



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA**

MÁRIO JOSÉ RODRIGUES BEZERRA

**DESVENDANDO O ARCO-ÍRIS: A ÓPTICA NA CONCEPÇÃO DE ESTUDANTES
SURDOS**

CAMPINA GRANDE

2015

MÁRIO JOSÉ RODRIGUES BEZERRA

**DESVENDANDO O ARCO-ÍRIS: A ÓPTICA NA CONCEPÇÃO DE ESTUDANTES
SURDOS**

Monografia apresentada à banca examinadora do Departamento de Física da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento ao Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), como exigência para obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientadora: Prof^a Dr^a Tâmara Pereira Ribeiro de Oliveira Lima e Silva / UEPB

CAMPINA GRANDE

2015

Ficha catalográfica

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

B574d Bezerra, Mário José Rodrigues.
Desvendando o arco-íris [manuscrito] : A óptica na concepção
de estudantes surdos / Mário José Rodrigues Bezerra. - 2015.
42 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) -
Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e
Tecnologia, 2015.

"Orientação: Profa. Dra. Tâmara Pereira Ribeiro de Oliveira
Lima e Silva, Departamento de Física".

1. Educação especial. 2. Surdos. 3. Óptica. 4.
Aprendizagem. I. Título.

21. ed. CDD 535

MÁRIO JOSÉ RODRIGUES BEZERRA

DESVENDANDO O ARCO-ÍRIS: A ÓPTICA NA CONCEPÇÃO DE ESTUDANTES
SURDOS

Monografia apresentada à banca examinadora do
Departamento de Física da Universidade Estadual
da Paraíba, em cumprimento ao Trabalho de
Conclusão de Curso (TCC), como exigência para
obtenção do grau de Licenciado em Física.

Aprovada em: 12 / 06 / 2015.

BANCA EXAMINADORA



Profª Drª Tâmara Pereira Ribeiro de Oliveira Lima e Silva
(Orientadora)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Marcelo Gomes Germano

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Irio Vieira Coutinho Abreu Gomes
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

À minha família que, com muito carinho e apoio,
não mediram esforços para que eu chegasse até
esta etapa de minha vida, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Muito obrigado, meu Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

À minha querida avó Dona Glória, pelo carinho, compreensão, amor, e por me acolher em sua casa quando eu tinha apenas sete anos de idade e cuidar de mim como um filho e me fazer o homem que sou hoje.

A meu avô Abílio por ter me pego no colo quando criança e fazendo-me um de seus filhos, com o senhor aprendi o necessário para ser um homem de caráter.

Ao meu pai José Mário, sua presença significou segurança e a certeza de que não estou sozinho nessa caminhada e, apesar de todas as dificuldades, me fortaleceu; você é e será, em todos os momentos da minha vida, o meu maior mestre.

À minha orientadora, Prof^a Tâmara, pelo apoio, confiança e empenho dedicado à elaboração deste trabalho, pelas suas correções e incentivo.

A todos os professores e funcionários da Universidade Estadual da Paraíba, que oportunizaram a janela de onde hoje vislumbro um horizonte mais amplo e cheio de oportunidades.

A o grupo de Oração Cristo Vida que teve um papel fundamental nesta caminhada acadêmica.

A meu amigo Genes Duarte que sempre me incentivou com suas palavras.

À minha amiga Mayra Melo que me deu apoio durante e esteve presente nos momentos mais difíceis de todo o meu curso.

A meus amigos Ediglei Alves, Leandro Dinis e Leonardo Colaço que tiram um tempo de suas vidas e me acolheram em suas casas para estudarmos.

A todos os meus familiares por acreditarem em mim, muito obrigado pela força e carinho que todos vocês me transmitem. Em especial meus tios José Otílio, José Macário e Maria do Socorro por terem me cuidado como um filho.

Aos meus amigos que conquistei no curso (aqui não comento o nome de todos para não correr o risco de esquecer algum), por todos os momentos que passamos juntos ao longo dessa vida acadêmica. A experiência adquirida com vocês foi única.

À minha esposa Fabia Cordeiro, obrigado pela paciência e compreensão durante todos esses semestres, obrigado por sua capacidade de me trazer paz na correria do dia-a-dia, com você tenho encontrado o verdadeiro significado do amor.

A minha querida amiga que considero como uma mãe Neli Galvão que por muitas vezes me acolheu em sua casa e me tratou com muito carinho e atenção.

A família de minha esposa que me deram amor e carinho para que eu pudesse concluir meu curso.

Ao Professor Rafael (UFCG-Cuité), pela ajuda frequente no transcorrer do curso.

A meu querido amigo Júlio César que hoje considero um irmão, que nessa caminhada nós nos ajudamos muito.

“O oposto de uma afirmação correta é uma afirmação falsa. Mas o oposto de uma verdade profunda pode ser outra verdade profunda”.

Niels Bohr.

RESUMO

A educação inclusiva no Brasil vem crescendo muito nos últimos anos, mas ainda encontramos uma grande dificuldade para integrar alunos surdos na rede regular de ensino, seja ela particular ou pública. Essa dificuldade aumenta quando a disciplina a ser lecionada relaciona-se a ciências de forma geral.

