque a luz caminha em linha reta. Um raio de luz que sai da parte inferior do objeto, após passar pelo furinho no papel de alumínio, atingirá a parte superior do papel vegetal. Isto é: o que está em cima vai para baixo, o que está à esquerda vai para a direita e vice versa, como mostrado na Figura 4. (SOUZA, NEVES, MURAMATSU, 2007.)

### C) Reservatório de água.

O reservatório de água (Figura 5) é utilizado para demonstrar a propagação da luz em meios homogêneos e transparentes e em meios heterogêneos com densidades diferentes. O experimento é simples e permite aos alunos visualizarem fenômenos como reflexão, refração e reflexão total. Fonte ALBINO JUNIOR, Amadeu, 2010.

#### Material utilizado

1. Reservatório de vidro ou acrílico de com aproximadamente 40 cm x 25 cm x 20 cm, contendo uma mistura de água com açúcar;
2. Um laser verde potência 50 mW;



Figura 5: Demonstração da propagação da luz em meios distintos.  
ALBINO JUNIOR, Amadeu, 2010.

#### **D) Cartões com furos.**

Um pequeno orifício feito num papel funciona como uma lente de aumento, permitindo que se veja uma imagem ampliada de um objeto que se encontra muito próximo do olho do observador. Isso se deve ao fenômeno de difração que neste caso, faz com que os raios que são refletidos do objeto sejam difratados, tornando a imagem maior que o objeto (ver figura 5).

Difração é um fenômeno que ocorre com as ondas quando elas passam por um orifício ou contornam um objeto cuja dimensão é da mesma ordem de grandeza que o seu comprimento de onda. Segundo a YOUNG (2009):

[...] o comportamento das ondas luminosas ao passar por uma abertura constitui um exemplo de difração; cada parte individual da abertura funciona como uma fonte de onda e a figura resultante com franjas brilhantes e franjas escuras é o resultado da interferência que emanam dessas fontes. (YOUNG, 2009, p.109)

Entretanto, devemos ressaltar que a difração não é benéfica quando o nosso objetivo é visualizar objetos muito pequenos, por exemplo, utilizando um microscópio. Quando utilizamos um objeto que possui um tamanho que é da mesma ordem de grandeza do comprimento de onda da luz, iremos visualizar uma imagem

borrada do objeto. Este fato ocorre no cartão com furos, pois percebemos que quanto menor for o orifício utilizado no cartão, a imagem aparecerá mais borrada.

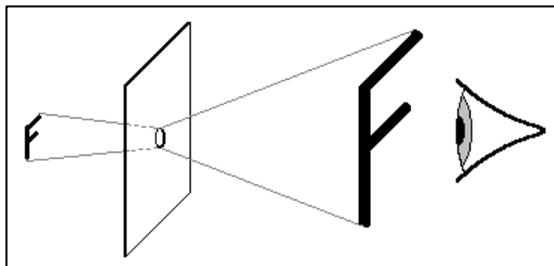


Figura 6: Ilustração da ampliação do texto por um cartão perfurado.  
Fonte: LUZIANE, 2010.

### Material utilizado

1. Um pedaço de papel cartão preto de aproximadamente 10 cm x 10 cm, com um pequeno orifício no seu centro.

O texto “Os fundamentos da luz laser” apresenta uma leitura interessante sobre a estrutura atômica, a origem e propagação da luz ao explicar o funcionamento de um laser, permitindo aos alunos uma base teórica para construir e compreender o experimento “Cartões com furos”.

### **Observação sobre a Câmara escura e Cartões com furos**

No experimento da câmara escura, estamos interessados em demonstrar o princípio de propagação retilínea da luz, no entanto a luz ao passar pelo orifício sofre difração, porém isto não compromete a visualização da imagem do objeto. Já no experimento do cartão com furo o objetivo é utilizar a difração da luz para ver um objeto quando a luz passa por um orifício da mesma ordem de grandeza que o seu comprimento de onda.

### **- Sexta estratégia: Apresentação dos experimentos**

Na sexta etapa, os alunos são divididos em grupos para apresentarem

seminários sobre os experimentos desenvolvidos. Essa etapa constitui uma importante fase na formação do aluno, pois neste momento trabalha-se a exposição oral de um conteúdo para a turma.

**- Sétima estratégia: Pós-teste**

A etapa final consiste na aplicação do questionário utilizado no início do trabalho como pré-teste. Nesta etapa pretende-se verificar se a sequência didática contribuiu de alguma forma para o aprendizado dos alunos na assimilação de conteúdos e na relação desses conceitos com os fenômenos físicos estudados.

## **4 APLICAÇÃO DO PRODUTO**

### **4.1 Introdução**

Neste capítulo descrevemos a aplicação do nosso produto, quais fatores específicos consideramos ao fazê-lo, como a escolha das estratégias, sequência, tempo de duração de cada etapa, material utilizado e o perfil da população pesquisada.

Acreditamos que esta etapa seja decisiva no desenvolvimento do processo, e por esta razão deve ser planejada de forma estruturada. Neste contexto, temos o objetivo de apresentar detalhadamente a aplicação do nosso produto para que, desta maneira, possamos contribuir de alguma forma com os professores que porventura utilizarem esse trabalho. Nesta perspectiva, por meio da nossa experiência, o professor deverá almejar uma aplicação ainda melhor do que a relatada neste trabalho, estando atento às dicas e sugestões feitas, percebendo quais são as possíveis adaptações necessárias para se obter sucesso na utilização da sequência didática. Acreditamos que, com este trabalho, estabelecemos aqui uma troca de experiência com os ‘colegas’ professores.

### **4.2 População pesquisada**

Para desenvolver nosso trabalho, escolhemos a modalidade EJA do Colégio Rui Barbosa. A sequência de atividades foi aplicada a uma turma do segundo ano do Ensino médio, formada por 20 alunos, com uma faixa etária variando entre 16 a 40 anos.

A turma se caracteriza pela heterogeneidade de seus alunos. Esse é um atrativo para desenvolvermos nosso trabalho, uma vez que um dos objetivos é trabalhar com a troca de experiência entre os alunos e entre alunos e professor, assim, identificamos naquela turma um grande potencial para desenvolvermos

nossa proposta.

Os objetivos dos alunos também são diferenciados, alguns tinham como meta, além de passar de série, conseguir passar no vestibular. Pensando no futuro, eles escolhiam áreas de atuação que lhe possibilitassem crescerem dentro da empresa em que os mesmos estavam trabalhando naquele momento. Muitos voltaram a estudar por exigência da empresa. A maioria desses alunos, já empregados, apesar de apresentar certo domínio em tarefas práticas, mostrava algumas limitações ao se relacionar com outras pessoas, à forma de se expressarem ou argumentarem defendendo suas opiniões, além de desconhecerem quase por completo os conteúdos ensinados na escola.

No entanto, em meio a esses jovens sonhadores, cheios de metas, temos também, os adultos que se diferenciavam, por já terem passado por essa fase. Muitos dos alunos adultos já exerciam suas profissões, já haviam feito a escolha profissional, mas sentiam a necessidade de estudar. Esses alunos apresentavam objetivos diferentes ao justificarem a retomada aos estudos. Eles voltaram a estudar pelo simples fato de àquela hora ser a hora em que ele se permitia estudar, esse aluno se caracterizava como um 'chefe de família' que trabalhou grande parte de sua vida com o objetivo sustentar sua família. Hoje, com filhos já formados ele se vê em um momento de sua vida, em que ele tem tempo para estudar.

Assim, percebemos claramente que as realidades que constituem o perfil dos alunos da EJA são distintas. Como exemplo disso, citamos a situação de termos dentro de uma mesma sala de aula um aluno de 16 anos iniciando sua vida profissional em uma empresa como 'menor aprendiz' sendo colega de outro com uma vida profissional superior a vinte anos de carteira assinada. Entretanto, devemos ter sabedoria para utilizar essas situações que o ambiente escolar propicia, em favor do aprendizado do aluno, através da troca de experiências.

### **4.3 EJA no colégio Rui Barbosa**

Apresentamos nesta seção uma breve descrição do ensino da modalidade EJA na escola em que foi aplicada nossa proposta.

O local escolhido para aplicarmos o nosso trabalho foi o Colégio Rui Barbosa,

uma das mais tradicionais instituições de Ensino particular de Belo Horizonte, Minas Gerais, iniciando suas atividades no ano de 1969 mediante a autorização de funcionamento dada pela portaria do MEC nº114/69.

O Colégio Rui Barbosa oferece o Ensino fundamental (6º ao 9º ano) e médio (1º ao 3º ano). Os cursos são presenciais, e se caracterizam por uma proposta de ensino, criada para ser aplicada em seis meses. Essa proposta possui uma metodologia que estabelece critérios de avaliações, trabalhos individuais e em grupos, assim como em um curso anual. A diferença primordial é o tempo, por isso a proposta de ensino da EJA apresentada por essa escola, busca desenvolver todos os projetos escolares dentro do tempo disponível para o término do curso. É importante ressaltar que, mesmo sendo um curso que dura a metade do tempo de um curso regular, todas as exigências solicitadas pela Secretaria de Educação, tais como critérios de avaliação e distribuição de pontos, são atendidas.

No Colégio Rui Barbosa a divisão dos conteúdos é feita de forma semestral. Para conseguir a aprovação em uma série o aluno deverá alcançar no mínimo 60% de aproveitamento. São distribuídos 100 pontos, entre provas e trabalhos, durante todo o semestre. Cada semestre é dividido em duas etapas, sendo distribuídos 40 pontos na primeira etapa e 60 pontos na segunda, considerando a média de 24 pontos na primeira e 36 pontos na segunda etapa, o que ao final do semestre promoverá a aprovação destes alunos. Se ao término de cada etapa o aluno não conseguir alcançar a média, ele terá a oportunidade de fazer uma recuperação intermediária. Na recuperação intermediária, o aluno terá mais uma chance de aprender o conteúdo. As formas de avaliações desta recuperação intermediária são trabalhos e provas, distribuídos da seguinte maneira: 10 pontos de trabalhos e 30 pontos de prova. A recuperação intermediária não é obrigatória, o aluno faz somente se ele desejar, mesmo estando abaixo da média.

#### **4.4 Aplicação da sequência didática**

Nesta seção descrevemos a aplicação da sequência didática, por meio das sete estratégias de ensino contidas em nosso produto educacional.

