

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CARLOS EDUARDO DE SOUZA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ÓPTICA
À ALUNOS COM TEA (TRANSTORNO ESPECTRO AUTISTA)**

MEDIANEIRA

2024

CARLOS EDUARDO DE SOUZA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ÓPTICA
À ALUNOS COM TEA (TRANSTORNO ESPECTRO AUTISTA)**

**DIDACTIC SEQUENCE FOR TEACHING OPTICS
TO STUDENTS WITH ASD (AUTISM SPECTRUM DISORDER)**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Fabio Rogerio Longen

Coorientadora: Prof.a Dr.a Shiderlene Vieira de Almeida

MEDIANEIRA

2024



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

22/04/2024, 08:52



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Medianeira



CARLOS EDUARDO DE SOUZA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ÓPTICA À ALUNOS COM TEA (TRANSTORNO ESPECTRO AUTISTA)

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física Na Educação Básica.

Data de aprovação: 23 de Fevereiro de 2024

Dr. Fabio Rogerio Longen, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Geanderson Araujo Carvalho, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Roberta Chiesa Bartelmebs, Doutorado - Universidade Federal do Paraná (Ufpr)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 23/02/2024.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas de que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Fabio Rogerio Longen, pela sabedoria, disponibilidade e tranquilidade com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de turma.

A Secretaria do curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

A presente dissertação desenvolve-se num conjunto de atividades planejadas e combinadas com o intuito de elaborar uma sequência didática. Sua escolha está fundamentada na teoria da aprendizagem fundamentada em Vygotski, onde a aprendizagem mediada é fundamental para o desenvolvimento dos chamados processos mentais superiores, que incluem habilidades como planejar ações no longo prazo, imaginar as consequências que uma decisão pode causar, além de idealizar objetos e as interações com seu grupo social e, dessa forma, criar formas mais eficazes para desenvolver os saberes de cada aluno. Os conceitos norteadores dessa sequência didática é preparar materiais destinado aos professores de Educação Especial das séries iniciais do Ensino Fundamental das diferentes redes de ensino, para crianças com transtorno espectro autista (TEA). As atividades a serem desenvolvidas envolvem o ensino de Ciências, mais precisamente, o ensino de Física, abordando assuntos relacionados aos conceitos da Óptica. Toda sequência didática foi registrada por fotos, atividades e de relatos que foram coletadas pelo autor do produto educacional. Ficou evidente, seja na aplicação de questionamentos orais, ou no registro realizado pelos alunos e na elaboração dos experimentos, que os discentes estavam envolvidos no projeto dedicando-se na sua execução e contribuindo intensamente para o sucesso desse produto educacional.

Palavras-chave: Vygotski; TEA; óptica; educação especial.

ABSTRACT

This dissertation is based on planned and combined activities to create a didactic sequence. Its choice is based on Vygotsky's theory of learning, where mediated learning is fundamental to the development of the so-called higher mental processes, which include skills such as planning long-term actions, imagining the consequences that a decision may cause, as well as idealizing objects and interactions with their social group and, in this way, creating more effective ways to develop each student's knowledge. The guiding concepts of this didactic sequence are to prepare materials for Special Education teachers in the early elementary school grades in the different education networks, for children with autism spectrum disorder (ASD). The activities to be developed involve the teaching of Science, more precisely, the teaching of Physics, addressing issues related to the concepts of Optics. The entire didactic sequence was recorded using photos, activities, and reports collected by the author of the educational product. It was evident, whether in the application of oral questioning or in the recording made by the students and in the preparation of the experiments, that the students were involved in the project, dedicating themselves to its execution and contributing intensely to the success of this educational product.

Keywords: Vygotski; ASD; optics; special education.

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 | A APRENDIZAGEM MEDIADA | 13 |
| 3 | ÓPTICA GEOMÉTRICA..... | 21 |
| 3.1 | DESCRIÇÃO MATEMÁTICA DA ONDA ELETROMAGNÉTICA..... | 23 |
| 3.2 | REFLEXÃO E REFRAÇÃO DA LUZ..... | 26 |
| 3.2.1 | REFLEXÃO TOTAL DA LUZ..... | 29 |
| 3.2.2 | FORMAÇÃO DE IMAGENS..... | 30 |
| 3.2.3 | ESPELHOS PLANOS E ESFÉRICOS..... | 31 |
| 3.2.4 | LENTE..... | 35 |
| 4 | PRODUTO EDUCACIONAL..... | 37 |
| 4.1 | APRESENTAÇÃO..... | 37 |
| 4.1.2 | ESTRUTURA DAS ATIVIDADES..... | 38 |
| 4.2 | PRIMEIRO ENCONTRO: DISCO DE NEWTON..... | 39 |
| 4.3 | SEGUNDO ENCONTRO: REFLEXÃO DA LUZ..... | 42 |
| 4.4 | TERCEIRO ENCONTRO: REFRAÇÃO DA LUZ..... | 43 |
| 4.5 | QUARTO ENCONTRO: REFRAÇÃO DA LUZ..... | 45 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 51 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 57 |
| | REFERÊNCIAS..... | 59 |
| | APÊNDICE - PRODUTO EDUCACIONAL..... | 61 |

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, apresentam-se as propostas e motivações para desenvolver a pesquisa, propondo reflexões pedagógicas para o ensino inclusivo de Física.

Na educação especial o Ensino de Física requer uma abordagem pedagógica inclusiva e adaptada às necessidades dos alunos com deficiência. Desta forma, é de suma importância que os professores que trabalham na Educação Especial aprimorem suas práticas de ensino nessa área.

Esta dissertação foi organizada pensando-se na relevância do Ensino de uma divisão da Física, a Óptica Geométrica, contemplada no conteúdo da disciplina de Ciências no Ensino Fundamental para alunos com Transtorno Espectro Autista (TEA). Desta forma, por meio de uma abordagem teórica e atividades práticas, com base em teorias de aprendizagens específicas, possam permitir ao estudante a compreensão de como ocorre a aplicação dos conhecimentos teóricos nas tecnologias que nos rodeiam.

O Ensino de Física para autistas requer abordagens educacionais que considerem características específicas desse grupo de estudantes. Cada pessoa autista é única, e suas necessidades podem variar amplamente. Portanto, é importante adaptar o ensino para garantir que eles possam compreender e se engajar no conteúdo de maneira significativa.

Nesse sentido, é de suma importância que os profissionais que atuam nesta área se pautem em abordagens específicas: o conhecimento para a prática, o conhecimento na prática e o conhecimento da prática. Assim, Mizukami (2006) descreve que o conhecimento para a prática consiste no saber que o profissional precisa ter para analisar as situações de ensino e aprendizagem referentes a disciplina, ao currículo norteador e estratégias a serem delineadas no exercício docente. O

conhecimento na prática refere-se ao conhecimento em ação, das atitudes que desempenha como professor ao investigar sua realidade, refletir sobre os problemas, dificuldades e os diferentes contextos que emergem. Por fim, o conhecimento da prática, persiste em relacionar teoria-prática-teoria e provém das interações próprias com as situações de ensino, dos alunos, do currículo e da coletividade.

Relacionando os aspectos do desenvolvimento profissional a formação docente exige-se dos professores uma preparação contínua de um processo complexo que requer uma sólida formação pedagógica, o desenvolvimento de relacionamentos interpessoais, principalmente quando se trata de alunos que tem, necessidade de flexibilização curricular.

Apoiado nos conceitos que estão relacionados com a zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky que indica a existência de uma região de desenvolvimento cognitivo potencial, que é uma região média entre o que se resolve sozinho e o que é possível de ser resolvido com a intervenção de um adulto mediador (Vygotsky, 1978), isto é, segundo o autor, o que se faz hoje com auxílio, é possível de ser atingido em outra época, sem ajuda. Dessa maneira, ensinar Ciências, em específico Física, para alunos adolescentes e jovens com deficiência cognitiva e, também deficiência intelectual, e avaliar as necessidades do que pode ser feito com auxílio e o que não se consegue, mesmo que individualmente, é uma maneira de auxiliar professores de sala de aula regular a programarem e reprogramarem suas aulas e metodologias, para verdadeiramente incluírem os alunos com algum tipo de deficiência em sala de aula.

De acordo com Fleira (2016), para Vygotsky,

Aprendizagem e desenvolvimento seriam elementos diferentes, mas que deveriam ser juntamente analisados. Nessa perspectiva, o ensino

só seria legítimo quando estimulasse o caminho do desenvolvimento. Nesse contexto, a linguagem e a percepção humana foram fundamentais.” (Fleira, 2016, p. 40)

Os preceitos de Vygotsky ajudam a pensar em uma maneira de auxiliar estudantes desenvolver seu conhecimento por meio de artefatos significativos de ensino, construindo assim, seu conhecimento e possibilitando sua interação social. Para Fleira (2016), essa teoria é benéfica dentro da perspectiva da educação inclusiva, transformando o espaço escolar em um local transformador, que busca maneiras diferenciadas para proporcionar o desenvolvimento cognitivo de cada aluno.

No contexto escolar, o TEA leva às dificuldades de expressão e isso acarreta de forma significativa na aprendizagem da pessoa com TEA que apresenta uma enorme dificuldade de manifestação, decorrente de questões comportamentais, sociais e cognitivas.

No processo de ensino e aprendizagem, principalmente de estudantes com deficiência intelectual, faz-se necessária a mediação. Mediar é um processo educacional que leva em consideração o conhecimento, o desenvolvimento, o respeito e a percepção de que todo indivíduo está apto para aprender. A mediação deve ter uma intencionalidade em desenvolver a habilidade do processo de aprender (Feurstein, 1980). Neste contexto, mediar significa sistematizar aspectos do ensino e do conteúdo que podem provocar uma modificabilidade no cotidiano deste aluno. Sendo assim, pensando nas mediações e formas inclusivas de trabalhar alguns conteúdos envolvendo a Física, esta pesquisa tem como objetivo principal produzir uma sequência didática que possa ser implementada com os estudantes com TEA, a fim de que desenvolver interesse pelo conteúdo de Óptica e percebam a importância da ciência em seu dia a dia.

As atividades aqui propostas relacionam os pressupostos dos conceitos da Óptica com a Aprendizagem Mediada, nesse sentido, destacamos alguns pilares na construção dessa sequência didática:

- ✓ Antes de iniciar o conteúdo é necessário fazer um resgate dos principais conceitos do tema a ser trabalhado com os alunos;
- ✓ Durante a sequência didática apresentar situações-problemas que são mais próximas da realidade do público-alvo;
- ✓ Buscar atividades integrativas que tornam o estudante protagonista e que o estimulem a refletir;
- ✓ Considerar os princípios de diferenciação progressiva, reconciliação integradora no momento de apresentação de conceitos;
- ✓ Organizar atividades em grupo;
- ✓ Avaliar o estudante durante todo o processo, e por meio de uma avaliação final individual, na qual, deverão ser propostas situações novas acerca dos conceitos aprendidos.

Nesse sentido, a justificativa da construção dessa proposta surgiu da necessidade de oportunizar uma reflexão sobre a prática docente, de modo a buscar uma aprendizagem mais eficiente, propiciando novas metodologias para o ensino de Ciências para o público supracitado.

Esta dissertação está dividida em seis capítulos. No primeiro, aspectos sobre o ensino inclusivo de alunos com TEA, bem como as concepções de inclusão escolar adotadas neste trabalho. No segundo, são abordados elementos da Teoria de Ensino que darão suporte ao estabelecimento das relações entre ensino de Física e inclusão, bem como à formação de professores na perspectiva inclusiva.

No terceiro, são apresentados os conceitos mais aprofundados da Óptica Geométrica bem como a caracterização da pesquisa.

No quarto, o contexto em que foram desenvolvidos as atividades e os procedimentos, bem como a metodologia de análise, a caracterização dos participantes da pesquisa, o Currículo utilizado da rede de Ensino de Cascavel e o produto educacional.

No quinto, serão apresentadas e discutidas as categorias de análise. No sexto e último capítulo, são apresentadas algumas considerações finais sobre o processo de análise dos dados.

2 A APRENDIZAGEM MEDIADA

Nós vivemos em um espaço-tempo altamente patologizado em todas as circunstâncias da vida, Vygotsky em suas concepções sobre o ser humano, deficiência, educação, construção social da vida e tudo que lhe é subjacente constituem um porto seguro no qual podemos atracar, respirar e recuperar forças para continuar a defesa de vidas despatologizadas (Moysés, 2021).

A educação e o ensino de crianças com deficiência devem ser formulados como um problema de educação social, psicológica e pedagógica. Devemos ressaltar que os processos de patologização/medicalização estão infiltrados na educação de crianças com deficiência há um bom tempo. Neste processo de identificação, Vygotsky, trabalha com a defectologia, nos quais nossas diferenças que nos caracterizam com humanos são reconhecidas e valorizadas, enquanto as desigualdades, que deformam nossa humanização são criticadas e combatidas (Vygotsky, 1979).

A defectologia possibilita uma reviravolta no campo da deficiência, pois fazem pensar que a potência das pessoas que vivem essa condição está naquilo que mais socialmente desacreditamos: sua capacidade simbólica, o desenvolvimento de suas funções psicológicas superiores, com isso permite-se ampliar as possibilidades de desenvolvimento de todas as crianças.

Vamos considerar que a convivência na pluralidade é condição fundamental ao desenvolvimento de pessoas com deficiência, posto que é a participação na cultura que cria esse espaço-tempo a partir do qual nos constituímos subjetivamente. Na mesma lógica, construir outra concepção de educação para pessoas com deficiência exige constituir novos conhecimentos e saberes sobre o desenvolvimento, constituindo novos modos de ensinar-aprender para qualquer pessoa, deficiente ou não, considerando como princípio regulador de conduta é a vida social e a interação

dos seres humanos. Um homem influi no outro através da linguagem, e isto ocorre, porque o signo, assim como a ferramenta, tem uma função mediadora.

Por meio da ferramenta o homem influi sobre o objeto de sua atividade. A ferramenta está dirigida para fora: deve provocar umas ou outras mudanças no objeto. É o meio da atividade exterior do homem, orientado a modificar a natureza. O signo não modifica nada no objeto de operação psicológica: é o meio de que se vale o homem para influir psicologicamente, bem em sua própria conduta, quanto na dos demais; é um meio para sua atividade interior, dirigida a dominar o propósito ser humano: o signo está orientado para dentro (Vygotsky, 1995, p.94).

O autor defende que o desenvolvimento é mais lento que a aprendizagem. O aprendizado não é desenvolvimento, mas, se adequadamente organizado, pode ativar e resultar em processos de desenvolvimento. “Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificadamente humanas” (Vygotsky, 1989, p.101).

Nesse sentido, Vygotsky é claro ao propor a unidade entre desenvolvimento e aprendizado, enfatizando a relação de interdependência entre os dois processos. Ele pressupõe a existência do nível de desenvolvimento atual, que diz respeito naquelas atividades que o indivíduo interiorizou, tudo aquilo que é capaz de fazer sozinho, sem a ajuda de outras pessoas. No entanto, ressalta o autor, o desenvolvimento não restringe apenas a essas atividades, mas deve considerar também as funções ainda em processo de desenvolvimento, com as quais o indivíduo não tem autonomia para lidar. A discrepância entre o nível de desenvolvimento atual que é detectada pela comparação entre os problemas resolvidos com autonomia e o nível que ela atinge ao resolver problemas de autonomia, em colaboração com outra

pessoa, determina a zona de desenvolvimento imediato da criança (Vygotsky, 1998, p 111-113; Vygotsky, 1989, p. 95-97; Vygotsky, 1993, p. 238-240; Vygotsky 2001, p.327).

Na visão vygotskiana o desenvolvimento dos conceitos, dos significados das palavras, pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade de comparar e diferenciar. Nessa perspectiva, a instrução é uma das principais fontes dos conceitos da criança e do adolescente; determina o destino de todo o seu desenvolvimento mental.

Os conceitos cotidianos se formam durante o processo de experiência pessoal da criança, numa situação de confronto com uma situação concreta, ao passo que os conceitos científicos, que se formam no processo de instrução, “se distinguem dos espontâneos por uma relação distinta com seu objeto e pelos diferentes caminhos que percorrem desde o momento em que nascem até que se formam definitivamente” (Vygotsky, 1993, p. 195-196, grifo do autor).