Neste Trabalho de Conclusão de Curso discutimos, tomando como exemplo o fenômeno do arco-íris, como o conceito da refração da luz pode ser abordado e apresentado a estudantes surdos em geral. É importante frisarmos que a aula foi ministrada totalmente em libras, além de um vocabulário na LIBRAS mais técnico no campo da Óptica, promovendo a interação desses alunos, parte colaboradora na execução deste trabalho, com esta área da Física, favorecendo-os com uma interpretação didática do fenômeno do arco-íris. O objetivo principal de nossa pesquisa é buscar compreender quais são as possíveis dificuldades encontradas pelos alunos surdos em torno de conteúdos sobre Óptica, mas especificamente, o fenômeno do arco-íris. Assim, fazer com que eles se interessem pelos estudos de temas associados à ciência e tecnologia (neste caso, à Óptica) e, portanto, possam desenvolver suas habilidades e desempenhar um papel social ativo atuando dentro da comunidade científica.

Palavras-chaves: Ensino de surdos, óptica, aprendizagem.

ABSTRACT

Nowadays, in Brazil, inclusive education is growing up increasingly; however, it is still very difficult to integrate deaf students in the regular school system, either private or public. This difficulty increases as the discipline to be taught is related to science in general.

In this work it is discussed, putting as an example the rainbow phenomenon, how the concept of refraction of light can be approached and showed to deaf students. The research related to this work took place at a public school in Alagoa Grande, Paraíba. It is important to say that we also introduced a more technical LIBRAS vocabulary in the field of Optics, promoting the interaction of these students (who are a collaborative part in the accomplishment of this work) with this part of Physics, helping them with an educational interpretation of the rainbow phenomenon. We intend, therefore, to bring them an interest in the studies of associated themes to science and technology (in this case, Optics), and so help them to develop their skills and to play an active social role by taking action in the scientific community.

Keywords: Deaf students teaching, optics, learning.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
2.	A DINÂMICA NO ENSINO DE ÓPTICA PARA ESTUDANTES SURDOS.....	14
2.1	ABORDAGEM PRÉVIA.....	14
2.2	O EXPERIMENTO: DESVENDANDO O ARCO-ÍRIS.....	16
2.2.1	A TEORIA DA REFRAÇÃO.....	16
2.2.2	O FENÔMENO DO ARCO-ÍRIS.....	19
2.2.3	O EXPERIMENTO EM SALA DE AULA	21
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.	CONCLUSÕES	34
5.	APÊNDICE: QUESTIONÁRIOS PROPOSTOS E RESPONDIDOS PELOS ALUNOS.....	35
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1. INTRODUÇÃO

Durante muito tempo os atores sociais surdos buscaram oportunidades nas escolas regulares, mas todas essas lutas só tiveram relevância na Espanha em 1994, quando houve o Encontro das Nações onde os países deveriam tomar, a partir dessa data, uma postura séria sobre educação inclusiva [Kozen, 2011]. Hoje, no Brasil, o sistema educacional busca integrar todos os seus alunos portadores de necessidades especiais, sejam eles surdos, cadeirantes ou cegos, tendo em vista que o mesmo torna a educação igualitária, sem que seus usuários sofram discriminações e/ou preconceitos. De acordo com a referência [MEC, 2006]:

O Ministério da Educação dissemina nacionalmente a política de educação inclusiva e tem implementado ações que colocam como prioridade a ampliação do acesso e do atendimento educacional especializado, criando as condições necessárias para a inclusão nas escolas de ensino regular, propiciando participação e aprendizagem de todos os alunos e possibilitando avanço as demais etapas e níveis de ensino.

A literatura tem apontado que um dos grandes atrasos nas práticas e métodos didáticos para atores sociais surdos é que os mesmos eram tratados como problema e, desse modo, deveriam se adequar às regras impostas pelos ditos “normais” [STROBEL, 2008] [KARNOPP, 2010] [PERLIN, 2006]. Esses estudantes eram alfabetizados como se fossem ouvintes. Esses problemas ganharam uma conotação diferente após a implantação da linguagem de sinais brasileira no ensino para surdos, tornando as suas aprendizagens mais significativas. Nesse sentido, buscamos responder à seguinte pergunta: Quais as possibilidades e limitações envolvidas no ensino do conceito de refração para estudantes surdos?

Entendemos que a introdução deste conceito associado ao ensino de Óptica para tais atores sociais deve, possivelmente, contribuir de maneira significativa para a sua formação, visto que são apresentadas a eles novas ideias que mudam suas concepções sobre as ciências da natureza, ao tempo que lhes é proporcionada uma interação maior entre os fenômenos naturais e suas interpretações científicas.