Inicialmente aplicamos o pré-teste para analisarmos o conhecimento prévio

dos alunos. Com base na análise dos dados coletados planejamos estratégias que atenderiam as necessidades de aprendizagem características daquela turma. Neste sentido, exibimos para os alunos duas tele-aulas do telecurso 2000, com o objetivo de retomar as questões respondidas no pré-teste. Em seguida, selecionamos alguns textos e artigos de divulgação científica, para trabalhar os conceitos de Óptica. Após o estudo dos textos, os alunos apresentaram uma síntese da leitura, realizando um debate durante uma aula. Após o debate, apresentamos a proposta de construção de experimentos em grupo, sendo todos os experimentos relacionados com o assunto dos textos trabalhados anteriormente. Nesta etapa de construção de experimentos, disponibilizamos tempo nas aulas para auxílio e acompanhamento para a elaboração destes. Uma aula foi reservada para a apresentação dos experimentos pelos alunos, através de demonstrações de fenômenos físicos e discussão dos conceitos de física envolvidos. Finalizamos a aplicação das nossas estratégias aplicando o pós-teste, para avaliarmos a mudança conceitual de cada aluno. A utilização do pós-teste nos proporcionou uma resposta ao desenvolvimento do nosso trabalho com esses alunos. Através dele também obtivemos dados, para avaliarmos nossa sequência didática, indicando sugestões de mudanças para melhoria em aplicações futuras. A seguir discutimos em detalhes a aplicação de cada estratégia.

#### **4.4.1 Estratégia 1: Aplicação e análise do pré-teste**

A primeira atividade do nosso produto educacional consiste na aplicação de um questionário pré-teste para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o ensino de Óptica que será abordado na sequência didática. O questionário, mostrado no Quadro 2, é composto por seis perguntas.

### Questionário

- Q<sub>1</sub>) O que é luz?
- Q<sub>2</sub>) O que são ondas eletromagnéticas?
- Q<sub>3</sub>) Como enxergamos os objetos que não emitem luz?
- Q<sub>4</sub>) Porque nos vemos num espelho?
- Q<sub>5</sub>) Como é formado o arco-íris?
- Q<sub>6</sub>) Cite as propriedades da luz que você conhece, ou já ouviu falar. Explique-as.

Quadro 3: Perguntas que compõem o questionário pré-teste.

Fonte: Dados da pesquisa.

O questionário foi aplicado aos 20 alunos da turma EJA do segundo ano antes que o conteúdo de Óptica fosse abordado em sala de aula. A ideia é estabelecer quais são os conhecimentos adquiridos espontaneamente pelos alunos sobre o assunto.

Ao elaborar o questionário fizemos uma junção entre perguntas que exigem o conhecimento de conceitos básicos da Óptica com outras que relacionam a física com o cotidiano, com o objetivo de saber se os alunos fazem essa relação e o que eles sabem da Óptica. Identificamos essa relação nas questões 3, 4 e 5, pois são questões que representam fenômenos físicos vivenciados por todos nós, assim, o objetivo dessas perguntas é saber se o aluno possui uma visão crítica sobre os fenômenos físicos que fazem parte de seu cotidiano. As questões 1, 2 e 6 exigem dos alunos que eles saibam alguns conceitos básicos de Óptica, por isso, essas perguntas tem o objetivo de identificar o nível de conhecimento de cada aluno sobre o assunto.

Optamos em utilizar para análise dos dados coletados a abordagem proposta pela Análise Textual Discursiva (MORAES, GALIAZZI, 2007), desta maneira, podemos ter acesso aos detalhes das respostas do questionário. Moraes e Galiazzi indicam a unitarização, o que *“implica examinar os textos em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados”* (MORAES, GALIAZZI, 2007, p.11). A junção dos pequenos detalhes constitui um todo que será responsável pela compreensão de cada resposta. Ao utilizar a categorização como maneira de fazer nossa análise,

concordamos com Bardin (1977), que define categorização como

[...] uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação [...] ou reagrupamento [...] segundo o gênero (...) com critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão dos caracteres comuns destes elementos. (BARDIN, 1977, p.117).

Na análise das respostas dos alunos ao questionário aplicado procuramos considerar unidades de significação, buscando identificar um padrão de respostas que caracterizasse as ideias prévias dos alunos sobre o tema abordado.

Utilizamos o sistema alfanumérico para identificar os alunos, resguardando-se a identidade dos mesmos, assim, indicamos os alunos por A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>... A<sub>20</sub>.

Ao fazer a análise da primeira questão, “O que é Luz?”, descobrimos que nenhum dos alunos conseguiu responder completamente a esta questão, ou seja, indicando que *“A Luz é um fenômeno eletromagnético que transporta energia e se origina dos movimentos acelerados dos elétrons constituindo apenas uma minúscula parte de um todo maior, a larga faixa das ondas eletromagnéticas chamadas espectros eletromagnéticos”*. (HEWITT, 2002, pag.440). A resposta do A<sub>7</sub>, *‘É uma energia que vem de acordo com as ondas eletromagnéticas’*, foi considerada a que mais se aproximou da resposta esperada.

Analisando as respostas dadas pelos alunos podemos dividi-las em quatro categorias: cores; energia; não sei; e associações isoladas. No Quadro 3 mostramos alguns exemplos de respostas que justificam as categorias utilizadas.

Questão 1	“O que é Luz?”	
Categorias	Respostas indicadas	Aluno
<b>Cores</b>	<i>‘É um conjunto de cores emitidas pelo Sol.’</i>	A <sub>10</sub>
<b>Energia</b>	<i>“É um feixe de energia”.</i>	A <sub>17</sub>
	<i>‘Luz é energia’.</i>	A <sub>12</sub>
	<i>‘ A luz é um tipo de energia que por onde passa vai clareando e quando se choca com superfícies onduladas para de brilhar’.</i>	A <sub>18</sub>
<b>Associações isoladas</b>	<i>‘É uma força eletromagnética. ’</i>	A <sub>14</sub>
	<i>‘É uma onda mecânica’.</i>	A <sub>20</sub>
	<i>‘É o brilho refletido de cada objeto, ou pessoa, ou seja, é o brilho da matéria. ’</i>	A <sub>2</sub>
	<i>‘É uma fonte que transmite claridade’.</i>	A <sub>5</sub>

Quadro 4: Exemplos de respostas da primeira questão para cada categoria.

Fonte: Dados da pesquisa.

Assim, quarenta e cinco por cento dos alunos responderam que não sabem definir luz. Vinte por cento das respostas relacionam luz com energia, vinte por cento das respostas foram classificadas como associações isoladas e quinze por cento dos alunos usaram em suas respostas a palavra cores, associando-a a existência da luz.

Fazendo uma análise geral da Q<sub>1</sub> conseguimos coletar um dado importantíssimo para o desenvolvimento do nosso trabalho, a maioria dos alunos não sabia conceituar luz, outros demonstraram ter um conhecimento prévio sobre o assunto, que embora fragmentado, poderia ser aproveitado durante o aprendizado. Neste sentido, acreditamos que os alunos, ao tentarem estabelecer essa relação, estão indicando que possuem um conhecimento prévio sobre o que estamos perguntando, mas não possuem o conhecimento científico, responsável pela compreensão desses conceitos.

Na análise da segunda questão “O que são ondas eletromagnéticas?”, não conseguimos encontrar nenhuma resposta completa, indicando que as ondas eletromagnéticas são: *‘A ocorrência de uma perturbação eletromagnética constituída por campos elétricos e magnéticos variando com o tempo e que pode se propagar de uma região do espaço para outra, mesmo quando não existe nenhuma matéria entre essas regiões’* (HEWITT, 2002).

Assim, cinquenta por cento declarou não ser capaz de responder a essa questão. Vinte por cento das respostas são associadas à palavra *energia*, vinte por cento das respostas são associadas à palavra *magnetismo* e dez por cento das respostas são associadas a *termos similares*. Desta maneira, na Q<sub>2</sub> identificamos três categorias para classificar as respostas dos alunos: energia; magnetismo; termos similares; não sei. No Quadro 4 mostramos exemplos de respostas que justificam as categorias criadas.

Questão 2	“O que são ondas eletromagnéticas?”	
Categorias	Respostas indicadas	Aluno
Energia	<i>‘É um tipo de Energia’.</i>	A <sub>13</sub>
	<i>‘São energias que passam em todos os lugares da cidade’.</i>	A <sub>7</sub>
	<i>‘São lugares onde acumulam energia’.</i>	A <sub>1</sub>
	<i>‘São ondas magnéticas emitidas através da energia’.</i>	A <sub>12</sub>
Magnetismo	<i>‘Ondas que emitem atração a um objeto, como por exemplo: o ímã.’</i>	A <sub>3</sub>
	<i>‘São ondas elétricas que percorrem lugares que possuem magnetismo’.</i>	A <sub>18</sub>
Termos similares	<i>‘Ondas que caracterizam o infra-rede, ultravioleta, frequência de rádio etc.’.</i>	A <sub>16</sub>
	<i>‘Ondas que possuem magnésio’.</i>	A <sub>15</sub>

Quadro 5: Exemplos de respostas da segunda questão para cada categoria.

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir desta análise percebemos que os alunos desconhecem o conceito de ondas eletromagnéticas, talvez esse fato justifique a ausência de respostas associadas à variação dos campos elétricos e magnéticos ou mesmo uma referência a sua capacidade de se propagar no vácuo. Por outro lado, observamos que alguns alunos entendem que as ondas eletromagnéticas estão presentes no nosso dia a dia. Em alguns casos podemos inferir que os alunos aproveitaram as palavras utilizadas em “ondas eletromagnéticas” para compor suas respostas. Além disso, percebemos também que alguns relacionam a palavra magnetismo com magnésio, o que deve ser esclarecido ao se trabalhar os conceitos.

Ao analisarmos a Q<sub>3</sub>, “Porque enxergamos os objetos que não emitem luz?”, encontramos uma variedade maior de respostas. Esperávamos encontrar uma resposta que, se aproximasse da resposta abaixo:

A maior parte das coisas que vemos ao nosso redor não emite luz própria. Entretanto, elas são visíveis porque refletem a luz que incide em suas superfícies, vinda de uma fonte primária tal como o Sol ou uma lâmpada, ou de uma fonte secundária tal como o Céu iluminado. (HEWITT, 2002, pag.467).

As razões dadas pelos alunos para enxergarmos objetos que não emitem luz própria foram classificadas de acordo com as seguintes categorias: tamanho dos objetos; reflexão/cores; câmara escura; outras respostas; não sei. No Quadro 5 mostramos exemplos de respostas que definem as categorias da terceira questão.