Na perspectiva piagetiana, o pensamento precede a linguagem e está se limita a transformá-lo. A linguagem amplia o poder do pensamento conferindo às operações mobilidade e generalidade, principalmente a partir das operações concretas, atingindo o ápice na adolescência. São consideradas outras fontes do pensamento: os símbolos (derivados da imitação, aparecem mais ou menos com a linguagem, porém são independentes dela) – jogo simbólico; imitação retardada; imaginação mental (Piaget, 1984).

No construtivismo piagetiano são enfatizadas as atividades que favoreçam a espontaneidade do indivíduo (conceitos cotidianos formados sem intervenção da educação sistemática).

Voltando ao pensamento de Vygotsky, são duas as funções básicas da linguagem: comunicação e generalização (Vygotsky, 1993, p.22).

Um dos pontos mais polêmicos do debate de Vygotsky e Piaget é exatamente a compreensão da relação do pensamento e linguagem, fundamentalmente o que Piaget denominou de egocentrismo e discurso egocêntrico. Para ele, o elo que liga todas as características específicas da lógica infantil é o egocentrismo do pensamento das crianças. Vygotsky tem uma posição muito diferente desse processo. Suas experiências evidenciaram “que a linguagem egocêntrica se converte em um instrumento para pensar em sentido estrito, ou seja, começa a exercer a função de planejar a resolução da tarefa surgida no curso de sua atividade” (Vygotsky, 1993, p. 51).

Durante o desenvolvimento posterior, a linguagem social da criança, que no início é multifuncional, evolui segundo o princípio da diversificação de funções independentes e, em determinada idade, se diferencia nitidamente em linguagem egocêntrica e comunicativa [...] a linguagem egocêntrica emerge no curso de um processo social, quando as formas sociais de comportamento, as formas de cooperação coletiva, passam para a esfera das funções psicológicas individuais da criança (Vygotsky, 1993, p. 56-57).

Assim, enquanto para Piaget, a linguagem egocêntrica é uma fase de transição do autismo para a lógica, do íntimo, individual, para o social, para Vygotsky trata-se de uma forma transitória de linguagem externa para interna, da linguagem social para individual. Vygotsky conclui: “A verdadeira direção do processo de desenvolvimento do pensamento da criança não vai do individual ao socializado, mas do social ao individual” (Vygotsky, 1993, p. 59).

No que se refere à relação à aprendizagem/ desenvolvimento, explica que a aprendizagem possibilita e movimenta o processo de desenvolvimento, sendo este dinâmico. Nesse caso, a educação escolar se constitui numa atividade mediadora entre o saber cotidiano e o não saber cotidiano, isto é, entre o conhecimento resultante das objetivações entre si próprias da vida cotidiana e as objetivações, principalmente quando este processo se realiza em alunos como deficiência.

Numa exposição sobre os processos de ensino/aprendizagem de uma criança defectiva, citamos o autismo. A termo autismo é de origem grega – *autós* -, e significa “de si mesmo”. Esta definição foi utilizada pela primeira vez em 1911 por Eugene Bleuler, um psiquiatra suíço, que na circunstância tinha por objetivo descrever sintomas da esquizofrenia como a introspecção e a alienação da realidade (Cunha, 2014).

Depois de algum tempo, em 1943, Leo Kanner, um psiquiatra austríaco, realizou as primeiras pesquisas relacionadas ao tema, oriundas de uma observação realizada com onze crianças que apresentavam semelhantes em seus comportamentos, como dificuldades de relacionamento interpessoal, atrasos e alterações na linguagem, tendências por repetições e rituais cotidianos. Ele denominou o autismo como “Distúrbios Autísticos do Contato Afetivo” e suas pesquisas persistiram por pelo menos mais trinta anos, o que o fez reavaliar seu conceito por variadas vezes (Orrú, 2012).

O indivíduo com autismo ainda na contemporaneidade apresenta um transtorno cuja definição científica é algo indistinto para profissionais da área médica e principalmente educacional. Algumas pesquisas a respeito do tema, se apresentam escassas no meio acadêmico, assim como também no meio científico conforme afirmam, por exemplo, Suplino (2007), Menezes (2012) e David (2012).

De acordo com estes e outros fatores, a situação atual, conduzem a um trajeto onde há um contingente minoritário de profissionais da área da educação que possuem um conhecimento sólido a respeito das condições que permeiam o cotidiano destas pessoas.

Damos início as nossas esclarecimentos a respeito do autismo com as palavras de Mello (2007), que afirma que tal transtorno “[...] se caracteriza por alterações presentes desde idade muito precoce, tipicamente antes dos três anos de idade, com impacto múltiplo e variável em áreas nobres do desenvolvimento humano como as áreas de comunicação, interação social, aprendizado e capacidade de adaptação.” (p. 17).

O Transtorno do Espectro Autista pode manifestar-se nos primeiros anos de vida, originário de causas ainda desconhecidas, podendo ter contribuição de fatores genéticos. Trata-se de uma síndrome tão complexa que pode haver diagnósticos médicos envolvendo quadros comportamentais diferentes. Tem em seus sintomas probabilidades que dificultam, muitas vezes, um diagnóstico precoce. Tem impedido estudos e sindicâncias, permanecendo ainda desconhecido de grande parte das pessoas. Não há padrão fixo para sua manifestação, e os sintomas variam grandemente (Cunha, 2019).

No Brasil se utiliza um manual americano diagnóstico e estatístico de transtorno mentais (DSM-V5). Este manual tem auxiliado o trabalho de profissionais de saúde mental por todo o mundo, tem como objetivo identificar diferentes condições psíquicas de pacientes, o material padroniza sintomas e comportamentos comuns, dessa forma, oferece suporte ao diagnóstico de males psíquicos e, também ao tra-

tamento deles. Sabendo de todas suas peculiaridades e suas indicações, os diferentes serviços de saúde mental podem dar seguimento às prescrições de forma coerente (DSM-V5, 2023).

De acordo com o (DSM-V5) o autismo é classificado como um transtorno do neurodesenvolvimento nomeado de Transtorno do Espectro Autista (TEA), dividindo-o em três níveis de gravidade, cada qual com seus variados déficits na comunicação social e consequências diversificadas causadas por comportamentos restritos e repetitivos. O primeiro nível de gravidade é o transtorno de Asperger, o transtorno desintegrativo da infância, o transtorno de Rett e o transtorno global do desenvolvimento sem outra especificação do DSM-IV. Ele é caracterizado por déficits em dois domínios centrais: 1) déficits na comunicação social e interação social e 2) padrões repetitivos e restritos de comportamento, interesses e atividades (DSM-V5, 2023).

Um indivíduo com TEA pode sofrer várias consequências, os déficits trazidos ao organismo e à vida são significativos, porém, já existem alternativas de tratamento que podem minimizar seus efeitos, principalmente se associadas a um diagnóstico precoce. Portanto, para Silva *et al* (2012) é necessário que “uma equipe multidisciplinar (psiquiatras, psicólogos, fonoaudiólogos, psicopedagogos, educadores) trabalhe de forma integrada e que haja muito empenho e engajamento familiar”.

Com o crescente número de alunos autistas inseridos nas unidades escolares é imprescindível que todos os participantes do ambiente escolar, realizem estudos deste e de suas vertentes para que tenham uma análise reflexiva no que tange às práticas escolares que são implementadas em seu cotidiano.

Sabemos que algumas teorias e aplicações do desenvolvimento da aprendizagem são muito válidas no trato com alunos autistas. Desta forma, apoiado nos conceitos que estão relacionados com a zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky que indica a existência de uma região de desenvolvimento cognitivo potencial, que é uma região média entre o que se resolve sozinho e o que é possível de ser resolvido com a intervenção de um adulto mediador (Vygotsky, 1978).

O modelo de comportamento autístico impõe austeridade a uma série de aspectos do funcionamento diário, tanto em atividades novas como em costumes e brincadeiras. Isto tende a ser uma dificuldade para o ensino. Um mundo repleto de responsabilidade e surpresas pode ser desafiante e confuso para o autista, por isso ele sente segurança em sua rotina. Entretanto, a usualidade pode ser transformada em uma ferramenta, criando a possibilidade de aprendizagem. Este princípio pode orientar, também, a prática educativa do professor. O agulhão para uma saudável vida diária traz confiança e pode abrir oportunidades para o ensino de novas habilidades (Cunha, 2019).

Para o aluno com autismo, a princípio, o que importa não é tanto a competência acadêmica, mas sim a aquisição de habilidades sociais e a autonomia. A reforço do educador é a de promover e dispor de uma série de condições educativas em um ambiente expressamente disposto. Para que a criança autista não se torne um adulto inábil de realizar tarefas simples do dia a dia, precisa aprender diversas atividades que a tornará mais independente durante seu desenvolvimento.

Essas atividades são escolhidas em razão de sua utilidade para a vida social. Tomar banho, escovar os dentes, vestir-se e fazer as refeições é o que toda criança precisa aprender. Entretanto, podem existir atividades ou habilidades específicas,

na família e na vida cotidiana, que poderiam ser treinadas na escola, fazendo parte de um currículo funcional e prático (Cunha, 2019).

3 ÓPTICA GEOMÉTRICA

Em relação às ondas eletromagnéticas, podemos considerar que a luz visível pode ser classificada como tal. Ela é formada por um campo elétrico e um campo magnético perpendiculares entre si, sendo que ambos são perpendiculares à direção de propagação da onda. A luz visível é apenas uma pequena parte de um espectro bem maior, conhecido como “arco-íris de Maxwell”, e todas as ondas deste espectro se propagam no vácuo com velocidade c , dada por:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \cdot \epsilon_0}} \quad (1)$$

conforme será demonstrado a seguir. Os símbolos μ_0 e ϵ_0 representam constantes denominadas permeabilidade magnética e permissividade elétrica no vácuo, respectivamente, que tem como valores $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$ e $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$.

A Figura 1 ilustra uma possível maneira como os campos podem se dispor no espaço. Neste caso o campo elétrico está na direção do eixo y , e podemos expressá-lo por $\vec{E} = E_y \hat{y}$, enquanto o campo magnético está na direção do eixo z e, portanto, pode ser escrito como $\vec{B} = B_z \hat{z}$. Aqui os símbolos \hat{y} e \hat{z} representam as direções dos eixos y e z , respectivamente. O produto vetorial $\vec{E} \times \vec{B}$ aponta no sentido do eixo x (Halliday, Resnick E Walker, 2009, p. 5), que é a direção de propagação da onda. Além disso, os módulos dos campos elétrico \vec{E} e magnético \vec{B} em função do tempo t se comportam como funções senoidais que apresentam mesma frequência ω e mesmo número de onda k . Assim, podemos escrever:

$$E = E_m \sin(kx - \omega t) \quad (2)$$

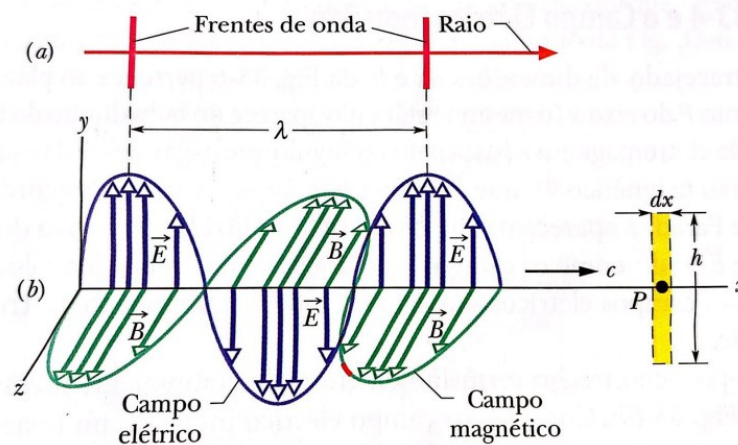
$$B = B_m \sin(kx - \omega t) \quad (3)$$

onde E_m e B_m são as amplitudes dos campos elétrico e magnético, respectivamente.

Matematicamente, o movimento ondulatório em meios materiais pode ser descrito em termos do deslocamento das partes do meio no qual a onda se propaga. Se $y(x, t)$ representa a distância que uma partícula oscilante se encontra de um ponto de referência, dado por $y(0, 0) = 0$, a equação das oscilações assume a seguinte forma:

$$y(x, t) = y_m \sin(kx - \omega t) \quad (4)$$

Figura 1 - Onda Eletromagnética



Fonte: Halliday, Resnick e Krane (2003, p. 5)

onde y_m representa a máxima distância que a partícula pode atingir da referência, denominada de amplitude, e os outros símbolos têm os significados já definidos no texto. A velocidade de propagação da onda é dada em termos de ω e k pela relação:

$$v = \frac{\omega}{k} \quad (5)$$

O valor de c é de 299 792 458 m/s, que normalmente é aproximado para 3×10^8 m/s. A velocidade da luz c é um padrão da natureza. Ela representa a máxima velocidade de transmissão de uma informação física, obedecendo o princípio da causalidade. Quando combinado com outras propriedades dos corpos, c pode ser

usado como padrão de medida de várias grandezas, como distância, energia, massa etc.

3.1 DESCRIÇÃO MATEMÁTICA DA ONDA ELETROMAGNÉTICA

Nesta seção vamos discutir de forma mais detalhada o mecanismo de geração de uma onda eletromagnética, no qual a variação de campo elétrico produz campo magnético e vice-versa. A Figura 2 ilustra a variação do campo elétrico de uma onda que se propaga na direção positiva do eixo- x . O retângulo de dimensões h e dx está no plano xy . Quando uma onda passa por essa região da esquerda para a direita a intensidade do campo magnético é alterada dentro dela, o que implica na mudança do fluxo de campo magnético, cuja magnitude é definida como $d\Phi_B = B \cdot dA$. Segundo a lei da indução de Faraday, a variação do fluxo de campo magnético gera campo elétrico na região circundada pelo retângulo. Se \vec{E} e $\vec{E} + d\vec{E}$ forem os campos elétricos induzidos nos lados maiores do retângulo, esses campos serão as componentes elétricas do campo eletromagnético (Halliday, Resnick E Walker, 2009).

Da lei de Faraday, temos:

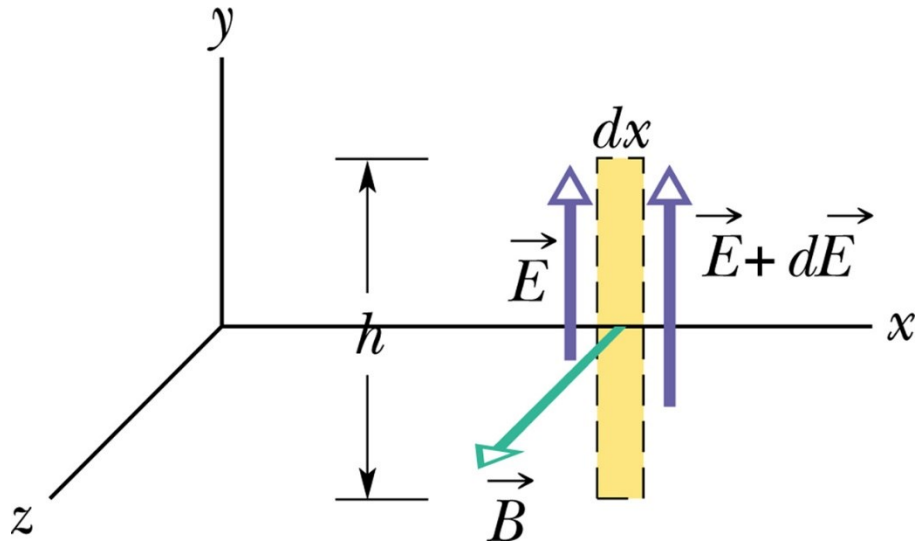
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad (6)$$

A soma do lado esquerdo desta equação percorre todo o retângulo no sentido anti-horário. Porém, somente os elementos paralelos ao eixo y terão contribuições. Por definição, $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = E \cdot ds \cdot \cos \theta$, onde θ é o ângulo entre o campo \vec{E} e o caminho $d\vec{s}$. Na direção do eixo x temos $E \cdot ds \cdot 90 = 0$. Assim, o resultado da integral acima será:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = (E + dE)h - Eh = hdE \quad (7)$$

Figura 2 - Descrição do campo elétrico em movimento da esquerda para a direita.