A literatura diz que o aprendizado e o desenvolvimento de um indivíduo se dão em três posições teóricas. A primeira centra-se no pressuposto de que os processos de

desenvolvimento da criança são independentes do aprendizado, já que este é um processo puramente externo que não está envolvido ativamente no desenvolvimento [VYGOTSKY, 1998]. Ele simplesmente se utiliza dos avanços do desenvolvimento ao invés de fornecer um impulso para modificar seu curso. A segunda posição teórica é a de que o aprendizado é desenvolvimento. Essa identidade é a essência de um grupo de teorias que, na sua origem, são completamente diferentes. Uma dessas teorias tem como base o conceito de reflexão, uma noção essencialmente velha que, recentemente, tem sido extensivamente revivida; o desenvolvimento é tido como um domínio de reflexões condicionadas, não importa se o que se considera é o que se lê ou que se escreve; isso significa que o processo de aprendizado está intrinsicamente ligado ao processo de desenvolvimento. A terceira posição sobre a relação entre aprendizado e desenvolvimento tenta superar os extremos das outras duas, simplesmente combinando-as. O desenvolvimento se baseia em dois processos inerentemente diferentes, embora relacionados, em que cada um influencia o outro; de um lado a maturação, que depende diretamente do desenvolvimento do sistema nervoso e, de outro, o aprendizado que é, em si mesmo, também um processo de desenvolvimento [VYGOTSKY, 1998].

Neste trabalho, objetivamos avaliar quais são as possíveis dificuldades encontradas pelos atores sociais surdos envolvidos em nossa pesquisa; compreender como o fenômeno da refração na projeção do arco-íris é interpretado por eles e inserir novos sinais específicos ou técnicos ligados ao fenômeno analisado.

Para atingir os nossos objetivos e buscar responder à pergunta proposta na pesquisa realizada neste trabalho, usamos como metodologia uma abordagem qualitativa, já que se trata de um estudo de caso. Como ferramenta de construção de dados, usamos questionários do tipo pré e pós-teste aplicados antes e depois de uma aula didática sobre o fenômeno do arco-íris e suas relações com a refração da luz, bem como entrevistas semiestruturadas, direcionadas a um grupo de alunos surdos da Escola Municipal Instituto Des. Severino Montenegro, na cidade de Alagoa Grande, Paraíba.

2. A DINÂMICA NO ENSINO DE ÓPTICA PARA ESTUDANTES SURDOS

2.1 ABORDAGEM PRÉVIA

Os surdos compõem uma minoria linguística dentro de nossa sociedade e têm o direito de participar de experiências educacionais por meio de sua língua natural que é língua de sinais; entretanto é necessário e importante que esse aluno surdo aprenda a língua oficial de seu país (no nosso caso, o português) e, desta forma, é imprescindível uma educação bilíngue para eles [JANAÍNA, 2008] [QUADROS, 2005].

Tendo em vista que, para a construção da subjetividade do indivíduo surdo, é necessário que haja relação entre o ser surdo e seus pares (professores ouvintes), a presença de professores surdos na educação ganha relevância para a construção de uma percepção positiva dos alunos portadores de surdez [LODI, 2005]. Nas escolas brasileiras, o ensino bilíngue deve ser mediado por um professor que tenha fluência em Libras. Entretanto, muitas vezes, isso não acontece. Por isso o professor, ao se deparar com um conceito abstrato, acaba por utilizar outros recursos didáticos como o teatro, imagens e maquetes para motivar o aluno portador de surdez em relação aos conteúdos trabalhados em sala de aula.

Para este Trabalho de Conclusão de Curso, aplicamos um questionário prévio a um grupo de estudantes surdos que se encontram matriculados do 5º ao 7º ano do Ensino Fundamental na Escola de Ensino Infantil e Fundamental Instituto Desembargador Severino Montenegro, no município de Alagoa Grande – PB, sobre alguns conceitos básicos de Óptica. A pesquisa foi de cunho qualitativo já que buscamos analisar dados coletados de indivíduos [Gil, 2007]. Levamos em consideração o fator sócio – cultural dos estudantes surdos e como eles interagem entre si e com sua comunidade ouvinte, representada pelos não – surdos em sala de aula. Partimos do princípio de que a pesquisa qualitativa é aquela que trabalha predominantemente com dados qualitativos, isto é, a informação coletada pelo pesquisador não é expressa em números, ou então os números e as conclusões neles baseadas representam um papel menor na análise de dados [TESCH, 1990].

A Figura 1 mostra o extrato de respostas de alguns alunos surdos referentes ao questionário prévio proposto a eles (antes da aula em LIBRAS). Os questionários originais respondidos por eles estão disponíveis no Apêndice deste trabalho. A partir desses questionários será possível avaliarmos seus conhecimentos sobre fenômenos ópticos / luminosos de forma geral.

A Figura 1 mostra o extrato de respostas de alguns alunos surdos referentes ao questionário prévio proposto a eles (antes da aula em LIBRAS). Os questionários originais respondidos por eles estão disponíveis no Apêndice deste trabalho. A partir desses questionários será possível avaliarmos seus conhecimentos sobre fenômenos ópticos / luminosos de forma geral.