Questão 3	“Como enxergamos os objetos que não emitem luz?”	
Categorias	Respostas indicadas	Aluno
Tamanho dos objetos	<i>‘Porque eles não refletem um tamanho mais fácil a nossa visão’.</i>	A <sub>15</sub>
	<i>‘Porque eles têm um tamanho, uma porção de matéria visível a olho nu’.</i>	A <sub>3</sub>
	<i>‘Porque eles possuem quantidades significativas de matéria’.</i>	A <sub>2</sub>
	<i>‘Porque eles contem uma porção significativa de matéria que permite ver o seu volume’.</i>	A <sub>8</sub>
Reflexão/ Cores	<i>‘Porque vemos o que reflete nesses objetos, o reflexo das cores’</i>	A <sub>14</sub>
	<i>‘Pois eles absorvem certas cores e refletem as outras para os nossos olhos’.</i>	A <sub>10</sub>
Outras respostas	<i>‘Porque são objetos emitem a luz do Sol’.</i>	A <sub>19</sub>
	<i>‘Um objeto não precisa emitir luz para enxergarmos, basta estar em um ambiente iluminado’.</i>	A <sub>11</sub>
	<i>‘Porque são objetos ofuscados’.</i>	A <sub>9</sub>
Câmara escura	<i>“Porque nossos olhos funcionam como uma câmara escura’.</i>	A <sub>12</sub> A <sub>13</sub> A <sub>17</sub>

Quadro 6: Exemplos de respostas da terceira questão para cada categoria.

Fonte: Dados da pesquisa.

Não obtivemos uma resposta que fosse apresentada da maneira que esperávamos, fazendo relações com o fenômeno de reflexão e fonte de luz. Entretanto, as respostas dos alunos A<sub>11</sub>, A<sub>10</sub>, e A<sub>14</sub> foram as que mais se aproximaram do esperado.

Analisando as respostas descobrimos que vinte por cento dos alunos relacionaram esse fato ao tamanho dos objetos, ou seja, a concepção desses alunos, não leva em consideração a possibilidade de não enxergarmos um objeto grande que não emite luz. Eles acreditam que o tamanho do objeto é o principal fator para que o mesmo seja visto, independente da emissão ou não de luz por esse objeto. Dez por cento das respostas são associadas à reflexão e cores. Curiosamente identificamos que quinze por cento das respostas são associadas ao funcionamento da câmara escura. Vinte e cinco por cento foram respostas variadas relacionadas à iluminação do ambiente, Sol, objetos ofuscos e propriedades do nosso olho. Identificamos que trinta por cento dos alunos responderam não saber por que enxergamos os objetos que não emitem luz.

Mesmo tendo identificado que a maioria desconhecia os conceitos exigidos pela questão, o fato de alguns alunos relacionarem o fenômeno ao funcionamento da câmara escura nos chamou a atenção. Acreditamos que esse fato deve ser explorado futuramente durante a aplicação do nosso trabalho.

Dando sequência em nossa análise, analisamos a Q<sub>4</sub> “Por que nos vemos num espelho?”. A resposta esperada seria: *‘Porque a superfície polida do espelho produz uma reflexão regular da luz que incide sobre ele formando a nossa imagem’*. (GASPAR, 2000)

As respostas dadas pelos alunos a essa questão foram classificadas em apenas duas categorias: reflexão e não sei. Entretanto, dentro da categoria reflexão enquadrámos várias respostas relacionadas às palavras *refletor* e *reflete*, sendo todas relacionadas com o fenômeno de reflexão. Assim, na nossa análise observamos que cinquenta e cinco por cento das respostas estavam relacionadas ao fenômeno da reflexão, entretanto devemos destacar que algumas mesmo apresentando essa relação, não estavam corretas.

Neste contexto, temos o A<sub>15</sub> que apresentou a seguinte resposta: *‘Porque todo espelho tem um fundo negro atrás dele, sendo assim as cores batem e não refletem formando nossa imagem’*. Podemos perceber através dessa resposta que o aluno possui um conhecimento prévio sobre o assunto, até mesmo apresentando dados

que constituem a formação de um espelho, mas infelizmente desconhece os conceitos sobre a formação de imagens e se confunde ao tentar responder a questão. No Quadro 6 mostramos exemplos das respostas que definiram as categorias para esta questão.

Questão 4		“Porque nos vemos num espelho?”	
Categorias		Respostas indicadas	Aluno
Reflexão	Refletor	<i>‘Porque ele é um refletor de imagem’.</i>	A <sub>18</sub>
	Reflete	<i>‘Porque ele reflete’.</i>	A <sub>5</sub>
		<i>‘Porque o espelho tem uma propriedade de emitir reflexo’.</i>	A <sub>3</sub>
		<i>‘Porque o espelho reflete a mesma luz do ambiente’.</i>	A <sub>1</sub>
		<i>‘Porque a luz reflete em nós e nos faz enxergar sob uma placa de vidro especial nosso reflexo.’</i>	A <sub>19</sub>
		<i>‘Porque todo espelho tem um fundo negro atrás dele, sendo assim as cores batem e não refletem formando nossa imagem’.</i>	A <sub>15</sub>

Quadro 7: Exemplos de respostas da quarta questão para cada categoria.

Fonte: Dados da pesquisa.

Dentre os cinquenta e cinco por cento de respostas que foram relacionadas à reflexão, quinze por cento dos alunos associaram suas respostas a palavra refletora, ou seja, para os mesmos o espelho funciona como um aparelho refletor. Enquanto que quarenta por cento dessas respostas foram associadas ao verbo refletir. Finalizamos a análise com um total de quarenta e cinco por cento dos alunos afirmando não saber a resposta para a Q<sub>4</sub>.

Ao fazer a análise da Q<sub>5</sub>, “Como é formado o arco-íris?”, almejávamos encontrar uma resposta que se aproximasse da seguinte definição:

As cores do arco-íris são dispersas a partir da luz solar por milhões de gotículas esféricas de água, que atuam como prismas.[...] Um raio de luz ao atingir a superfície da gotícula terá parte da luz refletida e parte refratada. Na parte refratada, a luz é dispersa nas cores de seu espectro, o violeta sendo a mais desviada e o vermelho a menos desviada das cores, cada uma das cores é parcialmente refratada para o ar exterior e parcialmente refletida de volta para a água. (HEWITT, 2002, pag.479).

Obtivemos várias respostas relacionando o fenômeno físico, a refração ou a reflexão, separadamente. Não encontramos nenhuma que apresentasse as duas leis para explicar a ocorrência do fenômeno físico. Entretanto, o A<sub>1</sub> apresentou a resposta que consideramos mais completa: *'Isso ocorre quando o reflexo do Sol bate nas moléculas pequenas de água e mostram todas as cores que a cor branca tem'*.

Neste contexto, ao fazer a análise das respostas encontramos quatro categorias apresentadas pelos alunos: cores, reflexão, outras respostas e não sei. As justificativas para a elaboração de cada categoria encontram-se no Quadro 7. Durante essa análise percebemos que poderíamos fazer a junção entre as duas primeiras categorias, cores e reflexão, algumas respostas relacionadas à palavra reflexão, também apresentaram a palavra cores. No entanto, preferimos apresentar as duas de forma separada, pois, entre essas respostas foram encontradas outras relacionadas somente à reflexão, sem apresentarem relação com a palavra cores. Acreditamos que desta maneira fica mais fácil para o leitor compreender a análise.

Questão 5	“Como é formado o arco-íris?”	
Categorias	Respostas indicadas	Aluno
Cores Cores/Luz Cores/ difusão da Luz branca	<i>‘O arco-íris é formado pelo encontro de todas as cores’.</i>	A <sub>5</sub>
	<i>‘É a junção das cores primárias’.</i>	A <sub>17</sub>
	<i>‘É formado de cores através da Luz’.</i>	A <sub>12</sub>
Reflexo	<i>‘É o reflexo do branco em todas as gotículas de umidade do ar’.</i>	A <sub>2</sub>
Reflexão/ Cores	<i>‘Porque vemos o que reflete nesses objetos, o reflexo das cores’</i>	A <sub>3</sub>
	<i>‘Pois eles absorvem certas cores e refletem as outras para os nossos olhos’.</i>	A <sub>10</sub>
Reflexo/ Luz do sol	<i>‘São as cores que batem na Luz do sol e se refletem’.</i>	A <sub>15</sub>
Outras respostas: Força /Sol / Chuva	<i>‘Pela força do Sol’.</i>	A <sub>13</sub>
	<i>‘Depois que chove e o Sol raia, forma o arco- íris’.</i>	A <sub>10</sub>

Quadro 8: Exemplos de respostas da quinta questão para cada categoria.

Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando as respostas, percebemos que muitos alunos não conseguiram responder completamente a pergunta, apenas fizeram associação às palavras. Vinte e cinco por cento das respostas se relacionam a palavra cores, quinze por cento das respostas foram relacionadas à palavra reflexão, em associação com cores ou luz do Sol. Em outras respostas, com dez por cento do total das respostas, observamos associações às palavras: força, Sol e ou chuva. Metade dos alunos, cinquenta por cento, responderam que não sabem descrever como ocorre a formação do arco-íris. Esse último dado chamou a nossa atenção, pois todos os alunos disseram que já haviam presenciado este fenômeno físico.

Na Q<sub>6</sub>, “Cite as propriedades da luz que você conhece, ou já ouviu falar. Explique-as.”, gostaríamos que os alunos citassem algumas propriedades da Óptica geométrica tais como:

- Propagação retilínea da luz: nos meios homogêneos e transparentes, um raio de luz percorre uma trajetória retilínea.
- Reversibilidade dos raios luminosos: a trajetória seguida por um raio de luz não se altera quando se inverte o sentido de seu percurso.
- Independência dos raios luminosos: raios de luz ao se cruzarem, seguem independentemente, cada um, a sua trajetória.

Esperávamos também que os alunos citassem propriedades relacionadas à velocidade da luz, reflexão ou refração. Essa foi a questão que apresentou o maior número de respostas do tipo não sei, totalizando setenta e cinco por cento. Dentre os vinte e cinco por cento dos alunos que citaram alguma propriedade nenhum deles conseguiu explicá-las.

Neste contexto, além da categoria não sei, encontramos apenas duas categorias para representar as respostas dadas: reflexão e propriedades diversas. No Quadro 8 mostramos exemplos das respostas que definem as categorias.