Em destaque temos o elemento de área ($dA = h \cdot dx$) associado ao campo elétrico



Fonte: Halliday, Resnick (2009, p. 56)

O fluxo de campo magnético através da área do retângulo é dado por:

$$\Phi_B = B \cdot (h \cdot dx) \quad (8)$$

Derivando a equação acima em relação ao tempo, temos:

$$\frac{d\Phi_B}{dt} = h dx \frac{dB}{dt} \quad (9)$$

Combinando as equações (9), (8) e (7), encontramos:

$$\frac{dE}{dx} = - \frac{dB}{dt} \quad (10)$$

Como \vec{E} e \vec{B} são funções das variáveis x e t , escrevemos a equação acima como:

$$\frac{\partial E}{\partial x} = \frac{\partial B}{\partial t} \quad (11)$$

onde o símbolo ∂ é usado para indicar que a função a ser derivada possui mais de uma varável. Das equações (2) e (3), temos,

$$\frac{\partial E}{\partial x} = kE_m \cos(kx - \omega t) \text{ e } \frac{\partial B}{\partial t} = -\omega B_m \cos(kx - \omega t) \quad (12)$$

Usando as equações (12) e (11), temos:

$$\frac{E_m \cos(kx - \omega t)}{B_m \cos(kx - \omega t)} = \frac{E_m}{B_m} = \frac{\omega}{k} = c \quad (13)$$

Procedimento análogo ao realizado para o campo elétrico pode ser feito para o campo magnético. Escolhe-se um elemento retangular de dimensões h e dx que está no plano xz . Quando uma onda passa por esta área da esquerda para a direita o fluxo de campo elétrico é alterado, e segundo a lei da indução de Maxwell, produz campo magnético na região circundada pelo retângulo. Se \vec{B} e $\vec{B} + d\vec{B}$ forem os campos magnéticos induzidos nos lados maiores do retângulo, esses campos serão as componentes magnéticas do campo eletromagnético, conforme ilustrado na Figura 3 (Bauer, Wolfgang, 2013).

Da lei de Faraday temos:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \quad (14)$$

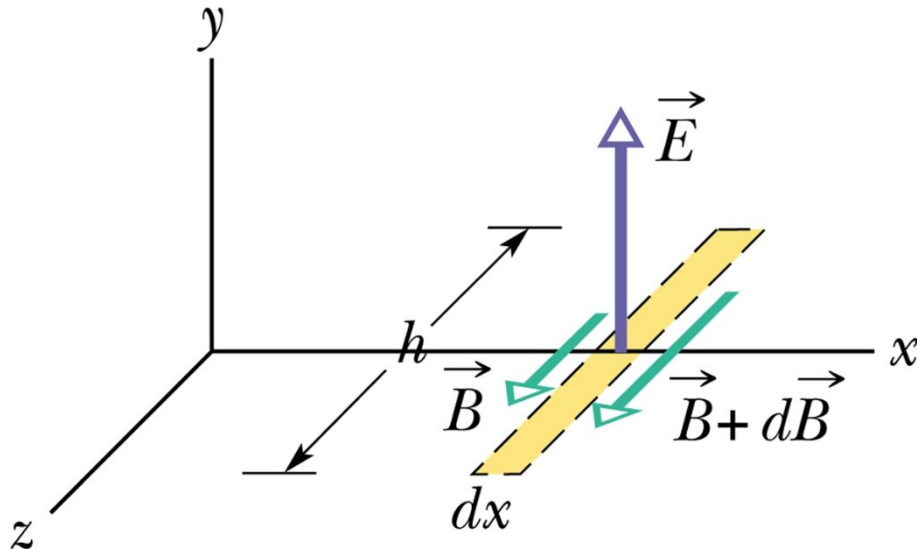
Como apenas os lados maiores do retângulo contribuirão para integral, temos:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = -(B + dB)h - Bh = -hdB \quad (15)$$

Sabendo que o fluxo de campo elétrico é dado por:

$$\Phi_E = E \cdot (h \cdot dx) \quad (16)$$

Figura 3 - Descrição do campo magnético em movimento da esquerda para a direita. Em destaque temos o elemento de área ($dA = h \cdot dx$) associado ao campo magnético



Fonte: Halliday, Resnick (2009, p. 56)

onde E é o valor médio do módulo do campo elétrico no interior do retângulo, temos que:

$$\frac{d\Phi_E}{dt} = h dx \frac{dE}{dt} \quad (17)$$

Substituindo as equações (16) e (17) na equação (15), temos:

$$-h dB = \mu_0 \cdot \epsilon_0 h dx \frac{dE}{dt} \quad (18)$$

Usando a notação de derivadas parciais, como anteriormente, obteremos:

$$-\frac{\partial B}{\partial x} = \mu_0 \cdot \epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t} \quad (19)$$

O sinal negativo na equação (19) indica que quando o campo magnético \vec{B} aumenta com x , o campo elétrico \vec{E} diminui em t . Substituindo as equações (2) e (3) na equação (19), teremos:

$$-kB_m \cos(kx - \omega t) = -\mu_0 \epsilon_0 \omega E_m \cos(kx - \omega t) \quad (20)$$

Após rearranjo de termos,

$$\frac{E_m}{B_m} = \frac{1}{\mu_0 \epsilon_0 (\omega/k)} = \frac{1}{\mu_0 \epsilon_0 c} \quad (21)$$

Usando o resultado da equação (13), finalmente encontramos:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \quad (22)$$

Substituindo os valores experimentais $\mu_0 = 1,26 \times 10^{-6} \text{ N/A}^2$ e $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ na equação (22) encontramos $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, mesmo resultado obtido pela equação (5). Em conclusão, conforme descrito pela equação (1), a luz é uma onda formada por campos elétricos e magnéticos variáveis no tempo e espaço, e cuja velocidade no vácuo pode ser dada em termos das propriedades μ_0 e ϵ_0 deste.

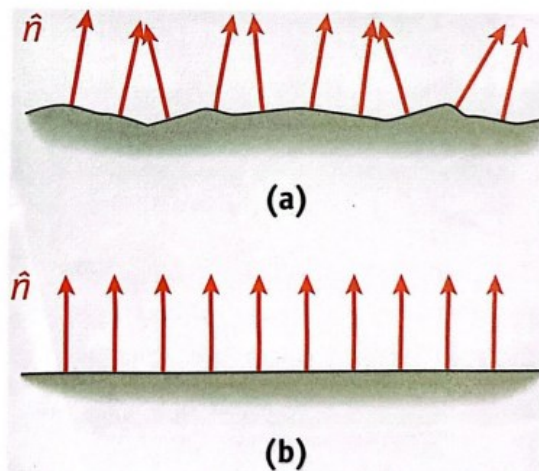
3.2 REFLEXÃO E REFRAÇÃO DA LUZ

Alguns objetos emitem luz e, portanto, são fontes primária de luz. Objetos que não são fontes primárias de luz podem ser vistos porque eles refletem luz. A reflexão pode ser classificada em tipos: difusa e especular. Na reflexão difusa, as ondas luminosas ao colidirem com a superfície do objeto são espalhadas aleatoriamente. Na reflexão difusa, na qual a cor da luz refletida é uma propriedade não somente do comprimento de onda da luz incidente, mas também das propriedades da superfície do objeto que reflete a luz. Podemos considerar que a diferença entre reflexões citadas anteriormente está na rugosidade da superfície e na escala do comprimento de onda da luz (Bauer, Wolfgang, 2013).

A luz pode se propagar em diversos tipos de meios, como vácuo, gases, líquidos e sólidos. Quando atravessa a interface entre dois meios, a luz pode sofrer refração, fenômeno relacionado com a mudança na direção de sua trajetória linear. Ela viaja a velocidades diferentes em materiais opticamente transparentes. A razão da velocidade da luz no vácuo dividido pela velocidade da luz no material é chamada de índice de refração material. O índice de refração material é dado por:

$$n = \frac{c}{v} \quad (23)$$

Figura 4 – Orientação dos vetores normais para uma superfície mostrando (a) reflexão difusa e (b) reflexão regular



Fonte: Bauer, Westfall, Dias (2012, p. 11)

onde c é a velocidade da luz no vácuo e v é velocidade na luz no meio. A velocidade da luz em um meio físico tal como o vidro é sempre menor do que a velocidade no vácuo. Assim, o índice de refração de um material é sempre maior do que ou igual a 1, e por definição, o índice de refração no vácuo é 1. A reflexão e a refração são regidas por leis bem definidas.

Lei da reflexão: O ângulo entre o raio incidente e a reta normal à superfície é igual ao ângulo refletido e a reta normal:

$$\theta_i = \theta_r \quad (24)$$

onde θ_i é denominado ângulo incidente e θ_r é o ângulo refletido.

Lei da refração: o raio refratado está no mesmo plano do raio de incidência e o ângulo de incidência está relacionado com o ângulo de refração pela seguinte relação:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (25)$$

onde n_1 e n_2 são constantes adimensionais, chamados de índices de refração e estão associadas às propriedades dos meios. A equação 25 é conhecida como lei de Snell-Descartes.

1. Se $\theta_1 = \theta_2$, o raio de luz continua sua trajetória retilínea sem sofrer desvios;
2. Se $n_1 > n_2$, $\theta_1 < \theta_2$ e o raio de luz se afasta da reta normal à superfície;
3. Se $n_1 < n_2$, $\theta_1 > \theta_2$ e o raio de luz se aproxima da reta normal à superfície.

A Tabela 1 apresenta índices de refração de alguns meios de propagação.

O índice de refração varia para cada comprimento de onda (Nussenzveig, 1998). Quando a luz branca, combinação de todas as cores do espectro visível, atravessa um meio material, as componentes tendem a ser separadas, criando o efeito chamado dispersão cromática.

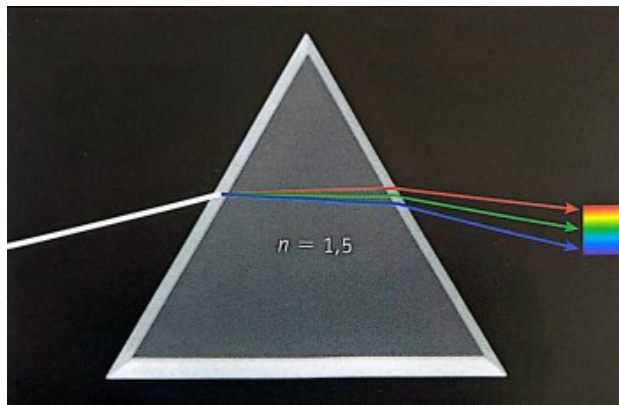
Tabela 1 - Índices de refração para alguns materiais

| Substância | Índice de Refração |
|-----------------|--------------------|
| Ar | 1,0003 |
| Gelo | 1,31 |
| Água | 1,35 |
| Álcool | 1,36 |
| Acetona | 1,36 |
| Azeite de oliva | 1,46 |
| Glicerina | 1,47 |
| Vidro | 1,50 a 1,90 |
| Diamante | 2,42 |

Fonte: Halliday, Resnick (2009, p. 68)

A dispersão é maior para cores com comprimentos de onda menores, como o azul e o violeta, e assim estas cores sofrem maiores desvios. O arco-íris é um exemplo de dispersão cromática que temos em nosso cotidiano. A Figura 5 ilustra o processo de refração da luz em um prisma.

Figura 5 – A luz branca incidindo sobre um prisma de vidro nas suas cores componentes pela dispersão cromática



Fonte: Bauer, Westfall, Dias (2012, p. 32)

3.2.1 REFLEXÃO TOTAL DA LUZ

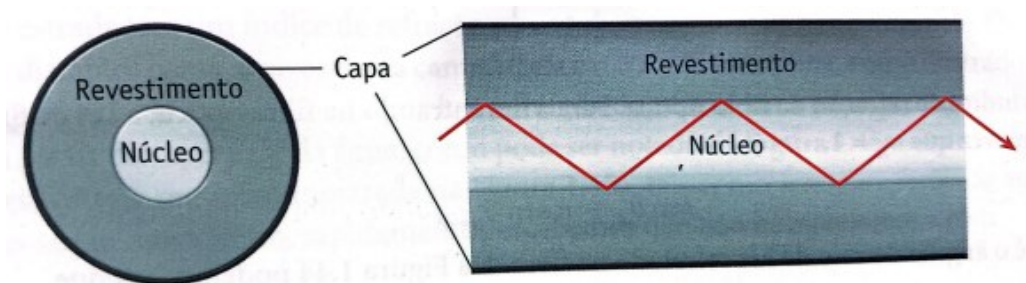
Quando um raio de luz atinge a interface entre dois meios com índices de refração diferentes este pode não atravessar a interface, mas pode se propagar paralelo à esta ou mesmo ser refletido por ela. Esse efeito se manifesta à medida que o ângulo de incidência vai aumentando até que o ângulo de refração atinge 90° . Esta reflexão interna total pode ocorrer somente para luz viajando através de um meio com um índice de refração maior para um meio com índice de refração menor, pois o seno do ângulo não pode ser maior do que 1 (Bauer, Wolfgang, 2013). O ângulo de incidência é chamado de ângulo crítico θ_c . Para ângulos maiores que θ_c o raio de luz deixa de ser refratado e acaba refletindo para o meio, caracterizando o fenômeno da reflexão interna total.

Citamos como aplicação da reflexão interna total, a transmissão da luz em fibras ópticas. A luz é injetada em uma fibra sempre que o ângulo de incidência na superfície externa da fibra é maior do que o ângulo crítico para a reflexão interna

total. A luz então é transportada pelo comprimento da fibra conforme ela ricocheteia repetidamente dentro da fibra óptica. Dessa forma, fibras ópticas podem ser usadas para transportar luz de uma fonte para um destino (Bauer, Wolfgang, 2013).

Um tipo de fibra óptica usada para a comunicação digital consiste em um núcleo de vidro envolto por revestimento feito de vidro com um índice de refração menor do que o do núcleo. O revestimento é então coberto para prevenir danos, conforme mostra a Figura 6.

Figura 6 – A estrutura de uma fibra óptica incorporando reflexão interna total



Fonte: Bauer, Westfall, Dias (2012, p. 29)

3.2.2 FORMAÇÃO DE IMAGENS

Quanto ao processo de formação, podemos fazer uma analogia quando utilizamos por exemplo, um espelho ou uma lente para olhar um amigo. A imagem visualizada, será algo que realmente não está lá. Seu amigo é bem real, naturalmente, o espelho ou lente distorce o que está se vendo, de tal modo que pode parecer muito diferente do amigo real, quer na localização (mais próximo ou mais afastado) quer no tamanho (maior ou menor) ou, talvez, na orientação (de cabeça para baixo) (Halliday, Resnick, 2003).

As imagens podem ser classificadas por convenção como reais e virtuais. O termo real aqui não significa que a imagem tenha as mesmas propriedades físicas

do seu objeto que ela representa, mas apenas que estas aparecem entre o objeto e a superfície especular. Já as imagens são ditas virtuais quando aparecem atrás da superfície refletora, ou seja, a superfície especular fica entre a imagem e o objeto que ela representa.

O efeito de miragem que surge em desertos e estradas quando observadas em baixos ângulos são exemplos de imagens virtuais. A miragem surge devido a diferentes densidades das camadas de ar acima da superfície refletora aquecida, provocando o desvio do raio de luz por meio da refração, ou seja, na formação da imagem via miragem não há reflexão, já que a luz proveniente do objeto não atinge a superfície refletora. Quando as camadas de ar mais próximas da superfície são aquecidas sua densidade diminui. Isto resulta em maior velocidade de propagação da luz e a consequente refração para longe da superfície. A luz proveniente de objetos acima da superfície é desviada nas camadas próximas, dando a impressão de uma superfície refletora molhada, com a imagem sendo projetada no chão. Em regiões muito frias ocorre o efeito contrário, e a imagem de objetos em solo pode ser visualizada acima deles, projetada no ar (Nussenzveig, 1998).