ALUNO A	
Questionário 1	
1- O que é arco-íris?	Um sinal que Deus está triste com os homens é fazer um arco-íris
2- Por que aparecem arco-íris próximos a cachoeiras?	Não sei
3- Por que, quando sai água da mangueira, se forma (aparece) um arco íris?	Não sei
(a)	

ALUNO B	
Questionário 1	
1- O que é arco-íris?	São as cores: Verde, azul, vermelho, amarelo.
2- Por que aparecem arco-íris próximos a cachoeiras?	Não sei
3- Por que, quando sai água da mangueira, se forma (aparece) um arco íris?	Não se
(b)	

ALUNO C	
Questionário 1	
1- o que é arco-íris?	Um sinal que Deus está triste com os homens é fazer um arco-íris
2- Por que aparecem arco-íris próximos a cachoeiras?	Não sei
3- Por que, quando sai água da mangueira, se forma (aparece) um arco íris?	Não sei (c)

Figura 1: respostas dos alunos A (a), B (b) e C (c) ao questionário proposto a eles antes da aula didática.

Como podemos observar a maioria não sabe/não consegue associar a formação do arco-íris a um efeito óptico na natureza. Para a primeira pergunta apenas um desses alunos associou o fenômeno do arco-íris a cores. Dois deles apresentaram uma resposta que, inicialmente, me deixou intrigado; mas depois, em uma conversa informal com uma das intérpretes, ela comentou que uma semana antes da apresentação de minha aula a professora de religião havia falado do arco-íris e sua relação entre Deus e os homens. A segunda e terceira perguntas eles não souberam responder.

2.2 O EXPERIMENTO: DESVENDANDO O ARCO – ÍRIS

2.2.1 A TEORIA DA REFRAÇÃO

Dos nossos sentidos, a visão é o que mais colabora para conhecermos o mundo que nos rodeia e, provavelmente por isso, a Óptica é uma ciência muito antiga e que foi estudada por grandes nomes da história da ciência como, como por exemplo, Platão e Aristóteles. É importante lembrar que eles tentaram responder perguntas tais como: “Como vemos um objeto?”, “O que é a luz?”, etc. À época de Platão, muitos filósofos gregos, assim como ele, acreditavam que os objetos se tornavam visíveis ao serem atingidos por partículas emanada

por nossos olhos [LUZ, 2006]. Já para Aristóteles, a luz era um fluido imaterial que se propagava entre os objetos visualizados e os olhos.

Hoje é sabido que as ondas luminosas se espalham quando se afastam de uma fonte, porém uma hipótese é a de que a luz, em um meio homogêneo, se propaga em linha reta. O estudo das propriedades das onda luminosas que usam essa hipótese é chamado de Óptica Geométrica [HALLIDAY, 2010]. Esse fenômeno é facilmente reconhecido quando a fonte de luz é puntiforme, ou seja, apresenta dimensões desprezíveis em comparação às outras que entram na observação como por exemplo, um furo F feito por uma agulha iluminado (pela chama da vela) num anteparo, como podemos ver na Figura 2.

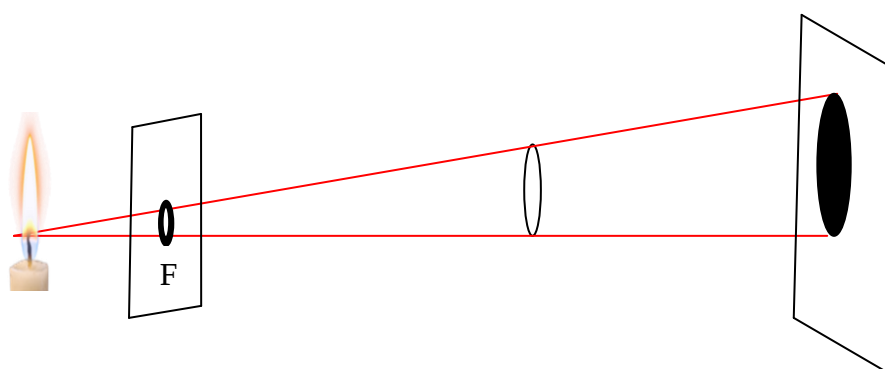


Figura 2: Propagação retilínea da luz.

Para o nosso trabalho o fenômeno que mais nos interessa é o da refração, mas antes de falarmos sobre o fenômeno da refração iremos fazer uma breve introdução sobre o conceito de reflexão.

O fenômeno da reflexão é regido basicamente por duas leis. A primeira lei diz que o raio incidente, a normal à superfície refletora no ponto de incidência e o raio refletido estão situados em um mesmo plano, ou seja, são coplanares, como visto na Figura 3(a) na Figura 3 (b) mostra qual foi o sinal em LIBRAS que foi usado (esses sinais não são reconhecidos pela sociedade brasileira dos surdos, para houvesse fluência em LIBRAS na aula tive que desenvolver alguns sinais junto à comunidade surda local). A segunda lei mostra que o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão ($\theta_1 = \theta_2$), visto na Figura 4 (a), na Figura 4 (b) podemos ver os sinais utilizados na Língua Brasileira de Sinais. Por isso poderíamos nos indagar; o que é refração? Inicialmente devemos nos lembrar do conceito de reflexão, que

ocorre quando um feixe de luz incide em uma superfície polida, donde os feixes luminosos retornam para o meio de onde eles foram emitidos, como representado também na figura 4.