Questão 6	“Cite as propriedades da luz que você conhece, ou já ouviu falar. Explique-as.”	
Categorias	Respostas indicadas	Aluno
Reflexão	‘Reflexão’.	A <sub>10</sub>
	‘É uma fonte de reflexão’.	A <sub>20</sub>
Propriedades diversas	‘É composta por cores primárias que quando se juntam se transformam na cor branca’.	A <sub>1</sub>
	‘Energia, ondas eletromagnéticas.’	A <sub>8</sub>
	‘Não há velocidade maior que a da luz’.	A <sub>18</sub>

Quadro 9: Exemplos de respostas da sexta questão para cada categoria.

Fonte: Dados da pesquisa.

Desses vinte e cinco por cento, que responderam à questão, apenas dez por cento citaram o fenômeno da reflexão; 15% citaram propriedades diversas como, por exemplo, a velocidade da luz, sua formação, ou o fato de ser considerada uma onda.

Após a análise de todas as respostas dadas às questões do pré-teste, observamos que aproximadamente metade dos alunos não possui conceitos prévios sobre Óptica geométrica. Os outros alunos apresentaram ideias espontâneas sobre o assunto, e em alguns poucos casos, estas respondiam parcialmente às perguntas feitas.

Mais uma vez, vale à pena enfatizar que a aplicação do pré-teste é essencial, tornando-se um fator decisivo na elaboração das estratégias da nossa proposta, pois a sua análise poderá ser um indicativo de qual caminho o professor deverá seguir, por onde começar, quais conceitos básicos necessitam ser trabalhados com esses alunos. Por exemplo, percebemos a presença de alguns termos nas respostas do pré-teste, que podem ser indicadores da necessidade de desenvolver um trabalho que possibilite ao aluno a compreensão dos mesmos. Assim, identificamos algumas respostas nas quais o termo “câmara escura” foi utilizado para explicar por que vemos objetos que não emitem luz. Neste contexto, entendemos que os alunos, na verdade, não compreendem completamente o fenômeno relacionado ao funcionamento de uma câmara escura.

Os dados coletados nos orientaram quanto à escolha do material mais adequado para aqueles alunos, o que pode ser trabalhado de forma alternativa, e qual o nível de conhecimento prévio desses alunos. Após a finalização dessa análise, buscamos aplicar estratégias de ensino que estivessem relacionadas aos indicadores apresentados pela turma.

#### 4.4.2 Estratégia 2: Apresentação das tele-aulas e discussão das questões do questionário.

Nesta etapa do nosso trabalho utilizamos dois vídeos do tele-curso 2000, “Introdução à Óptica Geométrica” e a “História da evolução das ideias sobre o conceito de Luz”, identificados pelos números 31 e 35, respectivamente. Além disso, discutimos as questões do questionário. Percebemos que este foi um momento

muito importante, pois alguns alunos demonstravam bastante curiosidade em relação às questões que foram abordadas no mesmo.

Assim, os alunos assistiram as duas tele-aulas, e logo em seguida nos sentamos em círculo com o objetivo de discutir os assuntos abordados. A discussão foi bastante útil, todos fizeram observações, demonstrando muito interesse em compreender os fenômenos e conceitos apresentados nas tele-aulas. Percebemos que com a utilização das tele-aulas os alunos conseguiram compreender os fenômenos que antes não compreendiam. Esses alunos se manifestaram dizendo desconhecer os conceitos cobrados no questionário. Dessa maneira, as tele-aulas cumpriram o papel de introduzir esses conceitos de uma forma ilustrativa.

Na tele-aula “Introdução à Óptica Geométrica” foram abordados os tópicos: reflexão e refração da luz; emissão da luz; cores de um corpo; e formação de imagens. Essa tele-aula apresentou de forma bem dinâmica uma introdução à Óptica geométrica, composta por várias demonstrações de experiências. Citamos, por exemplo, um prisma de acrílico utilizado para demonstrar a reflexão e refração da luz, além de destacar definições de raios de luz, ponto de incidência, normal, plano de incidência, raio de incidência, raio refratado, ângulo de incidência, ângulo de reflexão. Desta maneira, as leis da reflexão são apresentadas de forma coerente.

Após a apresentação de todos os conceitos, o aluno é questionado sobre o fenômeno de enxergarmos, porque enxergamos? Além disso, são apresentados os conceitos de luz, sombra e penumbra, os quais são relacionados a fenômenos físicos como, por exemplo, a ocorrência de eclipses solares e lunares. O vídeo sugere também a elaboração de uma câmara escura para fazer uma analogia ao funcionamento de uma câmara fotográfica, compreendendo assim, o fenômeno físico ocorrido, através do princípio de propagação retilínea da luz.

Na tele-aula “História da evolução das ideias sobre o conceito de Luz” foram abordados os tópicos: velocidade da luz; em Ciência as ideias são mutáveis; e a natureza dual da luz. Essa tele-aula é composta por um teatro, realizado por meio de um debate com a participação de grandes gigantes da Física como, por exemplo: Galileu, Newton e Albert Einstein. Os cientistas apresentam a velocidade da luz, sua natureza, retomando os conceitos de reflexão e refração. Destacam que inicialmente pensava-se que a luz fosse uma partícula e que nos dias de hoje a luz pode ser considerada tanto como partícula quanto como onda eletromagnética, ou seja, introduzindo a natureza dual da luz. Um ponto importante discutido neste vídeo é a

concepção de que em Ciências as ideias são mutáveis e não existem certezas eternas.

A discussão filosófica despertou o interesse dos alunos em compreenderem um pouco da evolução histórica da Física. Os alunos ficaram em vários momentos intrigados e curiosos com os questionamentos e os respectivos argumentos utilizados dentro do contexto da evolução histórica da Física.

A escolha dessas duas tele-aulas é justificada por elas abordarem conceitos cobrados nas questões do questionário, apresentando demonstrações de experimentos relacionados a fenômenos ópticos, além de definirem conceitos importantes de forma bem dinâmica, sempre utilizando os fenômenos que estão relacionados ao nosso cotidiano.

Esta etapa representou um papel muito importante na construção do nosso trabalho, pois após assistirem as tele-aulas os alunos fizeram suas reflexões e questionamentos sobre o conteúdo do vídeo.

Realizamos um debate no qual todos os alunos deveriam participar, cada um respondendo uma pergunta do questionário. Deixamos que cada um escolhesse a pergunta que gostaria de responder, o que não comprometeu o resultado, pois, ao final todas as questões foram respondidas, questionadas e esperamos que compreendidas. Como as respostas foram dadas por eles mesmos não exigimos nenhuma anotação.

Os alunos demonstraram gostar bastante da estratégia de utilizar as tele-aulas, elogiando a forma como foram apresentados os conceitos, uma maneira interessante e criativa de aprender algo sobre Óptica. Além disso, ressaltaram também que as tele-aulas, através das demonstrações, possibilitaram aos mesmos a visualização de experiências realizadas dentro de um laboratório.

Ao apresentar essas tele-aulas tivemos como objetivo trabalhar conceitos básicos necessários para uma melhor compreensão da Óptica e apresentar fenômenos relacionados a ela. Através do envolvimento de cada aluno conseguimos perceber que a utilização das tele-aulas foi uma estratégia eficaz para despertar o interesse o envolvimento de cada um deles.

#### 4.4.3 Estratégia 3: Leitura de artigos de divulgação científica

Nesta etapa selecionamos alguns artigos de divulgação científica e textos complementares do GREF que abordam o conteúdo de Óptica e também apresentam experimentos de demonstração para melhor compreensão dos assuntos trabalhados nos textos. Os alunos acharam essa estratégia inovadora, por não terem tido anteriormente a oportunidade de contato com esse tipo de linguagem.

O material adotado pela escola para ser utilizado no ensino de Física é constituído de apostilas. As apostilas apresentam sempre um resumo dos conceitos, além de priorizar exercícios que exigem apenas aplicação de fórmulas matemáticas para a sua resolução. Os alunos não tinham conhecimento da possibilidade de trabalhar um conteúdo de forma contextualizada, ou mesmo com a utilização de demonstrações dos fenômenos.

Os textos utilizados na nossa proposta foram:

- a. Fotografando com a câmara escura de orifício (SOUZA; NEVES JÚNIOR; MURAMATSU, 2007);
- b. Eclipses solares e lunares (PEDROSA; ROCHA, 2004);
- c. Os fundamentos da Luz laser (BAGNATO, 2001);
- d. Textos do Caderno “**Leituras de Física**” (GREF, 1993, p.45-47; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2010).

Os textos foram escolhidos por estarem diretamente relacionados com o conteúdo abordado nas estratégias anteriores e apresentarem uma linguagem mais formal, diferente do que seria de costume dos alunos.

Os temas abordados se tornam muito atrativos pelas sugestões de demonstrações feitas pelos artigos. Trabalhar com esses textos foi uma maneira que escolhemos para tentar tornar o ensino de Óptica mais envolvente, despertando o interesse dos alunos em aprender os temas abordados.

Os alunos gostaram desta etapa, na qual poderiam se tornar alunos mais cultos apropriando-se de uma linguagem científica. Neste momento, apresentamos aos alunos o caminho para ter acesso a esse tipo de texto, indicando *sites* e revistas de divulgação científica.

A escola não disponibilizava de laboratórios de informática permitindo o acesso dos alunos à *internet*, entretanto na sala dos professores havia dois computadores. Nesta aula nos deslocamos para a sala dos professores, onde os alunos foram acessando os *sites* que indicamos para buscarem os textos. Essa atividade improvisada foi muito interessante porque alguns alunos se mostraram surpresos ao perceberem que eles mesmos poderiam fazer a busca e ter acesso a esse tipo de material. Os alunos se mostraram tão envolvidos que ao final, apresentamos outros *sites* relacionados a vídeos com demonstrações de fenômenos físicos e outros relacionados a feiras de Ciências. Realmente a atividade foi muito interativa, e mesmo com apenas dois computadores disponíveis para a turma foi possível realizar a atividade. Os alunos se revezaram para utilizá-los.

Durante a busca pelos textos, os alunos receberam orientações sobre a utilização segura da *internet*, como uma ferramenta para o aprendizado. Evitando desta forma, buscar informações em *sites* que não estejam relacionados com Educação. No final da atividade, todos encontraram os textos indicados e, além disso, durante a busca vários alunos encontraram outros textos, os quais foram coletados para uma leitura posterior.

Após a impressão dos textos, dividimos a turma em quatro grupos, formados por cinco alunos. Cada grupo ficou encarregado de fazer a leitura de um artigo, grifando as palavras desconhecidas e tentando compreender a ideia central dos textos, para apresentar os resultados aos demais alunos na aula seguinte.