3.2.3 ESPELHOS PLANOS E ESFÉRICOS

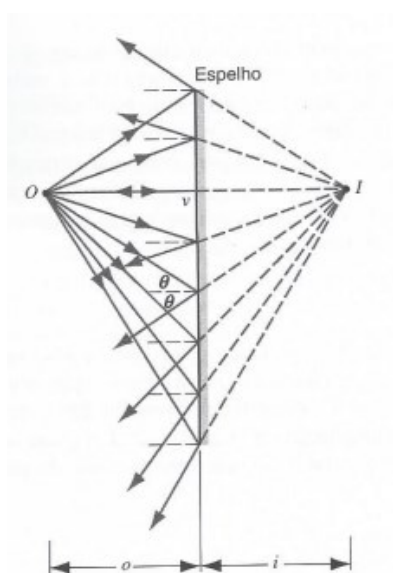
Durante este trabalho foram utilizadas superfícies refletoras, comumente denominadas de espelhos. Vamos fazer uma breve explanação sobre as principais características dos espelhos e como eles podem ser usados na formação da imagem de um objeto.

Talvez nossa experiência óptica mais familiar seja a de nos olharmos no espelho. A Figura 7 apresenta uma fonte de luz pontual O , que será chamada de

objeto, localizada a uma distância “ o ” à frente do espelho. A luz que incide no espelho é representada por raios emitidos O . No ponto em que cada raio atinge o espelho será construído um raio refletido usando a lei da reflexão (Eq. 24). Se os raios refletidos forem prolongados para trás, convergirão para um ponto I , chamado imagem do objeto O . A imagem está a uma distância atrás do espelho igual àquela que o objeto O se encontra à frente deste, o que será provado em seguida (Halliday, Resnick, 2003).

Em espelhos planos a imagem produzida tem características muito semelhantes às do objeto. A imagem está localizada após o espelho (virtual) e possui o mesmo tamanho do objeto. A distância da imagem ao espelho, é a mesma distância do objeto ao espelho. Além disto, a imagem é denominada direita, pois ela não fica invertida em relação ao objeto.

Figura 7 – Um ponto do objeto “ O ” forma uma imagem virtual I em um espelho plano. Os raios parecem divergir a partir de I , mas não existe, na verdade, luz presente neste ponto



Fonte: Halliday, Resnick e Krane (2003, p. 35)

Uma característica da imagem virtual é que os raios que chegam aos olhos do observador parecem vir da própria imagem. Mas eles partem do objeto e são refletidos no espelho, de forma que o sistema visual constrói uma projeção que liga

os raios de luz que ilusoriamente saem da imagem até os olhos. Quando estamos na frente do espelho, os raios que saem dos objetos precisam incidir sobre o espelho para poder refletir em direção aos nossos olhos. Em virtude disso, somente raios que estejam no cone visual descrito no exemplo abaixo poderão ser vistos refletidos no espelho. Nota-se que somente os pontos que estiverem dentro do triângulo poderão ser vistos pelo observador O.

Um método simples para criar diversas imagens de um mesmo objeto é fazer uma combinação de espelhos planos. Este método foi utilizado com bastante frequência em filmes antigos que precisavam retratar muito exemplares de um mesmo objeto. Quando colocados dois espelhos planos com suas superfícies refletoras formando entre si um ângulo (abertura) podemos criar uma grande quantidade de imagens de um mesmo objeto. Para criar o número de imagens usamos a seguinte relação:

$$N = \frac{360^\circ}{\theta} - 1 \quad (26)$$

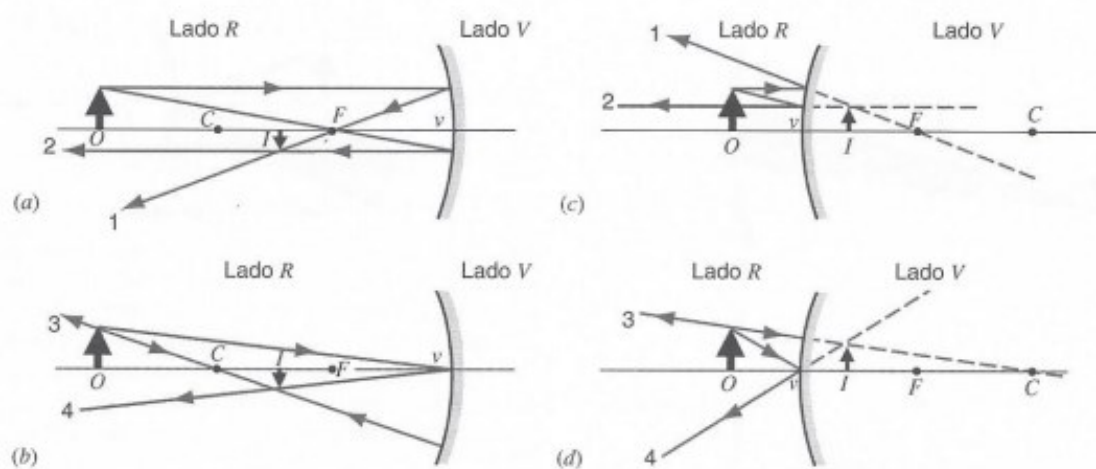
O espelho é uma superfície que faz os raios incidentes serem refletidos em direções bem definidas (reflexão regular), evitando efeitos de absorção ou espalhamento em todas as direções (reflexão difusa). Superfícies bem polidas normalmente funcionam como espelhos, que são classificados como planos, quando a superfície formada é plana, ou esféricos, quando a superfície apresenta uma curvatura, podendo ser côncava (a reflexão ocorre na parte interna da curvatura) ou convexa (a reflexão acontece na parte externa da curvatura) (Nussenzveig, 1998).

O objetivo do polimento é tornar as irregularidades da superfície menores do que o comprimento de onda da luz usada para formar a imagem. Neste caso a luz não sofre difração e nem reflexões difusas nas irregularidades e, portanto, mantém sua trajetória retilínea. Caso as dimensões das irregularidades sejam maiores do

que o comprimento de onda da luz usada, esta será refletida nas direções das superfícies de cada irregularidade. Assim, a luz proveniente do objeto será refletida em direções diferentes, não formando a imagem dele. A Figura 8 ilustra os diferentes tipos de superfície especular.

Figura 8 – (a,b) Quatro raios que podem ser usados em construções gráficas para localizar imagens de um objeto em um espelho côncavo. Observe que a imagem é real e invertida.

(c,d) Quatro raios similares desenhados para o caso de um espelho convexo. A imagem virtual é normal



Fonte: Halliday, Resnick e Krane (2003, p. 40)

Os espelhos esféricos são caracterizados por possuírem um raio de curvatura finito, diferente dos espelhos planos que tem seu raio de curvatura tendendo ao infinito. A Tabela 2 apresenta as principais diferenças entre espelhos côncavos e convexos.

Tabela 2 - Diferenças entre espelhos côncavos e convexos

| CÔNCAVO | CONVEXO |
|---|--|
| Raio de curvatura à frente do Espelho | Raio de curvatura atrás do espelho |
| As imagens dependem da distância Do objeto ao espelho | Imagem virtual, direita e menor |
| Campo de visão diminui em relação Ao espelho plano | Campo de visão aumenta em relação ao espelho plano |
| Foco positivo | Foco negativo |

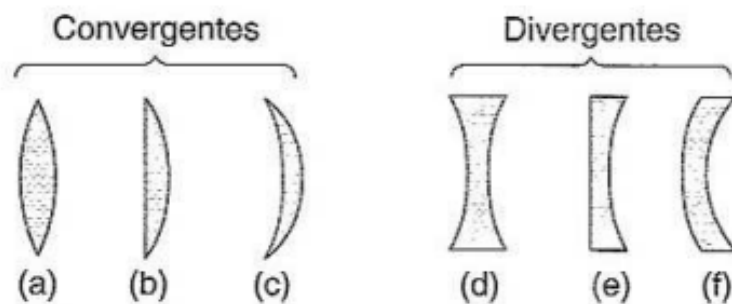
Fonte: Autoria própria (2023)

3.2.4 LENTES

Lentes são objetos transparentes dotado de duas superfícies refratoras que apresentam o mesmo eixo central, em que a luz vem de um meio 1, penetra numa das superfícies do meio 2 e saí pela outra superfície, voltado ao meio 1. Normalmente as duas refrações mudam a direção de propagação da luz, exceto quando o raio luminoso se move sobre o eixo central da lente.

Quando os raios de luz são paralelos ao eixo central e após a passagem pela lente eles se aproximam, denominamos essa lente de convergente. Já quando os raios após a lente se afastam a lente é denominada de divergente. A Figura 9 ilustra a convergência e a divergência em lentes.

Figura 9 - Classificação das lentes: (a) Biconvexa; (b) Plano-convexa; (c) Menisco positivo; (d) Bicôncava; (e) Plano-côncava; (f) Menisco negativo



Fonte: Nussenzveig (1998, p. 21)

Quando admitidos raios não-paraxiais, um objeto puntiforme não dará origem a uma imagem puntiforme, e sim uma imagem menos nítida. Esse efeito, para todos no eixo, é a aberração esférica, parte de um conjunto de aberrações que prejudicam a nitidez da imagem. Há várias outras que aparecem para pontos fora do eixo (Nussenzveig, 1998).

Uma lente só conseguirá desviar um raio luminoso caso o índice dela seja diferente do índice de refração do meio. Lentes cujas bordas sejam finas e o centro seja espesso produzem feixes de luz convergentes (a lupa). Já lentes que tenha as bordas espessas e centro fino produzem feixes de luz divergentes.

Os raios notáveis ou suas projeções sempre se encontram no foco da lente mais próxima à fonte de luz. Desta maneira, os raios de luz convergem para o foco oposto à fonte de luz numa lente convergente, e as projeções dos raios luminosos convergem para o foco próximo da fonte de luz no caso de lentes divergentes. O raio luminoso ou sua projeção que passa pelo ponto focal da lente que fica oposta ao objeto torna-se paralelo ao eixo central. Um raio de luz que passa pelo centro da lente não muda sua direção de propagação (Bauer, Wolfgang, 2013).

4 PRODUTO EDUCACIONAL

4.1 APRESENTAÇÃO

Esse material didático é destinado aos professores de Educação Especial das séries iniciais do Ensino Fundamental das diferentes redes de ensino, sendo parte integrante de uma dissertação elaborada dentro do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, realizada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Medianeira.

Tal material refere-se a uma sequência didática para abordar conceitos relacionados ao estudo da Óptica para crianças com Transtorno Espectro Autista (TEA), fundamentada na Teoria de Vygotsky, onde a aprendizagem mediada é fundamental para o desenvolvimento dos chamados processos mentais superiores, que incluem habilidades como planejar ações no longo prazo, imaginar as consequências que uma decisão pode causar, idealizar objetos, as interações são a base para que o indivíduo consiga compreender (por meio da internalização) as representações de seu grupo social e, dessa forma, aprender de verdade.

Destaca-se que o ensino de Ciências para as crianças diagnosticadas com TEA perpassa por reflexões sobre as potencialidades dos aprendizes com autismo e as particularidades da deficiência. As atividades desenvolvidas envolvem o ensino de Ciências, mais precisamente, o ensino de Física, abordando assuntos relacionados aos conceitos da Óptica. Para coleta de dados utilizamos de parâmetros de uma pesquisa qualitativa, por meio de áudio-gravações e diários de campo.

Nesse sentido, a justificativa da construção dessa proposta surgiu da necessidade de oportunizar uma reflexão sobre a prática docente, de modo a buscar uma

aprendizagem mais eficiente, propiciando novas metodologias para o ensino de Ciências para o público supracitado.

Para tanto, a elaboração dessa sequência didática buscou utilizar variados recursos tais como: vídeos, leituras, atividades experimentais, jogos etc. Com isso, objetiva-se que as atividades aqui propostas, possam auxiliar os professores no desenvolvimento de conteúdos relativos à Óptica e enriquecer as aulas de Ciências.

Em síntese, ressalta-se que o material é de acesso livre e distribuição gratuita, podendo o professor realizar alterações quando necessário, desde que mencionado a autoria do trabalho original.

4.1.2 ESTRUTURA DAS ATIVIDADES

As atividades aqui propostas relacionam os pressupostos dos conceitos da Óptica com a Aprendizagem Mediada, nesse sentido, destacamos alguns pilares na construção dessa sequência didática:

- Antes de iniciar o conteúdo é necessário fazer um resgate dos principais conceitos do tema a ser trabalhado com os alunos;
- Durante a sequência didática apresentar situações-problemas que são mais próximas da realidade do público-alvo;
- Buscar atividades integrativas que tornam o estudante protagonista e que o estimulem a refletir;
- Considerar os princípios de diferenciação progressiva, reconciliação integradora no momento de apresentação de conceitos;
- Organizar atividades em grupo;

- Avaliar o estudante durante todo o processo, e, por meio de uma avaliação final individual, na qual, deverão ser propostas situações novas acerca dos conceitos aprendidos.

A sequência didática proposta está estruturada para ser aplicada em 4 encontros, sugere-se que cada um deles tenha duração de 45 minutos.

4.2 PRIMEIRO ENCONTRO: DISCO DE NEWTON

EIXO NORTEADOR: Terra e Universo

CONTEÚDOS: Sol: Espectro solar (composição da luz, irradiação ultravioleta, luz visível e infravermelho).

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM: Compreender a composição da luz, irradiação ultravioleta, luz visível e infravermelha.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

Propor oralmente para os alunos os seguintes questionamentos: Imagine que você tivesse que explicar o que é a luz para algum ser que vivesse no fundo do oceano em um “mundo sem Luz”. O que você lhe diria? Como você explicaria o que são as cores? Você consegue imaginar o mundo sem luz?

As explicações dadas servirão de suporte para discutirmos as ideias iniciais do nosso trabalho.

ORGANIZAÇÃO DO PENSAMENTO:

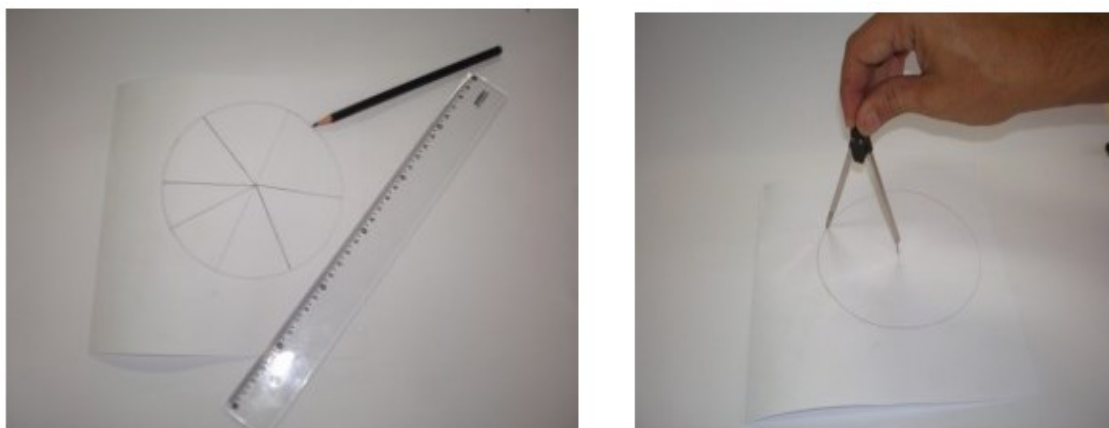
1) Neste encontro, propõe-se, por meio de experiências, levar o aluno a concluir que a luz tem cor e reconhecer que as cores dos objetos são determinadas pela frequência da luz. Você observará que a habilidade não será contemplada em sua totalidade e que as propostas podem ter continuidade em aulas subsequentes.

2) Escolher um local na escola, de preferência próximo à sala de aula, que receba bem os raios de Sol (também pode ser no pátio ou quadra de esportes) e coloque as mesas com as bacias e os espelhos, com espaços entre elas, para que os alunos possam observar a formação do arco-íris na bacia.