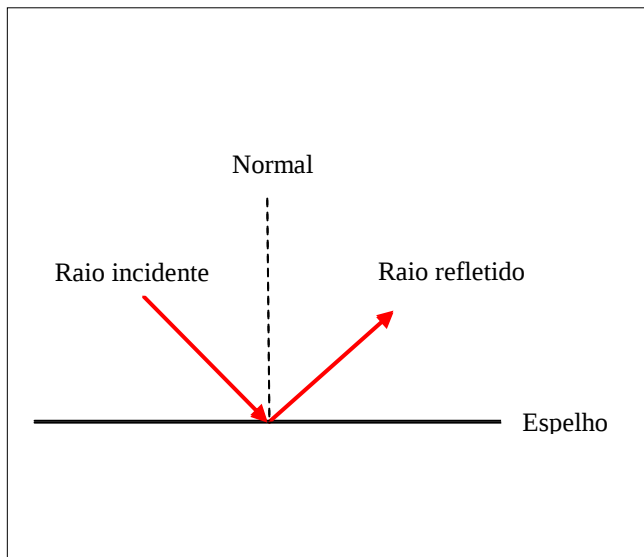


Figura 3 (a): Representação geométrica da primeira lei da reflexão com o raio incidente, o refletido e a normal todos em um mesmo plano.

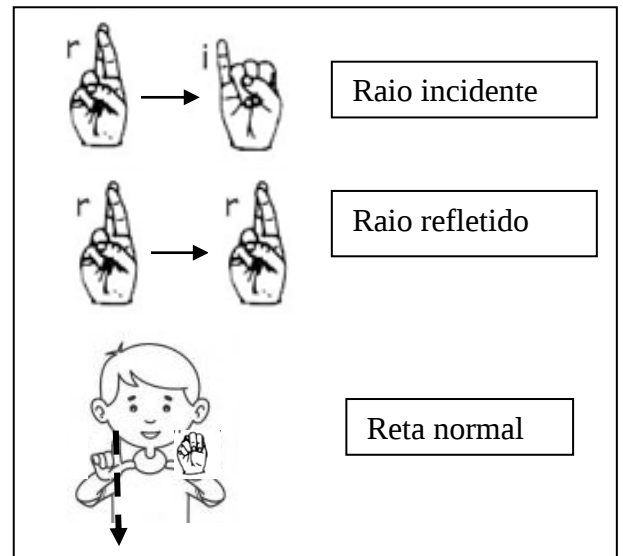


Figura 3 (b): Representação geométrica da primeira lei da reflexão com o raio incidente, o refletido e a normal todos em um mesmo plano na linguagem da libras

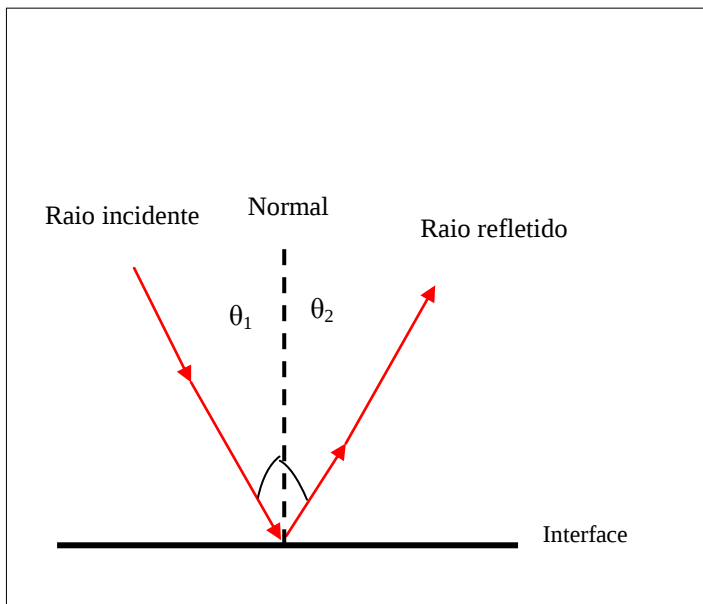


Figura 4 (a): reflexão em uma superfície perfeitamente polida. θ_1 e θ_2 são, respectivamente, os ângulos de incidência e reflexão.