#### 4.4.4 Estratégia 4: Debate entre os alunos sobre os textos e artigos de divulgação científica

Nesta etapa os alunos tiveram a oportunidade de apresentar suas reflexões sobre os textos estudados na estratégia anterior, além disso, puderam discutir o significado de termos ou palavras desconhecidas. Acreditamos que essa ‘tarefa’ de grifar as palavras desconhecidas no texto pelo aluno é importante porque enriquece o seu vocabulário.

Combinamos com os alunos na estratégia anterior, que mesmo o grupo sendo formado por cinco alunos, seria necessário a participação de todos os integrantes na hora do debate, cada aluno dando o seu parecer sobre o texto. Desta forma, todos os integrantes do grupo ficaram responsáveis pela leitura do texto.

Na apresentação percebemos o envolvimento dos alunos no debate, todos participaram, alguns até citaram leituras feitas em outros textos, que também estavam relacionadas com o assunto discutido.

Um dos fatores que mais nos chamou a atenção foi que, mesmo com a divisão dos alunos em grupos, todos se interessaram pelos artigos dos outros grupos. Com certeza não puderam fazer uma leitura tão aprofundada de todos, mas cada grupo colocou o tema em questão de forma clara e segura, possibilitando aos outros grupos compreenderem a ideia central de cada tema trabalhado.

#### 4.4.5 Estratégia 5: Construção de experimentos

Na quinta etapa do nosso trabalho, os alunos foram convocados a construir experimentos relacionados a fenômenos da Óptica. A reação dos alunos nos surpreendeu, pois eles adoraram a ideia que para eles era algo inédito. Assim, esta seria uma nova estratégia que era oferecida a eles, promovendo outro momento de aprendizado.

Disponibilizamos três aulas de 50 minutos para a elaboração e realização desta estratégia. Coube aos alunos dividir as tarefas de trabalho, ficando encarregados de escolher qual seria o melhor material a ser utilizado, onde comprar, quem compraria. Para a compra do material a escola cedeu parte do custo, e a outra parte foi dividida entre os integrantes do grupo. Os alunos foram responsáveis por fazer orçamento e compra de todo o material.

Alguns alunos conseguiram terminar a construção dos experimentos dentro do período estabelecido, os que não conseguiram puderam levar o experimento para casa e terminá-lo.

Acreditamos que essa etapa de construção, tenha sido para eles a que apresentou mais desafios, pois, ela exigia que eles aplicassem o conhecimento teórico adquirido até então na construção do experimento. Feito isso, eles deveriam

apresentar suas conclusões, indicando todo o processo de construção, o que realmente funcionou, o que precisou ser adaptado, ou se tudo ocorreu como previsto.

Preferimos manter os mesmos grupos formados na terceira estratégia, pois os alunos deveriam construir experimentos relacionados aos textos lidos anteriormente. Desta maneira, sugerimos a construção de quatro experimentos para os quatro grupos de alunos. Todos os grupos receberam os roteiros dos seus respectivos experimentos, nos quais havia orientações para a sua elaboração.

Descrevemos, a partir deste momento, o processo de construção dos experimentos escolhidos, os fatores que mais chamaram a nossa atenção e como foi o envolvimento dos alunos neste processo.

#### **- Compondo outras cores**

O primeiro grupo realizou a construção da atividade experimental “Compondo outras cores”, proposta nas “Leituras de Física” do Gref (1993), embasada por discussões sobre fontes de luz e de calor; a relação existente entre cor, energia e temperatura e a possibilidade de se decompor a luz branca.

O grupo obteve êxito na construção do experimento. Depois de identificar os obstáculos que seriam encontrados na sua elaboração, o grupo escolheu comprar uma caixa de madeira pronta e adaptá-la ao experimento.

Durante a construção, algumas dificuldades surgiram como, por exemplo, a adaptação da parte elétrica do experimento, que é composta por um conjunto de três bocais para lâmpadas ligadas a três interruptores externos e na adaptação da caixa de madeira. Percebemos essa dificuldade dos alunos quando eles pediram auxílio para fazer a ligação entre os interruptores e as lâmpadas. Outra dificuldade foi conseguir fazer a abertura circular em um dos lados da caixa de madeira.

Os alunos acharam surpreendente o fato de conseguirem visualizar a cor branca através da mistura de cores. Além disso, por meio do experimento os alunos conseguem relacionar ou até mesmo visualizar os fenômenos de reflexão e absorção da luz na compreensão das cores dos objetos, e identificar as diferenças existentes entre os processos de mistura de luzes e pigmentos coloridos. Neste contexto, foi possível discutir a formação do arco-íris e a dispersão das cores.

### **- Câmara escura**

O segundo grupo construiu uma câmara escura. Mesmo sabendo que poderiam usar uma caixa de papelão, eles foram mais sofisticados e resolveram usar uma caixa de madeira com as mesmas dimensões indicadas para a caixa de papelão. Além disso, deram um acabamento bastante interessante pintando a caixa com tinta preta.

Planejando atender as necessidades de aprendizagem indicadas no pré-teste, acreditamos que a construção desse experimento contribui bastante para a formação de conceitos sobre imagens, visão, luz, e cores. Muitos alunos citaram a câmara escura como explicação de fenômenos completamente distintos.

### **- Reservatório de água**

O terceiro grupo ficou com a construção do reservatório de água. Esse não deu muito trabalho para os alunos, eles pegaram as dimensões sugeridas no roteiro, compraram as placas de vidro e colaram com silicone formando o reservatório. Compraram também o laser verde e cumpriram o objetivo de construir o experimento.

Acreditamos que a construção desse experimento contribui para que o aluno consiga visualizar e compreender de forma simples, através da demonstração a propagação da luz em meios homogêneos e transparentes e em meios heterogêneos com densidades diferentes. O interessante desse experimento é que, além de ser bem simples, ele permite aos alunos visualizarem fenômenos como reflexão, refração e reflexão total.

### **- Cartões com furos**

O quarto grupo construiu o experimento mais simples de todos que foram os "Cartões com furos", esse não deu nenhum trabalho na sua elaboração, pois era realmente muito simples. Eles obedeceram às dimensões sugeridas no roteiro e reproduziram o mesmo com facilidade.

Apesar da simplicidade, o experimento permite ao aluno visualizar a imagem

ampliada de um objeto que se encontra muito próximo do olho, trabalhando o fenômeno da difração.

#### 4.4.6 Estratégia 6: Apresentação dos experimentos

Na sexta etapa da sequência disponibilizamos uma aula de 50 minutos para apresentação dos trabalhos. Os alunos utilizaram os experimentos construídos para demonstrar fenômenos físicos.

Esta foi mais uma etapa inovadora para eles, pois eles não tinham hábito de visualizarem fenômenos físicos através de demonstrações, muito menos através de experimentos construídos por eles mesmos. Ao apresentarem os experimentos, os alunos destacaram as dificuldades enfrentadas na hora da construção de cada experimento. Entretanto, eles conseguiram alcançar o objetivo, que era reunir a teoria à prática com sucesso. Eles demonstraram compreender realmente o fenômeno que estava sendo demonstrado em cada experimento com clareza e foram capazes de responder todas as perguntas colocadas pelos outros grupos e pela professora.

Na apresentação do experimento “Compondo outras cores” percebemos um entusiasmo muito bom entre os integrantes do grupo, que além de discutirem os conceitos corretamente através da explicação do fenômeno, demonstraram ter aproveitado o ambiente de aprendizagem proporcionado em cada etapa da construção do experimento.

No grupo “Câmara Escura”, os alunos conseguiram demonstrar o fenômeno físico estabelecido pelo experimento de forma bem nítida. A demonstração desse experimento deveria ser feita em uma sala de aula na qual não havia cortinas. Ciente desse detalhe, no dia da apresentação o grupo levou vários pedaços de ‘TNT’ preto buscando um ambiente escuro apropriado à apresentação, permitindo que a turma visualizasse perfeitamente o fenômeno físico. Os alunos explicaram porque a imagem projetada estava invertida através da propagação retilínea da luz, enfatizando que essa era uma das propriedades da luz, sobre as quais eles tinham sido questionados no início deste trabalho.

Além de observar que os alunos haviam conseguido alcançar o objetivo

central dessa atividade, relacionar os conceitos e interpretar os fenômenos, o que mais chamou a nossa atenção foram o compromisso e a responsabilidade do grupo em apresentar corretamente o experimento, mesmo que para isso, eles tivessem que improvisar. Acreditamos que a necessidade de fazer uma intervenção no ambiente seja muito importante para a formação do aluno, favorecendo a tomada de decisões.

No experimento “Construção do Reservatório de Água” os alunos conseguiram demonstrar a propagação da luz em meios homogêneos e transparentes, em meios heterogêneos com densidades diferentes, os fenômenos de refração, reflexão e reflexão total. Para conseguir um meio que apresentasse diferentes densidades os alunos utilizaram o açúcar. No dia da apresentação eles levaram uma mistura de água com açúcar que eles haviam preparado no dia anterior.

No grupo dos “Cartões com furos” os alunos cumpriram as metas estabelecidas para a demonstração desse experimento, explicando como seria possível enxergar nitidamente um texto que se encontra muito próximo dos olhos, por meio da difração da luz.

Ao final de todas as demonstrações, percebemos que, o mais importante foi a percepção dos alunos de que na verdade o trabalho era um só, todos contribuíram de alguma forma com os experimentos para formar uma visão, um entendimento, bem mais amplo sobre os conceitos da Óptica.

#### 4.4.7 Estratégia 7: Aplicação do pós-teste

Com o objetivo de verificar se o nosso trabalho conseguiu agregar novos conhecimentos aos alunos optamos em aplicar, como pós-teste, o mesmo questionário aplicado no início do trabalho. Entretanto, nesta sétima etapa, utilizamos esse questionário como uma ferramenta que nos auxiliou a avaliar a mudança conceitual dos alunos após terem participado da sequência de atividades proposta.

Para realizarmos a análise dos resultados consideramos as unidades de significação, agregadas em categorias e dimensões, consolidadas no pré-teste. Isso

nos permitiu fazer uma análise detalhada de todas as respostas coletadas no pós-teste.

Esta etapa foi muito importante por permitir a nós professores, fazermos uma análise minuciosa do resultado da contribuição do nosso trabalho no aprendizado dos nossos alunos. Ao fazer essa análise consideramos as particularidades da turma na qual o trabalho foi aplicado, pois elas podem influenciar no resultado final.