3) Construção do disco de Newton: Leve os palitos (com sobra) já com pequenos furos, para isso, utilize um prego com diâmetro pequeno ou alfinete para fazer o furo, assim, evitando rachar durante a atividade. Peça aos alunos, com antecedência, que tragam para a aula lápis de cor ou giz de cera ou guache (se preferir escolha um destes materiais de pintura), com as cores do arco-íris (vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil, violeta), papelão, tesoura sem ponta e cola. O professor deverá levar o disco já confeccionado produzido de acordo com a sequência:

Utilizando um compasso (ou um disco “CD” como molde) desenhe um círculo no papel cartão com, aproximadamente, 15 cm de diâmetro. Com o auxílio de uma régua, divida o círculo em sete partes, aproximadamente iguais, como mostrado na Figura 10:

Figura 10 - Confeção do contorno do disco de Newton e divisões no papel cartão



Fonte: Autoria própria (2023)

Sem pintar (molde abaixo), um disco branco (molde abaixo), dois palitos de sorvete, duas tachinhas ou percevejos, dois pedaços de papelão para colar os discos, cola, tesoura, giz de cor ou lápis de cor ou guache, pedaços de EVA (retalhos); por fim, colorir cada parte com as cores do arco-íris. Aproveitar o furo do compasso e inserir um lápis nesta região, tal como indica a imagem abaixo. Peça para que os alunos girem o mais rápido possível o lápis, e observem que, surpreendentemente, o círculo apresentará a cor branca, comprovando a teoria proposta por Newton, como indicado na Figura 12.

Figura 12 - Disco de Newton colorido com as cores do arco-íris



Fonte: Autoria própria (2023)

Outras formas de montar o disco de Newton: 1) fazer um disco de diâmetro maior, e fixá-lo em um ventilador de chão; 2) utilizar um disco de Vinil como suporte, colando o disco com as sete cores sobre ele e, depois, fixá-lo na ponta de uma furadeira manual.

4.3 SEGUNDO ENCONTRO: REFLEXÃO DA LUZ

EIXO NORTEADOR: Terra e Universo

CONTEÚDOS: Luz: Conceitos de reflexão e refração da luz

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM: Visualizar um feixe de luz, observando sua existência e comportamento.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

Iniciar a aula explicando aos alunos que a luz, para a maior parte dos fenômenos cotidianos, propaga-se em forma de raios. Estes, são compostos de partículas (fótons), e se propagam sempre retilinearmente a partir da fonte. O feixe de luz é um conjunto de raios luminosos. Na sequência, descrevemos os passos da experiência que iremos desenvolver.

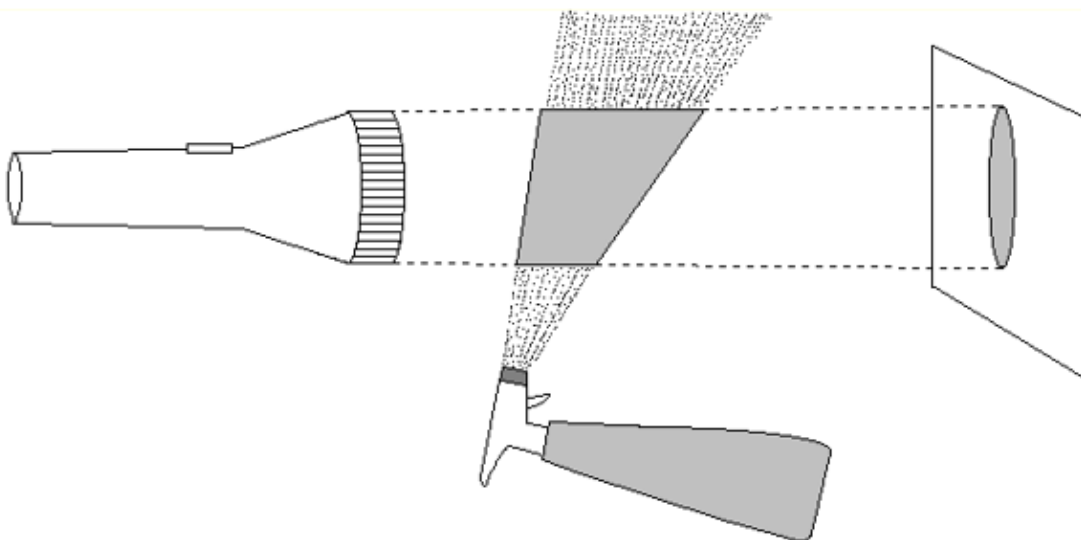
Uma lanterna é colocada em uma posição fixa iluminando um obstáculo (parede). Nesta situação, só é possível observar a luz que é gerada pela lanterna e o efeito que ela causa no obstáculo. É aparentemente possível que a luz descreva qualquer trajetória até atingir a parede (como por exemplo, uma trajetória curva ou em "zig-zag").

- Colocar água dentro do pulverizador e adicione leite até que a água fique esbranquiçada;
- Pulverizar água colorida com leite ao longo do feixe de luz que vai da lanterna até a parede, conforme mostra a Figura 13. Assim, é possível observar que o

feixe luminoso criado pela lanterna, propaga-se em linha reta e não de qualquer outro modo até o obstáculo;

- Posicionar a lanterna de modo que ilumine o obstáculo.

Figura 13 - Representação esquemática do experimento



Fonte: Projeto experimentos de Física com Materiais do dia a dia – UNESP/Bauru

4.4 TERCEIRO ENCONTRO: REFRAÇÃO DA LUZ

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: Refração da Luz

EIXO NORTEADOR: Terra e Universo

CONTEÚDOS: Luz: Conceitos de reflexão e refração da luz

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM: Verificar a mudança de refração da luz ao passar de um meio para outro;

DESENVOLVIMENTO DA AULA

Iniciar a aula demonstrando aos alunos a situação apresentada na Figura 14 abaixo:

Figura 14 - Refração da luz, ocorrendo em um copo com água, onde é colocado um lápis, dando a impressão de sua quebra



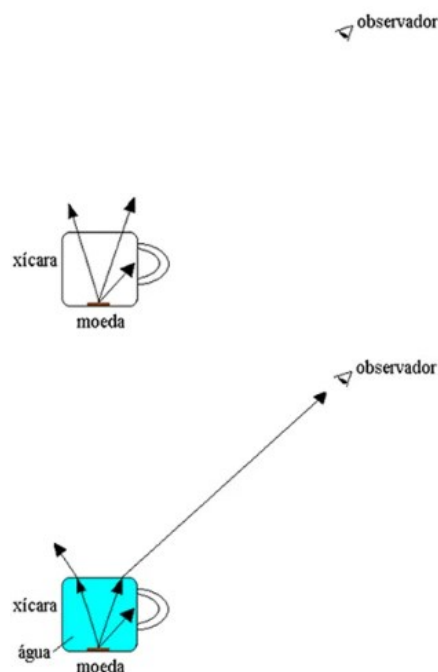
Fonte: Autoria própria (2023)

Aportar aos alunos a diferença entre os meios abaixo: ar e água. Explicar que a refração da luz é um fenômeno em que ela é transmitida de um meio para outro diferente. Nesta mudança de meios, na maioria dos casos, a sua velocidade de propagação é alterada. Com a alteração da velocidade de propagação ocorre um desvio da direção original da luz.

EXPERIÊNCIA

- Primeiramente, colocar no fundo da xícara (ou copo) a moeda, posicionando-a de modo que a borda da xícara tampe completamente a moeda;
- Sem mover a cabeça, vá enchendo a xícara de água. Em determinado momento você passará a ver a moeda que antes estava escondida, conforme Figura 15;

Figura 5 - Experimento da moeda com uma moeda dentro preenchida com água



Fonte: <https://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=21741#:~:text=Ao%20colocar%20%C3%A1gua%20no%20copo,ou%20seja%2C%20fora%20do%20copo>

De acordo com o esquema da figura acima, notamos que os raios de luz que partem da moeda podem chegar ao olho do observador quando a xícara está cheia de água e a luz sofre refração ao sair para o ar. Quando a xícara estiver vazia, os raios de luz que partem da moeda não conseguem chegar ao observador naquela posição.

4.5 QUARTO ENCONTRO: REFRAÇÃO DA LUZ

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: Refração Da Luz

EIXO NORTEADOR: Terra e Universo

CONTEÚDOS: Luz: Conceitos de reflexão e refração da luz

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM: 1. Compreender que um raio de luz pode sofrer reflexão total ao passar de um meio para outro; 2. Conhecer os corpos transparentes e a sua importância na construção de equipamentos.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

EXPERIÊNCIA 1

Iniciar a aula indagando aos alunos se eles sabem o que é uma miragem e como acontece o fenômeno? Através desta atividade experimental tentaremos ilustrar esse fenômeno. Sendo assim, aproveitando o experimento explicaremos como acontece o efeito miragem, que, por sinal, é muito comum em ambiente bastante quente ou muito frio.

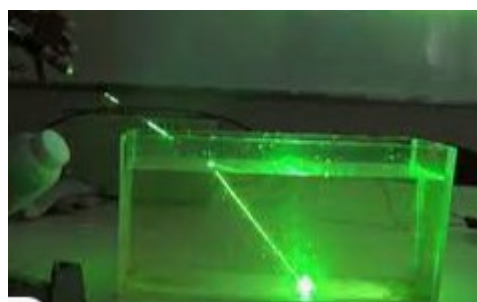
Para a realização dessa atividade, será necessário o seguinte material: um recipiente quadrado de vidro (pode ser um aquário); açúcar; um laser vermelho; ambiente escurecido.

- Criar o meio heterogêneo: para isso, basta adicionar todo o açúcar, uniformemente, sobre a superfície do líquido. Após a distribuição uniforme do açúcar é necessário deixar o recipiente descansar (sem movimento) durante um período de 24 horas;
- Após esse período, o líquido do recipiente apresentará uma tonalidade diferente. Essa tonalidade diferente ocorre pelo fato de o líquido ter se tornado heterogêneo, ou seja, a água apresentará pontos com diferentes densidades;
- Em um segundo momento, com a ajuda do laser, veremos o comportamento da luz quando esta atravessa o meio heterogêneo. Sendo assim, quando a luz atingir pontos onde a homogeneidade não estiver ocorrendo, a luz sofrerá diversas refrações ocasionando, então, um desvio da luz, fazendo a curva e, conseqüentemente, poderá ser constatada certa reflexão (considerada reflexão total). Essa é a base da explicação para o efeito miragem;

- Após escurecer o ambiente, faça com que a luz do laser incida sobre a superfície do líquido. Assim, veremos um feixe retilíneo de luz: isso comprova que naquele ponto o líquido apresenta-se homogêneo. Em seguida, comece a baixar o feixe de luz lentamente. Conforme ele vai abaixando, perceberemos que o meio vai se tornando heterogêneo pelo fato de o feixe de luz começar a se curvar;

O laser faz curva por estar atingindo regiões de densidades diferentes, causando, portanto, o fenômeno denominado refração. Em um determinado ponto poderá ser percebida a reflexão total do feixe luz, que é o que acontece com o efeito miragem.

Figura 16: Imagem ilustrativa do experimento



Fonte: Autoria própria (2023)

EXPERIÊNCIA 2

Nesta segunda experiência, explicar que na refração, a luz sofre reflexão total ao passar de um meio para outro; A luz quando percorre o interior do fio de água, vai sofrendo várias reflexões sucessivas, sempre que se aproxima da superfície que separa a água do ar. Comporta-se exatamente da mesma forma que a luz quando viaja no interior da fibra ótica.

Para a realização dessa atividade, deve-se realizar as seguintes etapas:

- Fazer um furo da largura da palhinha, na garrafa. Deve ser na lateral, mas o mais abaixo possível. Na figura que se encontra em baixo o furo está quase no

meio da garrafa. Se o fizeres mais em baixo, o líquido levará mais tempo a escorrer;

- Colocar um bocado da palhinha (cerca de 3 cm) nesse furo e vedar bem com a cola;
- Encher a garrafa com água;
- Apontar o laser para o fio de água que corre (ver Figura 17);

Observar o efeito da luz. Se necessário diminuir a luminosidade da sala, apagando as luzes.

Figura 17 - Imagem ilustrativa do experimento



Fonte: Autoria própria (2023)

METODOLOGIA DE ENSINO

Qual caminho seguir na elaboração e execução das atividades? Durante a realização deste trabalho fizemos uma abordagem qualitativa descritiva, na qual nos preocupamos em fazer uma análise das informações que foram sendo mediadas e registradas ao longo da realização das atividades da sequência. Para isso, descrevo primeiramente a missão educativa de nossa escola e as características de nosso corpo discente durante o desenvolvimento das atividades.

Diante do índice de crescimento dos diagnósticos de pessoas com TEA matriculados na Rede Pública Municipal de Ensino de Cascavel e de uma política nacional específica, levaram os gestores, pais e associações a realizarem estudos em relação

à inclusão desse público-alvo em nossas escolas. Nesse sentido, a Clínica Escola Juditha Paludo Zanuzzo foi implantada para favorecer o desenvolvimento pedagógico e atender integralmente às necessidades de saúde das pessoas com TEA, priorizando sua integração na sociedade.

Para o desenvolvimento desta atividade foram escolhidos os alunos do 5º ano, dos quais já passaram mais de 2 anos na Escola desde a sua fundação. Foi realizada uma grande preparação e organização de suas rotinas para que pudessem desenvolver as atividades da sequência didática no decorrer das aulas e, principalmente para receberem o professor Fábio no dia da aplicação do Produto Educacional.

Durante a aplicação das atividades vários materiais que visaram ao interesse e os estímulos dos alunos foram utilizados. Os materiais que tinham mais estímulos visuais (lasers, prismas, lanternas) eram os mais interessantes. Notou-se que gradualmente, manuseando novas formas de registros do que visualizavam, estimulavam o desenvolvimento motor e cognitivo, pois estes materiais possuíam a capacidade de mantê-los sob concentração, não permitindo a dispersão (Lagoa, 1981).

A atenção é extremamente relevante na aprendizagem escolar. Os pensamentos não estão separados das experiências anteriores, mas conectam-se e atuam em nosso desenvolvimento cognitivo à medida que experienciamos situações cotidianas (Cunha, 2019). Temos alguns alunos que por conta do transtorno tem grandes dificuldades de concentração, desta forma, buscou-se muito durante a atuação, a capacidade de simbolizar e mediar a aprendizagem o tempo todo.

Piaget diz, em toda sua vastíssima obra, que conhecer é interagir. Vygotsky observa que, no cruzamento das esferas individual e social do indivíduo, encontra-se a sua representação mental. As representações cognitivas fundem-se e apropriam-se das representações socioculturais, mediadas na linguagem (Cunha, 2019). Para

mediar alguns conteúdos, utilizamos vídeos e infográficos que foram válidos para que tornassem essa cognição mais representativa.

Em síntese, os alunos durante as mais variadas metodologias utilizadas, foram se apropriando da forma com que se identificavam, pois o conhecimento não se constrói linearmente, mas divergente, tecidos na complexidade com suas várias articulações.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção faremos a apresentação do processo de implementação da sequência didática, uma descrição dos resultados alcançados com intuito de analisarmos os aspectos qualitativos e quantitativos obtidos, e em alguns casos compararmos os resultados obtidos. Algumas questões foram relevantes enquanto eram avaliadas as atividades desenvolvidas:

1. Como foram os resultados das atividades aplicados aos alunos?
2. Os estudantes participaram ativamente das atividades que foram propostas, e os estudantes estiveram mais ativos no processo de aprendizagem?
3. Como foi o envolvimento dos estudantes?
4. Quais as principais dificuldades na execução das atividades da sequência didática?

A elaboração dessa sequência didática buscou utilizar variados recursos tais como: vídeos, leituras, atividades experimentais, jogos etc.

As aulas iniciaram com a exposição dos conteúdos de utilizando-se de imagens e textos curtos, sempre de forma dialogada. Os alunos de acordo com seus conhecimentos, muitas vezes empíricos, respondiam aos questionamentos que eram destinados a eles. Foram aplicadas atividades práticas para cada conteúdo aplicado, com isso, a visualização e o contato com os experimentos mediaram o aprendizado, contribuindo para que os resultados fossem obtidos.