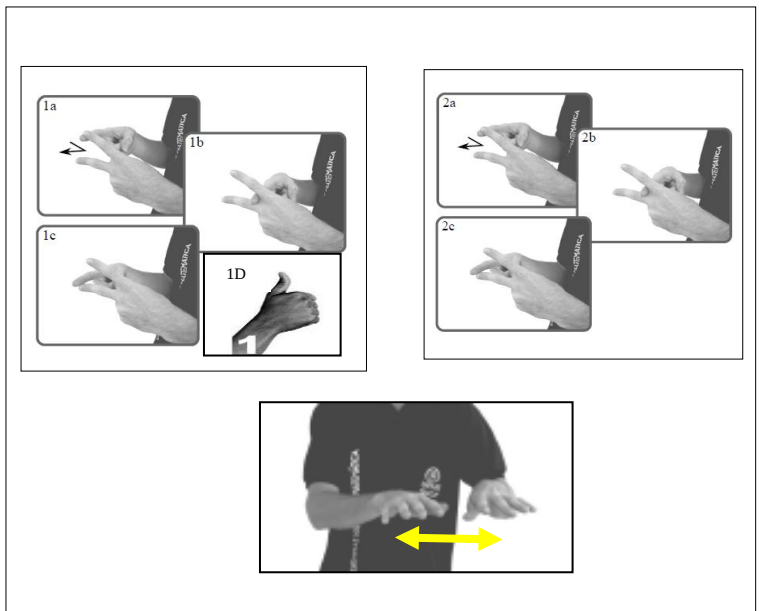


Figura 4(b): (1A) (1B) (1C) e (1D) representam o sinal de θ_1 ; (2A) (2B) (2C) e (2D), o sinal de θ_2 ; e (3A) representa o sinal de igualdade [Cardoso, 2010].

No entanto, quando a luz incide sobre um corpo transparente ou translúcido (por exemplo, um bloco de vidro), uma parte do feixe é refletida e outra parte penetra no bloco. A passagem da luz por uma interface que separa dois meios diferentes é chamada de *refração*. A refração muda a direção de propagação da luz, como mostra a Figura 5(a). A Figura 5(b) corresponde aos sinais representados em LIBRAS. Na figura, é fácil observar que a mudança na direção de propagação da luz ocorre apenas na interface. Um exemplo de interface é aquela entre o ar e a água (dentro da água a luz tem um movimento retilíneo, como no ar) [HALLIDAY, 2010].

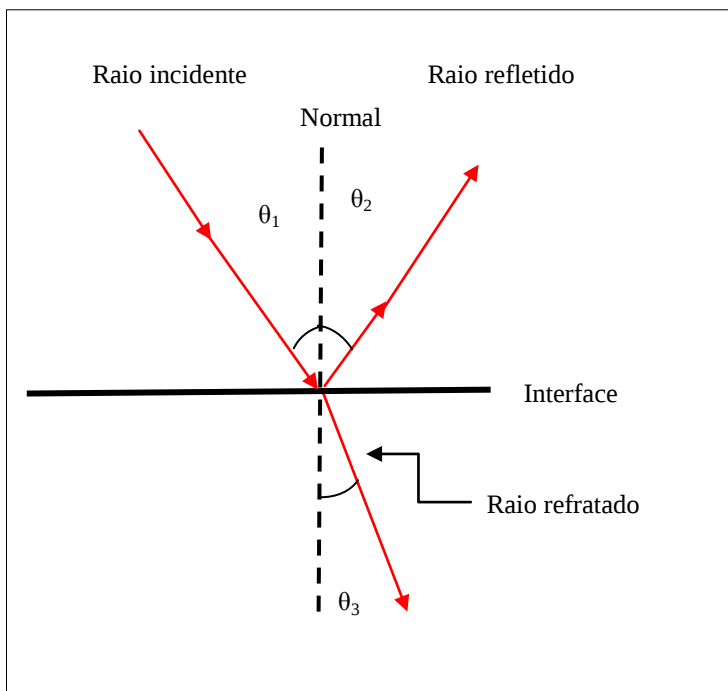


Figura 5(a): representação geométrica da refração. θ_3 é o ângulo de refração.

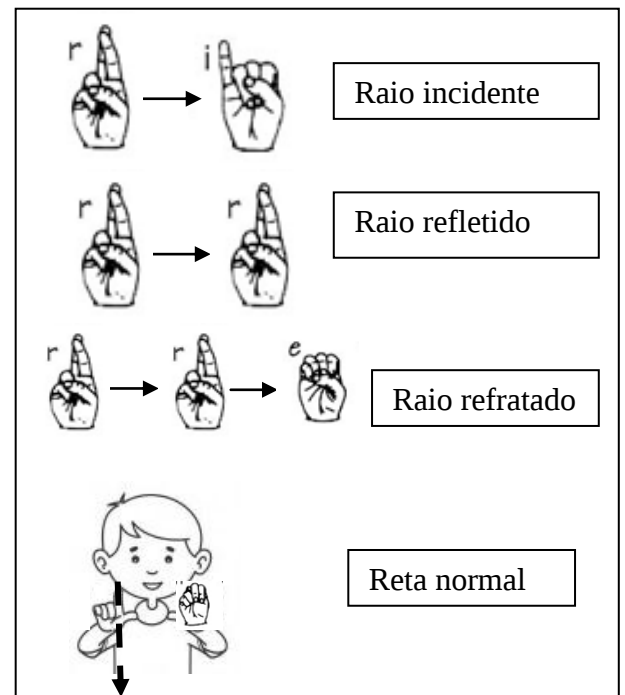


Figura 5 (b): Representação geométrica da refração na linguagem da LIBRAS.