Neste contexto escolar temos uma única certeza, independente do nível de dificuldade, da faixa etária, do tempo longe da escola, e outros fatores que constituem essas particularidades, temos o dever, enquanto educadores, de tornar esses alunos pessoas melhores, tanto no aspecto do seu desenvolvimento escolar, quanto cidadãos.

Além dessa análise, cabe ao professor utilizar esse momento também para fazer uma análise no sentido de perceber o que realmente funcionou. Seria uma espécie de auto-avaliação da eficácia da sequência de ensino. E a partir dos resultados, contribuir fazendo sugestões de melhoria para futuras aplicações.

#### 4.4.8 Análise do pós-teste

Iniciaremos a nossa análise com as respostas encontradas na Q<sub>1</sub> ('*O que é Luz?*'). Analisando as respostas para compreender a concepção dos alunos sobre o conceito de luz, definimos quatro categorias: Onda eletromagnética, Radiação eletromagnética, Energia e Cores. No Quadro 9 exemplificamos as categorias com as respostas dadas pelos alunos.

Ao analisar as respostas desta questão percebemos que a maioria dos alunos identifica a luz como uma onda ou radiação eletromagnética, o que entendemos como um resultado satisfatório. O restante dos alunos conceituou a luz como energia e cores. De modo geral, acreditamos que os alunos conseguiram agregar conceitos, aplicando-os na tentativa de responder a questão na sua própria linguagem. Outro ponto que torna o resultado bem satisfatório é o fato de nenhum aluno dizer que não sabe responder a essa questão.

Questão 1	'O que é Luz?'	
Categorias	Respostas indicadas	Aluno
<b>Onda eletromagnética</b> 55%	<i>'É uma onda eletromagnética. Possui uma característica dual, pode se comportar tanto como uma onda quanto como uma partícula.'</i>	A <sub>12</sub>
	<i>'São ondas eletromagnéticas que sensibilizam nossos órgãos visuais.'</i>	A <sub>20</sub>
	<i>'É a propagação de ondas eletromagnéticas.'</i>	A <sub>2</sub>
<b>Radiação eletromagnética</b> 20%	<i>'A luz é uma radiação eletromagnética que sensibiliza nossos órgãos visuais.'</i>	A <sub>8</sub>
	<i>'A luz é uma radiação eletromagnética.'</i>	A <sub>19</sub>
<b>Energia</b> 15%	<i>'Um feixe de energia independente que se propaga em linha reta.'</i>	A <sub>11</sub>
	<i>'A luz é um tipo de energia que emite reflexão.'</i>	A <sub>17</sub>
<b>Cores</b> 10%	<i>'É o encontro de todas as cores.'</i>	A <sub>15</sub>
	<i>'Uma reação eletromagnética, formando todas as cores.'</i>	A <sub>13</sub>

Quadro 10: Exemplos de respostas da primeira questão do pós-teste para cada categoria definida.

Fonte: Dados da pesquisa.

Na análise da Q<sub>2</sub> ('O que são ondas eletromagnéticas?') definimos quatro categorias correspondentes às respostas encontradas: Variação do Campo Elétrico/Magnético; Não necessitam de um meio de propagação; Possuem característica dual e Outras respostas. No Quadro 10 exemplificamos as categorias com as respostas dadas pelos alunos.

Questão 2	'O que são ondas eletromagnéticas?'	
Categorias	Respostas indicadas	Aluno
<b>Variação do Campo Elétrico/ Magnético</b>  <b>50%</b>	<i>'Ondas eletromagnéticas é a variação do campo elétrico'.</i>	A <sub>8</sub> e A <sub>9</sub>
	<i>'É uma variação do campo eletromagnético'.</i>	A <sub>18</sub> e A <sub>2</sub>
<b>Não necessitam de um meio de propagação</b>  <b>20%</b>	<i>'São ondas que se propagam sem a necessidade de um meio'.</i>	A <sub>20</sub>
	<i>'As ondas eletromagnéticas não necessitam de um meio para se propagarem'.</i>	A <sub>15</sub>
<b>Possuem característica dual</b>  <b>10%</b>	<i>'Possui uma característica dual, pode se comportar tanto com uma onda quanto como partícula'.</i>	A <sub>12</sub>
	<i>'Uma onda eletromagnética é aquela que pode ser considerada dual, ou seja, hora ela se apresenta como onda e hora ela se apresenta como partícula'.</i>	A <sub>6</sub>
<b>Outras respostas</b>  <b>20%</b>	<i>'São ondas que se propagam em todas as direções'.</i>	A <sub>14</sub>
	<i>'São ondas de energia que se propagam em linha reta'.</i>	A <sub>11</sub>
	<i>'São ondas que são responsáveis pelo funcionamento da tecnologia'.</i>	A <sub>17</sub>
	<i>'São ondas que encontramos através do funcionamento dos aparelhos de microondas, celular e energia solar'.</i>	A <sub>7</sub>

Quadro 11: Exemplos de respostas da segunda questão do pós-teste para cada categoria definida.

Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando as respostas dessa questão observamos que boa parte dos alunos relaciona o conceito de ondas eletromagnéticas com a variação do campo elétrico, ou do campo magnético, ou de ambos. Embora não saibam exatamente como ocorre essa variação, sabem que ela está diretamente relacionada com as ondas

eletromagnéticas. As respostas dessa questão são diversas, entre elas encontramos a utilização de várias propriedades como meio de propagação e característica dual. Além disso, na categoria outras repostas encontramos ainda mais respostas diversificadas, indicando que os alunos relacionam as ondas eletromagnéticas com energia, meio de propagação e principalmente a aplicação, relacionando-as com a tecnologia. Embora as respostas não tenham contemplado completamente a resposta esperada (mostrada na seção 4.4.1) percebemos todos os alunos responderam à questão de uma maneira satisfatória, citando, na maioria dos casos, uma das características das ondas eletromagnéticas.

A análise das respostas da questão  $Q_3$  (*‘Porque enxergamos objetos que não emitem luz?’*) apresentou quatro categorias: reflexão; radiação/ iluminação do objeto; sensibilidade nos olhos e cores. No Quadro 11 mostramos exemplos das respostas que justificam a definição das categorias.

Questão 3	'Como enxergamos objetos que não emitem luz?'	
Categorias	Respostas indicadas	Aluno
<b>Reflexão</b> 50%	<i>'A luz branca ou parte dela é refletida pelo objeto, tornando-o visível'.</i>	A <sub>11</sub>
	<i>'Enxergamos a reflexão emitida pelo objeto de forma difusa'.</i>	A <sub>6</sub>
	<i>'Porque eles refletem luz'.</i>	A <sub>15</sub>
	<i>'Mesmo não emitindo luz eles refletem, permitindo que sejam enxergados'.</i>	A <sub>17</sub>
<b>Radiação/iluminação do objeto</b> 30%	<i>'Por causa da radiação emitida pela luminosidade em volta do objeto'</i>	A <sub>5</sub>
	<i>" Pela radiação feita pela luz ao redor do objeto'</i>	A <sub>9</sub>
<b>Sensibilidade nos olhos</b> 15%	<i>'Porque com a luz enxergamos e temos sensibilidades, e sem a luz, os raios não são refletidos e assim, não conseguimos enxergar certos objetos'.</i>	A <sub>13</sub>
	<i>'Porque com a luz temos a sensibilidade dos nossos olhos e sem a luz nossos órgãos visuais não sensibilizam'.</i>	A <sub>19</sub>
<b>Cores</b> 5%	<i>'Porque os corpos refletem, absorvem algumas cores e refletem as que não são absorvidas'.</i>	A <sub>3</sub>

Quadro 12: Exemplos de respostas da terceira questão do pós-teste para cada categoria definida.

Fonte: Dados da pesquisa.

Metade dos alunos relacionou o fenômeno à reflexão, alguns explicaram a questão utilizando conceitos como difusão da luz. A outra metade mencionou a iluminação dos objetos por uma fonte externa, sem mencionar a reflexão da luz; e alguns citaram a sensibilidade nos olhos provocada pela presença da luz. Apenas

um aluno utilizou a ideia das cores que compõem um raio de luz branca, explicando o processo por meio da absorção e reflexão da luz pelos objetos. Esse é um aspecto muito considerável no processo de aprendizagem, pois percebemos que nossos alunos estão ampliando cada vez mais o seu vocabulário. Além disso, conseguem associá-los corretamente demonstrando, que compreendem o fenômeno a que nos referimos.

A análise da  $Q_4$  (*'Porque nos vemos num espelho?'*) pode ser feita de forma bem simples. Todas as respostas analisadas foram associadas de alguma maneira a palavra reflexão. Entretanto, para facilitar a nossa leitura separamos as respostas em duas subcategorias relacionadas à reflexão, a primeira categoria é: reflexão/ imagem refletida e a segunda categoria: reflexão/ propagação da luz. No Quadro 12 mostramos exemplos das respostas que justificam a definição das categorias.

Questão 4	'Porque nos vemos num espelho?'	
Categorias	Respostas indicadas	Aluno
<b>Reflexão / imagem refletida</b>  90%	<i>'Porque o encontro desses raios de luz, que são refletidos, forma a imagem.'</i>	A <sub>6</sub>
	<i>'Porque a imagem é refletida.'</i>	A <sub>7</sub>
<b>Reflexão/ propagação da luz</b>  10%	<i>'Por causa da reflexão dos raios.'</i>	A <sub>12</sub>
	<i>'Pois sua superfície reflete os raios de luz que incidem no mesmo.'</i>	A <sub>11</sub>

Quadro 13: Exemplos de respostas da quarta questão do pós-teste para cada categoria definida.

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise das respostas dessa questão foi bastante satisfatória, pois, todos os alunos relacionaram o fenômeno com a reflexão. Alguns foram além, utilizando na explicação formação de imagens, propagação e incidência de raios de luz. Todos os alunos responderam a essa questão.

Analisando a  $Q_5$  (*'Como é formado o arco-íris?'*) definimos duas categorias correspondentes às respostas encontradas nesta análise, são elas: Cores; Reflexão

da luz na água. No Quadro 13 mostramos exemplos das respostas que justificam a definição das categorias.