Figura 18 – Aula: Decomposição da Luz Branca



Fonte: Autoria própria (2023)

Os alunos que fizeram parte da aplicação desta sequência não eram totalmente alfabetizados, com isso, muitos dos registros das atividades apresentadas, não foram de forma escrita, mas sim verbalmente, ou em imagens.

Figura 19 – Registro das atividades propostas em aula: Decomposição da luz branca



Fonte: Autoria própria (2023)

Em todo processo de aprendizagem, há interpretação diferentes, feitas por indivíduos diferentes, ainda que sejam em resposta a um mesmo estímulo, nesta atividade proposta foram várias as respostas apresentadas pelos alunos quando puderam visualizar as cores a partir da decomposição da luz branca quando o prisma foi exposto ao sol. Alguns responderam que dentro do prisma havia cores que quando a luz do sol chegava até ele, eram refletidas; outros falaram que na própria calçada tinha um dispositivo que acionava as cores quando a luz incidia ao prisma; alguns ainda já com um entendimento melhor do conteúdo já expressaram que a luz branca poderia se decompor nas cores do arco-íris.

Figura 20 – Atividades de reflexão da luz com os espelhos



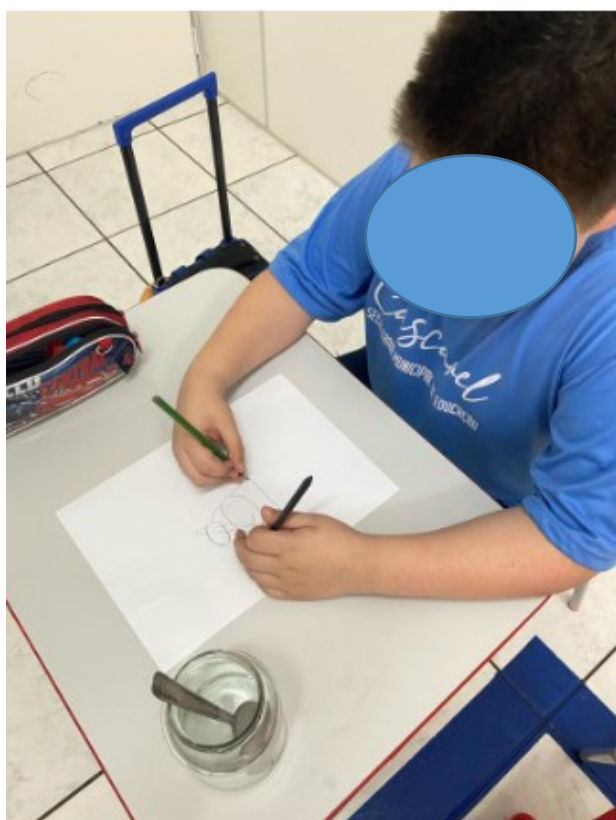
Fonte: Autoria própria (2023)

Para um aluno autista a capacidade de simbolizar está relacionada à linguagem e, de certa forma, as expressões afetivas do indivíduo. É importante que esses

aspectos sejam constantemente estimulados no convívio. Assim, os registros das atividades trabalhadas foram estimulações para que sua criatividade expressassem os conceitos vistos em aula (Cunha, 2019).

Nesta atividade do espelho foi interessante para que os alunos visualizassem como ocorre o processo de reflexão e refração além da formação de imagens nos espelhos planos.

Figura 21 – Registro da observação da Refração da Luz



Fonte: Autoria própria (2023)

O registro da atividade de observação da refração luz, foi fielmente reproduzida pelo aluno que estava bem atento ao fenômeno. Os questionamentos desta observação foram:

1. Por que a colher está quebrada?
2. A água consegue mudar o tamanho da colher?
3. Será que tem diferença do tamanho da colher no ar e depois na água?

Depois destes questionamentos, foram dadas todas as explicações sobre o processo de refração da luz e porque o fenômeno ocorre.

Em sala de aula, as atividades e os objetos que exploram o sensorial são naturalmente estimulantes, ainda que não sejam obviamente pedagógicos, podem adquirir essa função quando engajam o aprendiz e exercem efeito sobre seu comportamento. As atividades que foram desenvolvidas para construir o disco de Newton contribuíram no desenvolvimento da coordenação motora fina. Esses materiais pedagógicos auxiliam na construção do conhecimento, adquirem grande importância na educação dos autistas (Gardner, 2000).

Figura 22 – Construção do Disco de Newton



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 23 – Reflexão total da luz

Fonte: Autoria própria (2023)

Se realmente quisermos construir com o nosso educando atraentes situações de aprendizagens, não caberá em nosso trabalho nenhum modelo pedagógico que não parta dele (Freire, 2007). Desta forma, para trabalhar a reflexão total da luz, foi solicitado que trouxessem para a aula garrafas pets, a fim de construirmos um modelo para representarmos a reflexão total da luz na água. Foi um momento muito rico de aprendizado, pois anteriormente foi trabalhado o conteúdo, assim, finalizaram a aula montando a própria experiência.

Em síntese, a partir de todas das atividades desenvolvidas, imagens produzidas pelos estudantes e as respostas apresentadas de forma oral, concluímos que os objetivos propostos foram alcançados. Entendemos que para um aluno autista compreender as coisas, o ponto de vista, as ideias, o contexto do que se diz ou do que se faz, tudo precisa de ter objetivo e função. No entanto, notou-se a dificuldade em apresentar alguns conteúdos devido a subjetividade em suas informações, mas foram criadas várias analogias para que pudessem entender o sentido da expressão (Cunha, 2019).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação desta sequência teve como propósito apresentar conteúdos associados à Óptica Geométrica que privilegiassem uma aprendizagem mediada defendida pela teoria de Vygotsky para os alunos com TEA.

Para além de um produto pronto e acabado, é um material de apoio afim de auxiliar docentes no uso de diferentes instrumentos fazendo com que a mediação dos conhecimentos possa ser reflexiva e por fim crítica, de forma que o estudante possa, para além da mera aprendizagem de conteúdos, os estudantes possam utilizar os conhecimentos adquiridos para compreender e transformar a realidade que os cerca.

Durante o desenvolvimento das atividades estávamos focados no conhecimento prévio do aluno para que fosse um auxílio na construção do conteúdo proposto em detrimento da aprendizagem mecânica, de modo que os estudantes a cada etapa conseguissem fazer com que novas informações se relacionassem se tornassem relevantes, dando sentido e utilidade ao objeto de estudo.

Notou-se que a motivação dos alunos em aprender foi um dos aspectos mais relevantes, pois a motivação é muito importante para que ele perceba a evolução de seus conhecimentos e se sinta envolvido no processo de ensino-aprendizagem.

A elaboração de atividades que levem o estudante a perceber esta evolução o leva a envolver-se ainda mais com o estudo, que por sua vez, torna o material potencialmente significativo. Foi evidente todos estes fatos a cada atividade prática realizada.

Dessa maneira, cabe ao professor, enquanto mediador do processo de construção de conhecimentos, estimular e promover desafios junto aos educandos (Anjos, 2008, p.573).

Por fim, objetiva-se que com esta dissertação e o produto educacional produzido neste curso de mestrado profissional, consiga aproximar o mundo acadêmico com o ambiente escolar, fazendo com que as atividades aqui propostas, possam auxiliar os professores no desenvolvimento de conteúdos relativos à Óptica e enriquecer as aulas de Ciências no Ensino Fundamental.

REFERÊNCIAS

ANJOS, A. J. S. **As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em Física.** Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-941.2008v25n3p569> Acesso em: 9 mar. 2022.

BAUER, W.; WESTFALL, G. D.; DIAS, H. **Física para universitários.** Porto Alegre: Editora AMGH, 2013.

CUNHA, E. **Autismo e Inclusão: psicopedagogia e práticas educativas na escola e na família.** 4ª Edição. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2012.

DAVID, V. F. **Autismo e educação: a constituição do autista como aluno da rede municipal no Rio de Janeiro.** Dissertação de Mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.

DSM- V1 - **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais.** Disponível em <https://www.institutopebioetica.com.br/documentos/manual-diagnostico-e-estatistico-de-transtornos-mentais-dsm-5.pdf>. Acesso em: nov. de 2023.

DSM - 5 - TR, 5ª Edição, Porto Alegre: Editora Artmed Editora LTDA, 2023.

FEUERSTEIN, R. **Instrumental enrichment – An intervention program for Cognitive modificability,** Glenview, Illinois: Scott, Foresman and Company, 1980.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** São Paulo. Editora Paz e Terra. 23ª impressão, 1994.

GARDNER, H. **Inteligências múltiplas: a teoria na prática.** Porto Alegre: Artmed, 1995.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física – Volume 4.** 6ª Edição, Rio de Janeiro: LTC, 2003.

LAGOA, V. **Estudo do sistema montessori fundamentado na análise experimental do comportamento.** São Paulo: Loyola, 1981.

MANTOAN, M. T. E. **Educação escolar de deficientes mentais: Problemas para a pesquisa e o desenvolvimento.** *Scielo* Brasil. CEDES. Unicamp. SP. jan/abril, 46, 1999.

MENEZES, A. R. S. **Inclusão escolar de alunos com autismo: quem ensina e quem aprende?** Dissertação de Mestrado, UERJ, Rio de Janeiro, 2012.

MELLO, A. M. S. R. **Autismo: guia prático.** São Paulo: AMA, 2007.

MIZUKAMI, M. G. N. **Aprendizagem da docência: conhecimento específico, contextos e práticas pedagógicas.** In: NACARATO, A. M.; PAIVA, M.A.V. (Orgs). A formação do professor que ensina matemática: perspectivas e pesquisas. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

MOYSÉS, M. Professora titular de Pediatria na Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp. Militante do DapatoLogiza.

NUSSENZVEIG, H.M., **Curso de Física Básica, v. 4**, São Paulo: Edgar Blücher, 1998.

ORRÚ, S. E. **Autismo: o que os pais devem saber?** Rio de Janeiro: Wak Editora, 2009.

SUPLINO, M. H. F. **Retratos e imagens das vivências inclusivas de dois alunos com autismo em classes regulares**. Tese de Doutorado, UERJ, Rio de Janeiro, 2007.

Da SILVA, A. P.; Paulo Freire: Pedagogia da diversidade? 2005. In: Dos SANTOS, M. P.; Dialogando sobre inclusão e educação: contando casos e (descasos). Rio de Janeiro: CRV, 2013.

TAKINAGA, S. S. **Transtorno do espectro autista: contribuições para a educação matemática na perspectiva da teoria da atividade**. Dissertação de Mestrado, PUC-SP, 2015.

VYGOTSKY, L.S. **Mind in society - The development of higher psychological processes**. Cambridge. MA: Harvard University Press. 1978.

VIGOTSKY, L. S. **Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar**. In: VIGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTE'EV, Aleksei Nikolaevich. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. 5. ed. São Paulo (SP): Icone: EDUSP, 1994.

ZANELLA, A. V. **Vygotsky: contexto, contribuições a psicologia e o conceito de zona de desenvolvimento proximal**. Itajaí: UNIVALI, 2001.

APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CARLOS EDUARDO DE SOUZA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ÓPTICA À ALUNOS COM TEA
(TRANSTORNO ESPECTRO AUTISTA)**

MEDIANEIRA

2024

CARLOS EDUARDO DE SOUZA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ÓPTICA À ALUNOS COM TEA
(TRANSTORNO ESPECTRO AUTISTA)**

**DIDACTIC SEQUENCE FOR TEACHING OPTICS
TO STUDENTS WITH ASD (AUTISM SPECTRUM DISORDER)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Rogerio Longen

Coorientadora: Prof.a Dr.a Shiderlene Vieira de Almeida

**MEDIANEIRA
2024**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

22/04/2024, 08:52



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Medianeira



CARLOS EDUARDO DE SOUZA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ÓPTICA À ALUNOS COM TEA (TRANSTORNO ESPECTRO AUTISTA)

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física Na Educação Básica.

Data de aprovação: 23 de Fevereiro de 2024

Dr. Fabio Rogerio Longen, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Geanderson Araujo Carvalho, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Roberta Chiesa Bartelmebs, Doutorado - Universidade Federal do Paraná (Ufpr)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 23/02/2024.

MEDIANEIRA
2024

SUMÁRIO

| | | |
|------------|---|-----------|
| | APRESENTAÇÃO..... | 5 |
| 1 | REFERENCIAL TEÓRICO: A APRENDIZAGEM MEDIADA..... | 6 |
| 2 | ESTRUTURA DAS ATIVIDADES..... | 11 |
| 2.1 | PRIMEIRO ENCONTRO: DISCO DE NEWTON..... | 12 |
| 2.2 | SEGUNDO ENCONTRO: REFLEXÃO DA LUZ..... | 14 |
| 2.3 | TERCEIRO ENCONTRO..... | 15 |
| 2.4 | QUARTO ENCONTRO..... | 17 |
| 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 20 |
| | REFERÊNCIAS..... | 21 |

APRESENTAÇÃO

Esse material didático é destinado aos professores de Educação Especial das séries iniciais do Ensino Fundamental das diferentes redes de ensino, resultado de uma dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, realizada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Medianeira. Tal material refere-se a uma sequência didática para abordar conceitos relacionados ao estudo da Óptica para crianças com Transtorno Espectro Autista (TEA), fundamentada na Teoria Vygotsky, onde a aprendizagem mediada é fundamental para o desenvolvimento dos chamados processos mentais superiores, que incluem habilidades como planejar ações no longo prazo, imaginar as consequências que uma decisão pode causar, idealizar objetos, as interações são a base para que o indivíduo consiga compreender (por meio da internalização) as representações de seu grupo social e, dessa forma, aprender de verdade.

Destaca-se que o ensino de Ciências para as crianças diagnosticadas com TEA perpassa por reflexões sobre as potencialidades dos aprendizes com autismo e as particularidades da deficiência. As atividades desenvolvidas envolvem o ensino de Ciências, mais precisamente, o ensino de Física, abordando assuntos relacionados aos conceitos da Óptica. Para coleta de dados utilizamos de parâmetros de uma pesquisa qualitativa, por meio de áudio-gravações e diários de campo.

Nesse sentido, a justificativa da construção dessa proposta surgiu da necessidade de oportunizar uma reflexão sobre a prática docente, de modo a buscar uma aprendizagem mais eficiente, propiciando novas metodologias para o ensino de Ciências para o público supracitado.

Para tanto, a elaboração dessa sequência didática buscou utilizar variados recursos tais como: vídeos, leituras, atividades experimentais, jogos etc. Com isso, objetiva-se que as atividades aqui propostas, possam auxiliar os professores no desenvolvimento de conteúdos relativos à Óptica e enriquecer as aulas de Ciências.

Em síntese, ressalta-se que o material é de acesso e distribuição gratuita, podendo o professor realizar alterações quando necessário, desde que mencionado a autoria do trabalho original.

1 REFERENCIAL TEÓRICO: A APRENDIZAGEM MEDIADA

Nós vivemos em um espaço-tempo altamente patologizado em todas as circunstâncias da vida, Vygotsky em suas concepções sobre o ser humano, deficiência, educação, construção social da vida e tudo que lhe é subjacente constituem um porto seguro no qual podemos atracar, respirar e recuperar forças para continuar a defesa de vidas despatologizadas (Moysés, 2021).

A educação e o ensino de crianças com deficiência devem formulados como um problema de educação social, psicológica e pedagógico. Devemos ressaltar que os processos de patologização/medicalização estão infiltrados na educação de crianças com deficiência há um bom tempo. Para que este processo de identificação Vygotsky trabalha com a defectologia, nos quais nossas diferenças que nos caracterizam com humanos são reconhecidas e valorizadas, enquanto as desigualdades, que deformam nossa humanização são criticadas e combatidas (Vygotsky, 1979).

A defectologia possibilita uma reviravolta no campo da deficiência, pois fazem pensar que a potência das pessoas que vivem essa condição está naquilo que mais socialmente desacreditamos: sua capacidade simbólica, o desenvolvimento de suas funções psicológicas superiores, com isso permite-se ampliar as possibilidades de desenvolvimento de todas as crianças.