A orientação dos raios refletido e refratado é medida em relação à reta normal, que é perpendicular à interface no ponto em que ocorrem a reflexão e a refração. Podemos observar, na Figura 5, que o ângulo de incidência θ_1 , o ângulo de reflexão θ_2 e o ângulo de refração θ_3 são todos medidos em relação à normal. A lei da refração mostra que o raio refratado está no plano de incidência e tem um ângulo de refração θ_3 , que se correlaciona com o ângulo de incidência θ_1 segunda a equação [HALLIDAY, 2010]:

$$n_2 \sin \theta_3 = n_1 \sin \theta_1. \quad (1)$$

Sendo n_1 e n_2 constantes adimensionais denominados índices de refração, que dependem do meio de propagação da luz, a equação (1) também é conhecida como lei de Snell.

2.2.2 O FENÔMENO DO ARCO-ÍRIS

Primeiro vamos entender como o conceito do arco-íris se desenvolveu historicamente e assim compreender como a sociedade observava e interpretava este fenômeno.

De acordo com a literatura há relatos de observações e tentativas de se explicar o fenômeno do arco-íris através de estudos de: Platão (427-347 a. C.), Felipe de Oros (Século IV a. C.), Aristóteles (384- 322 a. C.), Sêneca (55 a. C.–39 d. C.), Ptolomeu (século II d.C.), Cleomedes (século I a.C.). Eles buscavam explicar tal fenômeno usando o conceito de refração e também apresentavam explicações do porquê do formato do arco [BOYER, 1959].

É importante lembrar que depois de Cristo a Igreja também apresentava uma explicação religiosa para o fenômeno do arco-íris, representado como uma aliança de Deus para com suas criações. Isso porque, segundo a Bíblia, houve uma época em que Deus baniou quase toda forma de vida na Terra, deixando apenas a família de Noé e um casal de cada espécie; depois disso, Deus se arrependeu e, a partir de então, fez uma aliança com todos os seres vivos e, para selá-la, criou o arco-íris, arco colorido símbolo do elo entre criador e criatura [BÍBLIA, 2004].

Atualmente a explicação aceita para explicar o fenômeno do arco-íris apresentada pela sociedade científica toma como fundamento algumas das análises formadas pelos estudiosos citados anteriormente. Ela parte da certeza de que a luz penetra em todos os corpos transparentes e translúcidos; o mesmo acontecendo, portanto, com a gota d'água: as ondas luminosas penetram toda a superfície da gota voltada para o sol e, com isso, as ondas percorrem várias trajetórias no interior da gota, conforme visto na Figura 6.

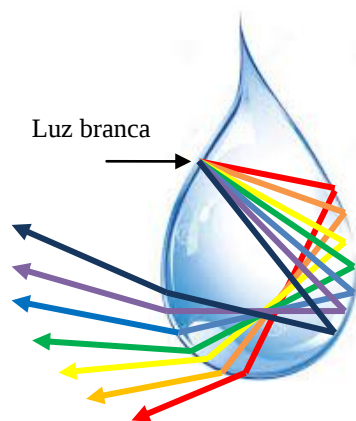


Figura 6: Refração da luz branca no interior de uma gota d'água.

Quando muitas gotas são iluminadas simultaneamente, o espectador pode observar um arco-íris quando a direção em que se encontram as gotas faz um ângulo de 42° com o ponto anti – solar A, que é diametralmente oposto ao sol do ponto de vista do observador, como mostrado na Figura 7 [HALLIDAY, 2010].

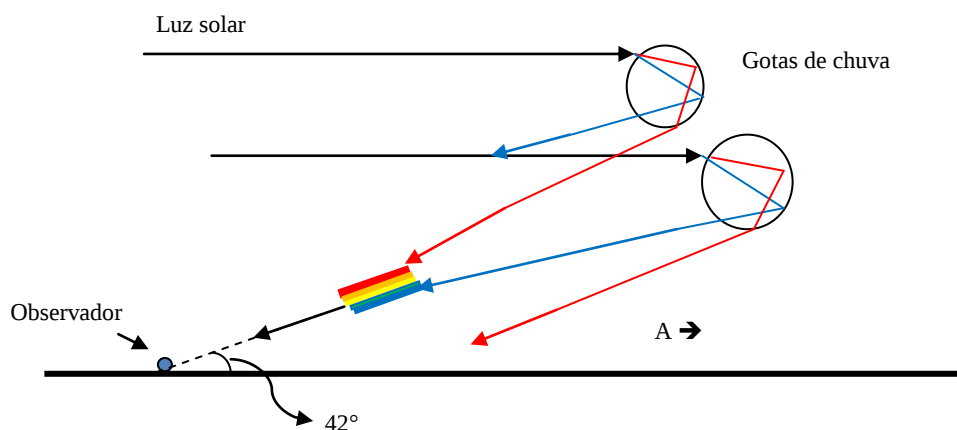


Figura 7: Ângulo ideal para que o espectador possa visualizar um arco-íris primário. $A \rightarrow$ representa um observador no ponto anti - solar.