Questão 5	'Como é formado o arco-íris?'	
Categorias	Respostas indicadas	Aluno
<b>Cores</b> 55%	<i>'É formado pela junção das cores primárias.'</i>	A <sub>10</sub>
	<i>'A luz branca emitida pelo Sol se decompõe em sete cores.'</i>	A <sub>6</sub>
<b>Reflexão da luz na água</b> 45%	<i>'É feito pela luz do Sol que se reflete na água da chuva'</i>	A <sub>15</sub>
	<i>'É formado pela reflexão das cores nas gotas de chuva.'</i>	A <sub>9</sub>
	<i>'São as gotas de água que permitem a refração da luz branca.'</i>	A <sub>11</sub>
	<i>'A luz incidente do Sol é desviada por uma gotícula de água que difrata em vários comprimentos de onda.'</i>	A <sub>14</sub>

Quadro 14: Exemplos de respostas da quinta questão do pós-teste para cada categoria definida.

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao fazermos a análise dessa questão, percebemos que as palavras reflexão e refração foram relacionadas em algumas das respostas. Neste contexto, acreditamos que esse é um indicador de que nossos alunos conseguem compreender melhor os conceitos e relacioná-los aos fenômenos que estão presentes no seu cotidiano.

Ao fazermos a análise das respostas da questão Q<sub>6</sub> (*'Cite as propriedades da luz que você conhece, ou já ouviu falar. Explique-as.'*) definimos quatro categorias: Propagação retilínea e independência dos raios; Velocidade da luz e independência dos raios; Outras respostas; Não sei. No Quadro 14 mostramos exemplos das respostas que justificam a definição das categorias.

Questão 6	'Cite as propriedades da luz que você conhece, ou já ouviu falar. Explique-as.'	
Categorias	Respostas indicadas	Aluno
Propagação retilínea/ independência dos raios. 50%	'Propagação retilínea da luz e independência dos raios luminosos'	A <sub>5</sub>
	'Propagação da luz, propagação retilínea, interdependência dos raios'.	A <sub>6</sub> , A <sub>8</sub>
Velocidade da luz/ independência dos raios. 20%	'Velocidade, propagação retilínea da luz ou independência dos raios luminosos'	A <sub>4</sub>
	'Velocidade ou propagação da luz'.	A <sub>3</sub>
Outras repostas 20%	'Fonte de energia que ilumina nossa vida'	A <sub>16</sub>
	'A luz apresenta as propriedades de refração e reflexão de imagens'.	A <sub>17</sub>
Não sei 10%	'não sei'	A <sub>14</sub>

Quadro 15: Exemplos de respostas da sexta questão do pós-teste para cada categoria definida.

Fonte: Dados da pesquisa.

Do total de noventa por cento das respostas analisadas em que foi mencionada alguma propriedade da luz, apenas quarenta por cento, apresentaram também as explicações das propriedades citadas, as demais apenas fizeram a citação sem explicar. Constituindo este percentual encontramos algumas explicações das propriedades tais como o A<sub>12</sub> que apresentou a seguinte resposta: *'Propagação retilínea. A luz se propaga em linha reta quando atravessa um meio homogêneo e transparente'*. Outra resposta interessante foi a do A<sub>7</sub> que disse: *'Raios independentes. Dois raios depois que se cruzam continua no mesmo caminho sem sofrer desvios'*.

Temos a certeza de que esse é um resultado longe de ser considerado muito bom, mas ele comprova que a maioria dos nossos alunos não tem o hábito de

justificar suas respostas. Pensamos em alguns fatores que podem ter colaborado para esse resultado. Um deles é que a única pergunta que necessita de justificativa é a última. Acreditamos que, talvez colocando a mesma questão no início do questionário, ajudaria a mudar esse percentual. Percebemos alguns casos em que os alunos disseram não terem respondido à questão apenas por estarem com preguiça. Entretanto, acreditamos que o fato do aluno dar uma resposta completa está diretamente relacionado com o hábito da leitura, que é responsável por desenvolver esse prazer em justificar suas respostas. Sabemos que esse hábito é algo a ser desenvolvido a longo prazo. Por outro lado, se o questionário pós-teste fosse avaliado como prova, acreditamos que as respostas seriam mais completas.

#### 4.4.9 Discussão dos resultados

Nesta seção fazemos uma análise geral dos dados, comparando os resultados obtidos no pré- e pós-teste. Sentimos a necessidade de realizarmos esta etapa de comparação dos dados, como uma maneira de verificarmos o resultado do nosso trabalho, tentando responder especificamente uma questão: “durante o processo o aluno agregou novos conhecimentos”?

Entretanto, destacamos que esta é apenas uma maneira de avaliação, pois o professor terá a oportunidade de fazer essa verificação durante todo o processo de aplicação do trabalho. Ressaltamos que foi possível observar durante o percurso, o desenvolvimento conceitual dos alunos que participaram deste trabalho, respeitando as limitações e identificando o nível de dificuldade de cada um. Entendemos que o nosso trabalho produziu um resultado positivo, ampliando o nível de conhecimento dos alunos envolvidos.

É importante ressaltar que não priorizamos em classificar as respostas dadas pelos alunos como certas ou erradas, ao contrário disso, utilizamos a técnica de categorização das respostas, classificando-as de acordo com a ideia central correspondente.

Uma comparação geral dos resultados nos permite afirmar que os alunos assimilaram alguns conceitos de Óptica após participarem da sequência de atividades, apontando para uma tendência de mudança conceitual na maioria dos

alunos, indicando o início da construção de conceitos científicos a partir dos conceitos espontâneos previamente identificados. Um indicador deste fato está no índice de respostas da categoria “Não sei”, que caiu para zero no questionário pós-teste, com exceção da última pergunta na qual dois alunos (10%) disseram não saber indicar nenhuma propriedade da luz.

Neste contexto escolhemos um aluno, e realizamos uma análise comparativa apresentando a evolução do seu aprendizado após a realização do curso. Para tal, destacamos o aluno A<sub>4</sub> que não conseguiu responder nenhuma questão do pré-teste indicando apenas não sei em todas as respostas.

Já no pós-teste, percebemos que o resultado das respostas foi completamente diferente. Apresentaremos essas respostas como R<sub>1</sub> a resposta da primeira questão, R<sub>2</sub> a resposta da segunda questão e assim sucessivamente.

R<sub>1</sub>: ‘São ondas eletromagnéticas que sensibilizam nossos órgãos visuais’.

R<sub>2</sub>: ‘Onda eletromagnética é a variação do campo elétrico’.

R<sub>3</sub>: ‘Devido à radiação feita por conta da luz ao redor do objeto’.

R<sub>4</sub>: ‘Porque o raio de luz é refletido (ondas eletromagnéticas)’.

R<sub>5</sub>: ‘É formado devido ao reflexo das cores nas gotas de chuva’.

R<sub>6</sub>: ‘Velocidade ou propagação da luz; Independência dos raios luminosos’.

O aluno A<sub>4</sub> não deixou de responder nenhuma pergunta do pós-teste, ou seja, não encontramos nenhuma resposta como ‘não sei’. Ao fazer uma comparação das respostas aos questionários deste aluno, percebemos que houve um ganho conceitual em todas as respostas.

Desta maneira, destacamos a importância em mapear os conceitos espontâneos dos alunos sobre o assunto a ser abordado, para, a partir destes dados planejar as atividades da sequência.

No pós-teste, de uma maneira geral, as respostas apresentaram conceitos científicos relacionados a questão respondida, sendo que em alguns casos, os alunos indicaram aplicações tecnológicas ou características do conceito discutido. Percebemos, assim, que as atividades propiciaram um enriquecimento do vocabulário envolvido na discussão, esclarecendo conceitos e relacionando as aplicações com o cotidiano dos alunos.

Em algumas questões do pré-teste foi possível perceber o uso de palavras ou

termos similares na tentativa de encontrar uma resposta plausível. Como exemplo podemos citar a segunda questão, alguns alunos ao responder o que são ondas eletromagnéticas, utilizaram termos como magnetismo ou magnésio. Notamos que isto não ocorreu no pós-teste.

Antes de participar da sequência didática, apenas uma pequena fração dos alunos associou o fato de enxergarmos os objetos sem luz própria ao fenômeno da reflexão, e ainda, quatro alunos associaram esta propriedade ao tamanho do objeto. No resultado do pós-teste observamos que os alunos mostraram compreender melhor o fenômeno citando, além da reflexão da luz, a presença de iluminação externa e a sensibilidade dos olhos.

É interessante observar, em várias situações no pré-teste, a utilização da palavra “cores” para se referir ao raio de luz, ou à luz se propagando em um meio. Embora no feixe de luz branca haja a presença de vários comprimentos de onda (ou frequência), em geral, não é comum nos referirmos a um raio de luz como a cor. No pós-teste, após assistir aos vídeos, ler artigos e discutir os conceitos vistos, percebemos que nenhum aluno continuou usando esta terminologia.

Outro fator que chamou a nossa atenção, foi a forma com que os alunos utilizaram os termos câmara escura e formação de imagens, mencionando-os de forma desconexa e vaga no pré-teste. Ao contrário disso, percebemos através das respostas do pós-teste, que nossos alunos conseguiram relacionar corretamente estes termos aos fenômenos. No caso da câmara escura, destacamos a leitura sugerida do artigo “*Fotografando com a câmara escura de orifício*” na terceira estratégia, a qual foi essencial no auxílio da compreensão dos conceitos relacionados a esse equipamento. Com relação a formação de imagem, não tratamos do assunto diretamente em uma estratégia, mas é importante ressaltarmos que apresentamos em vários momentos explicações relacionadas esse fenômeno.

De um modo geral, por meio da análise dos dados, percebemos que os alunos demonstraram compreender os conceitos utilizados em suas respostas ao questionário final. Observamos um conjunto de respostas mais elaboradas, em relação ao primeiro questionário, utilizando termos científicos e citando fenômenos do cotidiano. Entretanto, devemos mencionar que esses alunos ainda não atingiram um nível de maturidade conceitual para responder as questões colocadas da forma esperada, completa e bem justificada.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho elaboramos um roteiro, contendo uma sequência de atividades, cujo objetivo é promover o aprendizado de conceitos e fenômenos de Óptica a alunos da Educação de jovens e adultos. Neste contexto, as atividades foram planejadas com vistas ao favorecimento do envolvimento do aluno em questões científicas e do cotidiano, por meio de discussões, vídeos, leitura de textos científicos e construção de experimentos.

Acreditamos que nosso trabalho atende a proposta de reforma curricular estabelecida pelos PCN, em termos de competências e habilidades a serem desenvolvidas nos alunos EJA. Buscamos em todas as atividades trabalhar com o ensino contextualizado, desenvolvendo habilidades favoráveis ao processo de aprendizagem dos alunos. Nesta perspectiva, acreditamos que o nosso trabalho, também está de acordo com a proposta de ensino, apresentada pelo ENCCEJA, que valoriza cada etapa no processo de aprendizagem, e destaca a importância e a necessidade de apresentarmos um ensino contextualizado.