Vamos considerar que a convivência na pluralidade é condição fundamental ao desenvolvimento de pessoas com deficiência, posto que é a participação na cultura que cria esse espaço-tempo a partir do qual nos constituímos subjetivamente. Na mesma lógica, construir outra concepção de educação para pessoas com deficiência exige constituir novos conhecimentos e saberes sobre o desenvolvimento, constituindo novos modos de ensinar-aprender para qualquer pessoa, deficiente ou não, considerando como princípio regulador de conduta é a vida social e a interação dos seres humanos. Um homem influi no outro através da linguagem, e isto ocorre, porque o signo, assim como a ferramenta, tem uma função mediadora.

Por meio da ferramenta o homem influi sobre o objeto de sua atividade. A ferramenta está dirigida para fora: deve provocar umas ou outras mudanças no objeto. É o meio da atividade exterior do homem, orientado a modificar a natureza. O signo não modifica nada no objeto de operação psicológica: é o meio de que se vale o homem para influir psicologicamente, bem em sua própria conduta, quanto na dos demais; é um meio para sua atividade interior, dirigida a dominar o propósito ser humano: o signo está orientado para dentro (Vygotsky, 1995, p.94).

O autor defende que o desenvolvimento é mais lento que a aprendizagem. O aprendizado não é desenvolvimento, mas, se adequadamente organizado, pode ativar e resultar em processos de desenvolvimento. “Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificadamente humanas” (Vygotsky, 1989, p.101).

Nesse sentido, Vygotsky é claro ao propor a unidade entre desenvolvimento e aprendizado, enfatizando a relação de interdependência entre os dois processos. Ele pressupõe a existência do nível de desenvolvimento atual, que diz respeito naquelas atividades que o indivíduo interiorizou, tudo aquilo que é capaz de fazer sozinho, sem a ajuda de outras pessoas. No entanto, ressalta o autor, o desenvolvimento não restringe apenas a essas atividades, mas deve considerar também as funções ainda em processo de desenvolvimento, com as quais o indivíduo não tem autonomia para lidar. A discrepância entre o nível de desenvolvimento atual que é detectada pela comparação entre os problemas resolvidos com autonomia e o nível que ela atinge ao resolver problemas de autonomia, em colaboração com outra pessoa, determina a zona de desenvolvimento imediato da criança (Vygotsky, 1998, p 111-113; Vygotsky, 1989, p. 95-97; Vygotsky, 1993, p. 238-240; Vygotsky 2001, p.327).

Na visão vygotskiana o desenvolvimento dos conceitos, dos significados das palavras, pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade de comparar e diferenciar. Nessa perspectiva, a instrução é uma das principais fontes dos conceitos da criança e do adolescente; determina o destino de todo o seu desenvolvimento mental.

Os conceitos cotidianos se formam durante o processo de experiência pessoal da criança, numa situação de confronto com uma situação concreta, ao passo que os conceitos científicos, que se formam no processo de instrução, “se distinguem dos espontâneos por uma relação distinta com seu objeto e pelos diferentes caminhos que percorrem desde o momento em que nascem até que se formam definitivamente” (Vygotsky, 1993, p. 195-196, grifo do autor).

Na perspectiva piagetiana, o pensamento precede a linguagem e está se limita a transformá-lo. A linguagem amplia o poder do pensamento conferindo às operações mobilidade e generalidade, principalmente a partir das operações concretas, atingindo o ápice na adolescência. São consideradas outras fontes do pensamento: os símbolos (derivados da imitação, aparecem mais ou menos com a linguagem, porém são independentes dela) – jogo simbólico; imitação retardada; imaginação mental (Piaget, 1984).

No construtivismo piagetiano são enfatizadas as atividades que favoreçam a espontaneidade do indivíduo (conceitos cotidianos formados sem intervenção da educação sistemática). A existência dos conceitos está desligada do contexto e não é mediada pela criança.

Voltando ao pensamento de Vygotsky, são duas as funções básicas da linguagem: comunicação e generalização (Vygotsky, 1993, p.22).

Um dos pontos mais polêmicos do debate de Vygotsky e Piaget é exatamente a compreensão da relação do pensamento e linguagem, fundamentalmente o que Piaget denominou de egocentrismo e discurso egocêntrico. Para ele, o elo que liga todas as características específicas da lógica infantil é o egocentrismo do pensamento das crianças. Vygotsky tem uma posição muito diferente desse processo. Suas experiências evidenciaram “que a linguagem egocêntrica se converte em um instrumento para pensar em sentido estrito, ou seja, começa a exercer a função de planejar a resolução da tarefa surgida no curso de sua atividade” (Vygotsky, 1993, p. 51).

Durante o desenvolvimento posterior, a linguagem social da criança, que no início é multifuncional, evolui segundo o princípio da diversificação de funções independentes e, em determinada idade, se diferencia nitidamente em linguagem egocêntrica e comunicativa [...] a linguagem egocêntrica emerge no curso de um processo social, quando as formas sociais de comportamento, as formas de cooperação coletiva, passam para a esfera das funções psicológicas individuais da criança (Vygotsky, 1993, p. 56-57).

Assim, enquanto para Piaget, a linguagem egocêntrica é uma fase de transição do autismo para a lógica, do íntimo, individual, para o social, para Vygotsky trata-se de uma forma transitória de linguagem externa para interna, da linguagem social para individual. Vygotsky conclui: “A verdadeira direção do processo de desenvolvimento do pensamento da criança não vai do individual ao socializado, mas do social ao individual” (Vygotsky, 1993, p. 59).

No que se refere à relação à aprendizagem/ desenvolvimento, explica que a aprendizagem possibilita e movimenta o processo de desenvolvimento, sendo este dinâmico. Nesse caso, a educação escolar se constitui numa atividade mediadora entre o saber cotidiano e o não saber cotidiano, isto é, entre o conhecimento resultante das objetivações entre si próprias da vida cotidiana e as objetivações, principalmente quando este processo se realiza em alunos como deficiência.

Numa exposição sobre os processos de ensino/aprendizagem de uma criança defectiva, citamos o autismo. A termo autismo é de origem grega – *autós* -, e significa “de si mesmo”. Esta definição foi utilizada pela primeira vez em 1911 por Eugene Bleuler, um psiquiatra suíço, que na circunstância tinha por objetivo escrever sintomas da esquizofrenia como a introspecção e a alienação da realidade (Cunha, 2014).

Depois de algum tempo, em 1943, Leo Kanner, um psiquiatra austríaco, realizou as primeiras pesquisas relacionadas ao tema, oriundas de uma observação realizada com onze crianças que apresentavam semelhantes em seus comportamentos, como dificuldades de relacionamento interpessoal, atrasos e alterações na linguagem, tendências por repetições e rituais cotidianos. Ele denominou o autismo como “Distúrbios Autísticos do Contato Afetivo” e suas pesquisas persistiram por pelo menos mais trinta anos, o que o fez reavaliar seu conceito por variadas vezes (Orrú, 2012).

O indivíduo com autismo ainda na contemporaneidade apresenta um transtorno cuja definição científica é algo indistinto para profissionais da área médica e principalmente educacional. Algumas pesquisas a respeito do tema, se apresentam escassas no meio acadêmico, assim como também no meio científico conforme afirmam, por exemplo, Suplino (2007), Menezes (2012) e David (2012).

De acordo com estes e outros fatores, a situação atual, conduzem a um trajeto onde há um contingente minoritário de profissionais da área da educação que possuem um conhecimento sólido a respeito das condições que permeiam o cotidiano destas pessoas.

Damos início as nossas esclarecimentos a respeito do autismo com as palavras de Mello (2007), que afirma que tal transtorno “[...] se caracteriza por alterações presentes desde idade muito precoce, tipicamente antes dos três anos de idade, com impacto múltiplo e variável em áreas nobres do desenvolvimento humano como as áreas de comunicação, interação social, aprendizado e capacidade de adaptação.” (p. 17).

O Transtorno do Espectro Autista pode manifestar-se nos primeiros anos de vida, originário de causas ainda desconhecidas, podendo ter contribuição de fatores genéticos. Trata-se de uma síndrome tão complexa que pode haver diagnósticos médicos envolvendo quadros comportamentais diferentes. Tem em seus sintomas probabilidades que dificultam, muitas vezes, um diagnóstico precoce. Tem impetrado estudos e sindicâncias, permanecendo ainda desconhecido de grande parte das pessoas. Não há padrão fixo para sua manifestação, e os sintomas variam grandemente (Cunha, 2019).

No Brasil se utiliza um manual americano diagnóstico e estatístico de transtorno mentais (DSM-V5). Este manual tem auxiliado o trabalho de profissionais de saúde mental por todo o mundo, tem como objetivo identificar diferentes condições psíquicas de pacientes, o material padroniza sintomas e comportamentos comuns, dessa forma, oferece suporte ao diagnóstico de males psíquicos e, também ao tratamento deles. Sabendo de todas suas peculiaridades e suas indicações, os diferentes serviços de saúde mental podem dar seguimento às prescrições de forma coerente (DSM-V5, 2023).

De acordo com o (DSM-V5) o autismo é classificado como um transtorno do neurodesenvolvimento nomeado de Transtorno do Espectro Autista (TEA), dividindo-o em três níveis de gravidade, cada qual com seus variados déficits na comunicação social e consequências diversificadas causadas por comportamentos restritos e repetitivos. O primeiro nível de gravidade é o transtorno de Asperger, o transtorno desintegrativo da infância, o transtorno de Rett e o transtorno global do desenvolvimento sem outra especificação do DSM-IV. Ele é caracterizado por déficits em dois domínios centrais: 1) déficits na comunicação social e interação social e 2) padrões repetitivos e restritos de comportamento, interesses e atividades (DSM-V5, 2023).

Um indivíduo com TEA pode sofrer várias consequências, os déficits trazidos ao organismo e à vida são significativos, porém, já existem alternativas de tratamento que podem minimizar seus efeitos, principalmente se associadas a um diagnóstico precoce. Portanto, para Silva *et al* (2012) é necessário que “uma equipe multidisciplinar (psiquiatras, psicólogos, fonoaudiólogos, psicopedagogos, educadores) trabalhe de forma integrada e que haja muito empenho e engajamento familiar”.

Com o crescente número de alunos autistas inseridos nas unidades escolares é imprescindível que todos os participantes do ambiente escolar, realizem estudos deste e de suas vertentes para que tenham uma análise reflexiva no que tange às práticas escolares que são implementadas em seu cotidiano.

Sabemos que algumas teorias e aplicações do desenvolvimento da aprendizagem são muito válidas no trato com alunos autistas. Desta forma, apoiado nos conceitos que estão relacionados com a zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky que indica a existência de uma região de desenvolvimento cognitivo potencial, que é uma região média entre o que se resolve sozinho e o que é possível de ser resolvido com a intervenção de um adulto mediador (Vygotsky, 1978).

O modelo de comportamento autístico impõe austeridade a uma série de aspectos do funcionamento diário, tanto em atividades novas como em costumes e brincadeiras. Isto tende a ser uma dificuldade para o ensino. Um mundo repleto de responsabilidade e surpresas pode ser desafiante e confuso para o autista, por isso ele sente segurança em sua rotina. Entretanto, a usualidade pode ser transformada em uma ferramenta, criando a possibilidade de aprendizagem. Este princípio pode orientar, também, a prática educativa do professor. O agulhão para uma saudável vida diária traz confiança e pode abrir oportunidades para o ensino de novas habilidades (Cunha, 2019).

Para o aluno com autismo, a princípio, o que importa não é tanto a competência acadêmica, mas sim a aquisição de habilidades sociais e a autonomia. A reforço do educador é a de promover e dispor de uma série de condições educativas em um ambiente expressamente disposto. Para que a criança autista não se torne um adulto inábil de realizar tarefas simples do dia a dia, precisa aprender diversas atividades que a tornará mais independente durante seu desenvolvimento.

Essas atividades são escolhidas em razão de sua utilidade para a vida social. Tomar banho, escovar os dentes, vestir-se e fazer as refeições é o que toda criança precisa aprender. Entretanto, podem existir atividades ou habilidades específicas, na família e na vida cotidiana, que poderiam ser treinadas na escola, fazendo parte de um currículo funcional e prático (Cunha, 2019).

2 ESTRUTURA DAS ATIVIDADES

As atividades aqui propostas relacionam os pressupostos dos conceitos da Óptica com a Aprendizagem Mediada, nesse sentido, destacamos alguns pilares na construção dessa sequência didática:

- Antes de iniciar o conteúdo é necessário fazer um resgate dos principais conceitos do tema a ser trabalhado com os alunos;
- Durante a sequência didática apresentar situações-problemas que são mais próximas da realidade do público-alvo;
- Buscar atividades integrativas que tornam o estudante protagonista e que o estimulem a refletir;
- Considerar os princípios de diferenciação progressiva, reconciliação integradora no momento de apresentação de conceitos;

- Organizar atividades em grupos;
- Avaliar o estudante durante todo o processo, e, por meio de uma avaliação final individual, na qual, deverão ser propostas situações novas acerca dos conceitos aprendidos.

A sequência didática proposta está estruturada para ser aplicada em 4 encontros, sugere-se, que cada um deles tenha duração de 45 min.

2.1 PRIMEIRO ENCONTRO: DISCO DE NEWTON

EIXO NORTEADOR: Terra e Universo

CONTEÚDOS: Sol: Espectro solar (composição da luz, irradiação ultravioleta, luz visível e infravermelho).

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM: Compreender a composição da luz, irradiação ultravioleta, luz visível e infravermelha.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

Propor oralmente para os alunos os seguintes questionamentos: Imagine que você tivesse que explicar o que é a luz para algum ser que vivesse no fundo do oceano em um “mundo sem Luz”. O que você lhe diria? Como você explicaria o que são as cores? Você consegue imaginar o mundo sem luz?

As explicações dadas servirão de suporte para discutirmos as ideias iniciais do nosso trabalho.

Organização do pensamento:

1) Neste encontro, propõe-se, por meio de experiências, levar o aluno a concluir que a luz tem cor e reconhecer que as cores dos objetos são determinadas pela frequência da luz. Você observará que a habilidade não será contemplada em sua totalidade e que as propostas podem ter continuidade em aulas subsequentes.

2) Escolher um local na escola, de preferência próximo à sala de aula, que receba bem os raios de Sol (também pode ser no pátio ou quadra de esportes) e coloque as mesas com as bacias e os espelhos, com espaços entre elas, para que os alunos possam observar a formação do arco-íris na bacia.

3) Construção do disco de Newton: Leve os palitos (com sobra) já com pequenos furos, para isso, utilize um prego com diâmetro pequeno ou alfinete para fazer o furo, assim, evitando rachar durante a atividade. Peça aos alunos, com antecedência, que tragam para a aula lápis de cor ou giz de cera ou guache (se preferir escolha um destes materiais de pintura), com as cores do arco-íris (vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil, violeta), papelão, tesoura sem ponta e cola. O professor deverá levar o disco já confeccionado produzido de acordo com a sequência:

1. Utilizando um compasso (ou um disco "CD" como molde) desenhe um círculo no papel cartão com, aproximadamente, 15 cm de diâmetro. Com o auxílio de uma régua, divida o círculo em sete partes, aproximadamente iguais, como mostrado na Figura 1;

Figura 1 - Confeção do contorno do disco de Newton e divisões no papel cartão



Fonte: Autoria própria (2024)

2. Sem pintar (molde abaixo), um disco branco (molde abaixo), dois palitos de sorvete, duas tachinhas ou percevejos, dois pedaços de papelão para colar os discos, cola, tesoura, giz de cor ou lápis de cor ou guache, pedaços de EVA (retalhos);
3. Por fim, colorir cada parte com as cores do arco-íris. Aproveitar o furo do compasso e inserir um lápis nesta região, tal como indica a imagem abaixo. Peça para que os alunos girem rapidamente o lápis, e observem que, surpreendentemente, o círculo apresentará a cor branca, comprovando a teoria proposta por Newton, como indicado na figura 2.