Nesta expectativa, acreditamos que a utilização das estratégias de ensino apresentadas aqui, quando bem conduzidas pelo professor podem propiciar um aprendizado eficaz e de qualidade para os alunos da EJA, permitindo a eles a aplicação desse aprendizado em sua vida e em seu cotidiano.

Ao analisarmos as estratégias que constituem a sequência didática deste trabalho, percebemos que o conjunto busca uma integração dos conceitos discutidos com o meio em que o aluno vive, contribuindo para o seu aprendizado. Neste sentido, concordamos com Vygotsky ao buscarmos um ensino contextualizado, baseado na compreensão de conceitos, fundamental na formação intelectual dos alunos. Segundo Vygotsky,

[...] o ensino direto de conceitos sempre se mostra impossível e pedagogicamente estéril. O professor que envereda por esse caminho costuma conseguir senão uma assimilação vazia de palavras pura e simples. [...] No fundo, esse método de transmissão de conceitos é a falha principal do rejeitado método puramente escolástico de ensino, que substitui a apreensão do conhecimento vivo pela apreensão de esquemas mortos e vazios. (VYGOTSKY, 2001, p.247)

Acreditamos que para desenvolver um ensino contextualizado é essencial o papel do professor, que durante as práticas educativas deverá sempre estar relacionando os conceitos discutidos em sala de aula com o cotidiano dos alunos.

Fazendo uma análise geral, percebemos que os dados indicam uma melhora no entendimento dos alunos em relação ao conteúdo abordado. Ao analisarmos as respostas, percebemos em vários momentos que eles conseguiram demonstrar que compreenderam os conceitos de Óptica. Um fator que acreditamos ser muito importante é a visualização da aplicação desses conceitos em fenômenos tecnológicos e naturais, a qual foi percebida nas respostas dos alunos ao pós-teste.

A seguir enumeramos algumas sugestões que poderiam contribuir para melhorar a sequência didática. Após aplicar as atividades, percebemos que seria interessante aumentar a quantidade de textos utilizados, e incentivar mais a busca e o acesso a textos que estejam ou não relacionados com o conteúdo trabalhado. Para cumprir este papel, o professor deveria criar um momento em todas as suas aulas destinado a esse objetivo.

Ao propor a construção de experimentos devemos tentar trabalhar com grupos menores, compondo no máximo com dois alunos, para garantir uma participação maior, e um número maior de experiências. Ainda, devemos valorizar mais os trabalhos em grupo, pois estes são importantes para a formação dos alunos, favorecendo a troca de experiência entre eles, seus colegas e o professor.

E finalmente, ao término do curso apresentar para o aluno o seu progresso no processo educacional, tentar indicar de alguma maneira, as dificuldades que antes eram tidas como obstáculos, e que hoje são habilidades que foram conquistadas ao longo da sequência didática. Neste sentido, os alunos poderiam responder o pré-teste, no início do curso, se identificando. Para que ao final do mesmo, eles mesmos conseguissem fazer uma análise comparativa do seu aprendizado. Até mesmo com o objetivo de provocar uma reflexão por parte dos mesmos sobre o seu desempenho no processo de aprendizagem.

Em relação ao questionário, talvez pudéssemos alterar a ordem das questões, como a última é a única que pede a justificativa, poderíamos colocá-la no início do questionário, ao invés de deixarmos para o final. Talvez essa seja uma maneira de diminuir o índice de alunos que não explicaram as propriedades, talvez por estarem cansados querendo finalizá-lo.

Acreditamos que o processo de aprendizagem é algo bastante amplo, o qual

jamais poderia ser avaliado apenas com a comparação dos testes aplicados, por isso destacamos que existem dados que não são possíveis de serem apresentados por meio desta comparação. Sabemos que tivemos a felicidade de acompanhar algumas fases de evolução desse processo, inicialmente alguns alunos apresentavam dificuldade em falar em público, sentiam vergonha de fazerem determinadas perguntas e não imaginavam a intensidade do seu potencial. Cada obstáculo encontrado no processo de aprendizagem, foi superado, dentro do tempo de cada um, sem pressa, gradativamente, através de muita dedicação, comprometimento e persistência dos alunos.

A EJA necessita de educadores que busquem sempre inovar o ensino, através de novas metodologias e estratégias. Enfatizamos mais uma vez o quanto as atividades em grupo são importantes no processo educacional da EJA. Nesta modalidade de ensino, essas atividades ganham uma dimensão de resgate da auto-estima e de convívio social dos alunos.

Temos consciência de que a 'esfera educacional' é algo gigantesco, entretanto, se cada um de nós envolvidos na mesma, sentirmos a necessidade de desenvolver algum trabalho para contribuir com a melhoria da qualidade do ensino, teremos, um amanhã bem melhor, no qual uma das prioridades passará a ser um ensino de qualidade. Assim, buscando um ensino melhor para nossos alunos, acreditamos que o nosso dever enquanto educadores é algo que está muito além de apenas ensinarmos os conteúdos. Neste contexto, estaremos formando pessoas portadoras de um pensamento crítico, capaz de reivindicar seus direitos, buscar novas oportunidades, compreender o mundo em que vivemos e ir além, fazendo inferências e contribuindo para a evolução cultural, científica e tecnológica.

Portanto, esperamos que esse trabalho seja entendido pelos nossos colegas educadores como uma pequena iniciativa, desenvolvida com o objetivo de melhorar a qualidade de ensino na EJA, podendo assim utilizá-lo sempre que for necessário.

## REFERÊNCIAS

ALBINO JUNIOR, Amadeu. **Mago da física - a curva da luz (efeito miragem)**. YouTube. Disponível em: <<http://youtu.be/UmHa-RbofVM> > Acesso em: 15 maio 2010.

BAGNATO, V.S. Os fundamentos da Luz laser. **A Física na escola**, v.2, n.2, 2001.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1977.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 dez. 1996. Disponível em: <URL: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/lein9394.pdf>> Acesso em: 2014 jul. 2010.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Linguagens, códigos e suas tecnologias: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais - PCNS+**. Brasília: 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CEB nº. 1, de 5 de julho de 2000 e Parecer CNE/CEB nº. 11/2000**. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB012000.pdf>> Acesso em: 03 out. 2010.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

COSTA, Frederico Vasconcellos. **A eletricidade na EJA do ensino médio: uma proposta**. 2008. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Ensino Ciências e Matemática.

DIMENSTEIN, G. ALVES, R. **Fomos maus alunos**. São Paulo: Papyrus 2003.

ESPÍNDOLA, K.; MOREIRA A, M. A estratégia dos projetos didáticos no ensino de física na educação de jovens e adultos (EJA). **Textos de apoio ao professor de**

**física**, v.17, n2, 2006.

FERREIRA, A. **Ensino de física das radiações na modalidade EJA**: uma proposta. 2005. 167f. Dissertação (Mestrado)- Universidade de São Paulo, Instituto de Física e Faculdade de Educação.

FRANCO, S. Ética e cidadania no ensino de física para jovens e adultos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, Rio de Janeiro, 9, 2007.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, E.T; AGUIAR, O.G. A ação docente como sustentação da produção discursiva dos estudantes na sala de aula de física de educação de jovens e adultos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, Águas de Lindóia 12, 2010.

GASPAR, A. **Física**: ondas, óptica e termodinâmica. São Paulo: Ática, 2000.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I.C.C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da Teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.10, n.2, p. 227-254, ago. 2005.

GRF: GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. **Leituras em física**: óptica. Disponível em: <http://www.if.usp.br/grf/optica/optica2.pdf>.>Acesso em: 20 abr. 2010.

GRF: GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. **Leituras em física**: física 2: física térmica e óptica. São Paulo: EDUSP, 1993.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KRUMMENAUER, W.L; COSTA, S.S. C; SILVEIRA, F.L.S. Uma experiência de Ensino de Física contextualizada para a educação de jovens e adultos. **Revista Ensaio**, v.12, n.2, p.69-82, 2010.

LUZIANE. **Experimentos de física, jun. 2010.** Disponível em: URL: <<http://fisicanoja.blogspot.com/>> Acesso em: 20 jul. 2010.

MENDES, et al. Dificuldades dos alunos do ensino médio com a física e os físicos. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 17, 2007, São Luís. SBF, mar. de 2007.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise textual discursiva.** Ijuí: Unijuí, 2007.

MURRIE, Z.F. (Coord.). **Ciências:** ciências da natureza e suas tecnologias: livro do estudante: ensino médio. Brasília: MEC: INEP, 2002.

OLIVEIRA, M.K. **Vygotsky:** aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione Ltda, 1995.

OLIVEIRA, M.K. **Vygotsky:** aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione Ltda, 1997.

PEDROSA, L. F; ROCHA, V.J. Eclipses solares e lunares. **Revista a Física na escola**, v.5, n.1, 2004.

PIETROCOLA, M. **Ensino de física:** conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. 2 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

RICARDO, C.E; FREIRE, J.C. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.29, n.2, p. 251-266, 2007.

SOUZA, C.E.R.; NEVES, J.R.; MURAMATSU, M. Fotografando com a câmara escura de orifício. **A Física na escola**, v.8, n.2, 2007. Está Certa o nome é João Ricardo Neves

SOUZA, L.H.P.; GOUVÊA, G. Oficinas pedagógicas de ciências: os movimentos pedagógicos predominantes na formação continuada de professores. **Ciência & Educação**, v.12, n.3, p.303-313, 2006.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Disponível em:  
< <http://fisica.cdcc.usp.br/GREF/optica01.pdf> > Acesso em: 14 mar. 2010.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Disponível em:  
<<http://www.if.usp.br/gref/optica/optica2.pdf>.> Acesso em: 12 mar. 2010.

VIGOTSKII, L.S., LURIA, A.R., LEONTIEV, A.N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 9. ed. São Paulo: Ícone. 2001.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

WELLS, G. **Learning and teaching “scientific concepts”**: Vygotsky’s ideas revisited. In: Conference “Vygostky and the Human Sciences”, Moscow, 1994. Disponível em:  
<[http://people.ucsc.edu/~gwells/Files/Papers\\_Folder/ScientificConcepts.pdf](http://people.ucsc.edu/~gwells/Files/Papers_Folder/ScientificConcepts.pdf)>. Acesso em 20 ago. 2010.

YOUNG,H.D. **Óptica e física moderna**. 12. ed. São Paulo: Editora Pearson, 2009. v. 4.