Figura 2 - Disco de Newton colorido com as cores do arco-íris



Fonte: Autoria própria (2024)

Outras formas de montar o disco de Newton:

- ✓ Fazer um disco de diâmetro maior, e fixá-lo em um ventilador de chão;
- ✓ Utilizar um Disco de Vinil como suporte, colando o disco com as sete cores sobre ele e, depois, fixá-lo na ponta de uma furadeira manual.

2.2 SEGUNDO ENCONTRO: REFLEXÃO DA LUZ

EIXO NORTEADOR: Terra e Universo

CONTEÚDOS: Luz: Conceitos de reflexão e refração da luz

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM: Visualizar um feixe de luz, observando sua existência e comportamento.

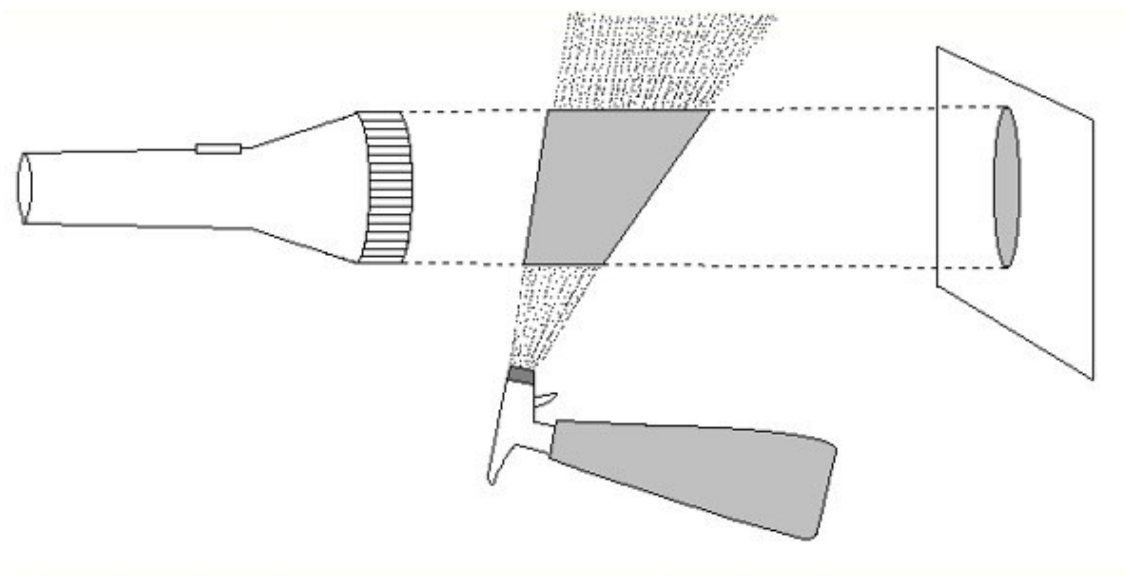
DESENVOLVIMENTO DA AULA

Iniciar a aula explicando aos alunos que a luz, para a maior parte dos fenômenos cotidianos, propaga-se em forma de raios. Estes, são compostos de partículas (fótons), e se propagam sempre retilinearmente a partir da fonte. O feixe de luz é um conjunto de raios luminosos. Na sequência, descrevemos os passos da experiência que iremos desenvolver.

- 1) Um lanterna é colocada em uma posição fixa iluminando um obstáculo (parede). Nesta situação, só é possível observar a luz que é gerada pela lanterna e o efeito que ela causa no obstáculo. É aparentemente possível que a luz

- descreva qualquer trajetória até atingir a parede (como por exemplo, uma trajetória curva ou em "zig-zag");
- 2) Colocar água dentro do pulverizador e adicione leite até que a água fique esbranquiçada;
 - 3) Pulverizar água colorida com leite ao longo do feixe de luz que vai da lanterna até a parede, conforme mostra a Figura 3. Assim, é possível observar que o feixe luminoso criado pela lanterna, propaga-se em linha reta e não de qualquer outro modo até o obstáculo;
 - 4) Posicionar a lanterna de modo que ilumine o obstáculo.

Figura 3 - Representação esquemática do experimento



Fonte: Projeto experimentos de Física com Materiais do dia a dia – UNESP/Bauru.

2.3 TERCEIRO ENCONTRO

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: REFRAÇÃO DA LUZ

EIXO NORTEADOR: Terra e Universo

CONTEÚDOS: Luz: Conceitos de reflexão e refração da luz

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM: Verificar a mudança de refração da luz ao passar de um meio para outro;

DESENVOLVIMENTO DA AULA

Iniciar a aula demonstrando aos alunos a situação apresentada na figura abaixo:

Aportar aos alunos a diferença entre os meios abaixo: ar e água. Explicar que a refração da luz é um fenômeno em que ela é transmitida de um meio para outro diferente. Nesta mudança de meios, na maioria dos casos, a sua velocidade de propagação é alterada. Com a alteração da velocidade de propagação ocorre um desvio da direção original da luz.

Figura 4 - Refração da luz, ocorrendo em um copo com água, onde é colocado um lápis, dando a impressão de sua quebra



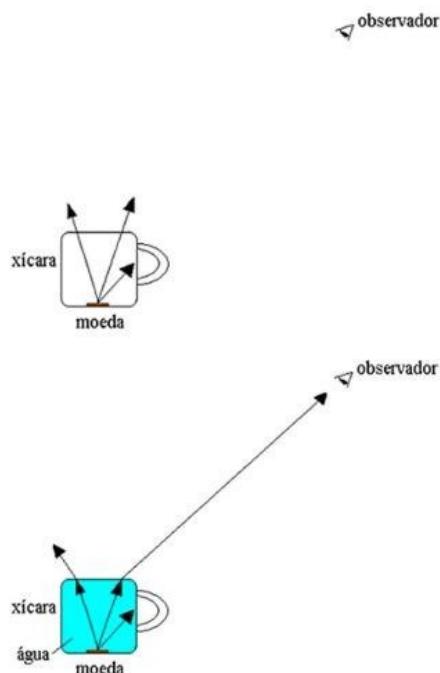
Fonte: Autoria própria (2024).

EXPERIÊNCIA

- 1) Primeiramente, colocar no fundo da xícara (ou copo) a moeda, posicionando-a de modo que a borda da xícara tampe completamente a moeda;
- 2) Sem mover a cabeça, vá enchendo a xícara de água. Em determinado momento você passará a ver a moeda que antes estava escondida, conforme Figura 5;

De acordo com o esquema da figura acima, notamos que os raios de luz que partem da moeda podem chegar ao olho do observador quando a xícara está cheia de água e a luz sofre refração ao sair para o ar. Quando a xícara estiver vazia, os raios de luz que partem da moeda não conseguem chegar ao observador naquela posição.

Figura 5 - Experimento da moeda com uma moeda dentro preenchida com água



Fonte:

<https://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=21741#:~:text=Ao%20colocar%20%C3%A1gua%20no%20copo,ou%20seja%2C%20fora%20do%20copo.>

2.4 QUARTO ENCONTRO

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: REFRAÇÃO DA LUZ

EIXO NORTEADOR: Terra e Universo

CONTEÚDOS: Luz: Conceitos de reflexão e refração da luz

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM: 1 - Compreender que um raio de luz pode sofrer reflexão total ao passar de um meio para outro; 2 - Conhecer os corpos transparentes e a sua importância na construção de equipamentos.

DESENVOLVIMENTO DA AULA EXPERIÊNCIA 1

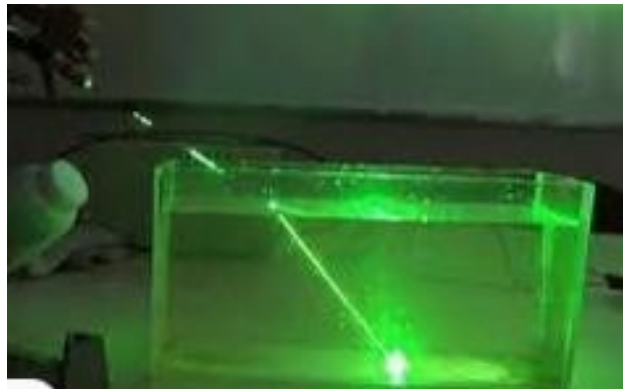
Iniciar a aula indagando aos alunos se eles sabem o que é uma miragem e como acontece o fenômeno? Através desta atividade experimental tentaremos ilustrar esse fenômeno. Sendo assim, aproveitando o experimento explicaremos como

acontece o efeito miragem, que, por sinal, é muito comum em ambiente bastante quente ou muito frio.

Para a realização dessa atividade, será necessário o seguinte material:

- ✓ um recipiente quadrado de vidro (pode ser um aquário);
 - ✓ açúcar;
 - ✓ um laser vermelho;
 - ✓ ambiente escurecido.
- 1) Criar o meio heterogêneo: para isso, basta adicionar todo o açúcar, uniformemente, sobre a superfície do líquido. Após a distribuição uniforme do açúcar é necessário deixar o recipiente descansar (sem movimento) durante um período de 24h;
 - 2) Após esse período, o líquido do recipiente apresentará uma tonalidade diferente. Essa tonalidade diferente ocorre pelo fato de o líquido ter se tornado heterogêneo, ou seja, a água apresentará pontos com diferentes densidades;
 - 3) Em um segundo momento, com a ajuda do laser, veremos o comportamento da luz quando esta atravessa o meio heterogêneo. Sendo assim, quando a luz atingir pontos onde a homogeneidade não estiver ocorrendo, a luz sofrerá diversas refrações ocasionando, então, um desvio da luz, fazendo a curva e, conseqüentemente, poderá ser constatada certa reflexão (considerada reflexão total). Essa é a base da explicação para o efeito miragem;
 - 4) Após escurecer o ambiente, faça com que a luz do laser incida sobre a superfície do líquido. Assim, veremos um feixe retilíneo de luz: isso com- prova que naquele ponto o líquido apresenta-se homogêneo. Em seguida, comece a baixar o feixe de luz lentamente. Conforme ele vai abaixando, perceberemos que o meio vai se tornando heterogêneo pelo fato de o feixe de luz começar a se curvar;
 - 5) O laser faz curva por estar atingindo regiões de densidades diferentes, causando, portanto, o fenômeno denominado refração. Em um determinado ponto poderá ser percebida a reflexão total do feixe luz, que é o que acontece com o efeito miragem.

Figura 6 - Imagem ilustrativa do experimento



Fonte: Autoria própria (2024).

EXPERIÊNCIA 2

Nesta segunda experiência, explicar que na refração, a luz sofre reflexão total ao passar de um meio para outro; A luz quando percorre o interior do fio de água, vai sofrendo várias reflexões sucessivas, sempre que se aproxima da superfície que separa a água do ar. Comporta-se exatamente da mesma forma que a luz quando viaja no interior da fibra ótica.

Para a realização dessa atividade, deve-se realizar as seguintes etapas:

- 1) Fazer um furo da largura na parte lateral da garrafa. Deve ser na lateral, mas o mais abaixo possível. Na figura que se encontra em baixo o furo está quase no meio da garrafa. Se o fizeres mais em baixo, o líquido levará mais tempo a escorrer;
- 2) Colocar um bocado da palhinha (cerca de 3 cm) nesse furo e vedar bem com a cola;
- 3) Encher a garrafa com água;
- 4) Apontar o laser para o fio de água que corre (ver Figura 7);
- 5) Observar o efeito da luz. Se necessário diminuir a luminosidade da sala, apagando as luzes.

Figura 7 - Imagem ilustrativa do experimento



Fonte: Autoria própria (2024).

3CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a realização deste produto educacional pensando em todo o processo de ensino aprendizagem baseado na teoria de Vygotsky, os alunos sempre necessitavam de um estímulo ou uma situação problema inicial para que os conteúdos fossem explanados.

O conhecimento empírico por parte dos discentes foi muito relevante em várias ações didáticas. Há de se considerar que os alunos com TEA apresentam dificuldades em verbalizar os conteúdos assimilados, porém, os registros em forma de desenho por parte de alguns ou mesmo na sua própria expressão facial denotava o interesse e o entendimento dos assuntos que estávamos trabalhando.

Os experimentos desenvolvidos tanto dentro do espaço da sala de aula, como no pátio externo da escola, foram cruciais para que os conceitos teóricos explorados se concretizassem em toda sequência didática.

Por fim, com este material elaborado e desenvolvido de forma efetiva com este público de alunos, os professores de Ciências que trabalham na Educação Especial, podem explorar os conteúdos aplicados a Óptica com um vasto material de pesquisa e orientação.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, A. J. S. **As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em Física.** Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2008v25n3p569> Acesso em: 9 mar. 2022.
- BAUER, W.; WESTFALL, G. D.; DIAS, H. **Física para universitários.** Porto Alegre: Editora AMGH, 2013.
- CUNHA, E. **Autismo e Inclusão: psicopedagogia e práticas educativas na escola e na família.** 4ª Edição. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2012.
- DAVID, V. F. **Autismo e Educação: a constituição do autista como aluno da Rede Municipal no Rio de Janeiro.** Dissertação de Mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.
- DSM- V1 - **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais.** Disponível em <https://www.institutopebioetica.com.br/documentos/manual-diagnostico-e-estatistico-de-transtornos-mentais-dsm-5.pdf>. Acesso em: nov. de 2023. DSM - 5 - TR, 5ª Edição, Porto Alegre: Editora Artmed Editora LTDA, 2023.
- FEUERSTEIN, R. **Instrumental Enrichment – An Intervention Program for Cognitive Modificability,** Glenview, Illinois: Scott, Foresman and Company, 1980.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** São Paulo. Editora Paz e Terra. 23ª impressão, 1994.
- GARDNER, H. **Inteligências Múltiplas: a teoria na prática.** Porto Alegre: Artmed, 1995.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física – Volume 4.** 6ª Edição, Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- LAGOA, V. **Estudo do Sistema Montessori fundamentado na análise experimental do comportamento.** São Paulo: Loyola, 1981.
- MANTOAN, M. T. E. **Educação escolar de deficientes mentais: Problemas para a pesquisa e o desenvolvimento.** Scielo Brasil. CEDES. Unicamp-SP, 1999.
- MENEZES, A. R. S. **Inclusão escolar de alunos com autismo: quem ensina e quem aprende?** Dissertação de Mestrado, UERJ, Rio de Janeiro, 2012.
- MELLO, A. M. S. R. **Autismo: guia prático.** São Paulo: AMA, 2007.

MIZUKAMI, M. G. N. **Aprendizagem da docência: conhecimento específico, contextos e práticas pedagógicas**. In: NACARATO, A. M.; PAIVA, M.A.V. (Orgs).

A formação do professor que ensina matemática: perspectivas e pesquisas. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

MOYSÉS, M. Professora titular de Pediatria na Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp. Militante do DapatoLogiza.

NUSSENZVEIG, H. M., **Curso de Física Básica, v. 4**, São Paulo: Edgar Blücher, 1998.

ORRÚ, S. E. **Autismo: o que os pais devem saber?** Rio de Janeiro: Wak Editora, 2009.

SUPLINO, M. H. F. **Retratos e imagens das vivências inclusivas de dois alunos com autismo em classes regulares**. Tese de Doutorado, UERJ, Rio de Janeiro, 2007.

Da SILVA, A. P. Paulo Freire: Pedagogia da diversidade? 2005. In: Dos SANTOS, M. P.; Dialogando sobre inclusão e educação: contando casos e (descasos). Rio de Janeiro: CRV, 2013.

TAKINAGA, S. S. **Transtorno do espectro autista: contribuições para a educação matemática na perspectiva da teoria da atividade**. Dissertação de Mestrado, PUC-SP, 2015

VYGOTSKY, L. S. **Mind in Society - The development of higher psychological processes**. Cambridge. MA: Harvard University Press, 1978.

VIGOTSKY, L. S. **Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar**. In: VIGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONT'EV, Aleksei Nikolaevich. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. 5. ed. São Paulo (SP): Icone: EDUSP, 1994.

ZANELLA, A. V. **Vygotsky: contexto, contribuições a psicologia e o conceito de zona de desenvolvimento proximal**. Itajaí: UNIVALI, 2001.