É importante frisar que um arco-íris como esse que acabamos de descrever, em que a luz é refletida apenas uma vez no interior de cada gota, é denominado arco-íris primário. Já num arco-íris secundário a luz é refletida duas vezes no interior de cada gota. O arco-íris

secundário é observado quando a direção das gotas faz um ângulo de 52° com a direção de A; ele é mais fraco, porém mais largo, do que o primário, como o que aparece na Figura 8 [HALLIDAY, 2010].

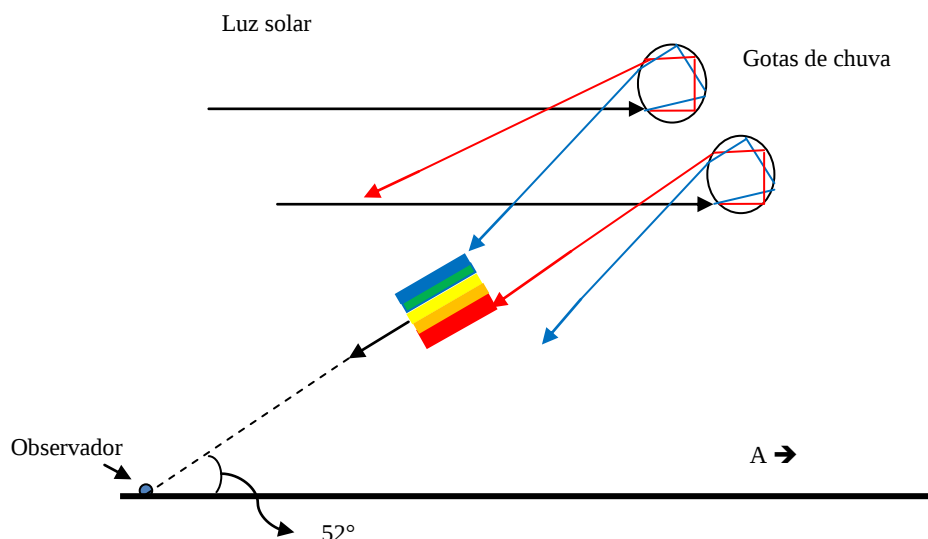


Figura 8: Representação geométrica de um arco-íris secundário. “A→” é o ponto anti – solar.

Os arco-íris que envolvem um número maior de reflexões podem ocorrer em outras regiões do céu, mas são fracos a tal ponto que não são possíveis de serem observados [HALLIDAY, 2010].

2.2.3. O EXPERIMENTO EM SALA DE AULA

O experimento utilizado para a explicação do arco-íris (refração) é a peça mais importante da aula didática. Uma vez que a experimentação dá uma maior interatividade às aulas e possibilita aos alunos uma melhor visualização e manifestação dos fenômenos em estudo (no nosso caso a refração) é visto que, quando são apresentados experimentos em sala de aula, os alunos conseguem criar hipóteses e explicações que contêm certa coerência sobre

o que está sendo estudado [DELIZOICOV, 2002]. Deste modo é importante salientarmos que a experimentação é indispensável para o ensino de ciências [ROSITO, 2008].

Basicamente foi apresentado, em sala de aula, um experimento de fácil acesso e sem que fosse necessário prática para realizá-lo: utilizamos um borrifador (desses usados por cabeleireiros), e os alunos ficaram de costas para o sol e o acionaram, criando uma pequena nuvem de água. Quando a luz solar incidia sobre as gotículas, ela era separada pelo processo de refração formando o espectro da luz visível. Em seguida foi apresentada uma aula didática em LIBRAS sobre refração e sua relação com a formação do arco-íris, discutida no tópico a seguir.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes de tudo, é importante salientarmos que tive que me preparar fazendo uma pesquisa para buscar sinais em LIBRAS mais específicos utilizados no meio acadêmico. Essa preparação se deu basicamente no site da melhor entidade que a comunidade surda conhece, o INES (Instituto Nacional De Educação De Surdos). Além disso, os alunos participantes desta pesquisa não dominam o português e, uma vez que sua língua mãe é a LIBRAS, sua linguagem escrita deve ser interpretada com cautela, pois quando estes estudantes escrevem é notório que há perdas de alguns elementos da escrita da língua portuguesa como, por exemplo, o verbo “ser”, ou “estar”. Um exemplo de uma frase escrita por um indivíduo que não é surdo: “Meu pai está em casa”. Agora a mesma frase para um indivíduo surdo: “Pai em casa”.

Antes de iniciarmos a aula didática buscamos averiguar como eram os conhecimentos prévios dos alunos surdos acerca do fenômeno do arco-íris. E como foi mostrado na Figura 1 pelo extrato das respostas dos alunos, foi notória a falta de conhecimentos dos atores sociais surdos no que diz respeito aos conteúdos relacionados à Óptica trabalhados na aula didática. Antes da aula eles mostraram não compreender como se manifesta o fenômeno do arco-íris; o conhecimento que eles apresentaram foi o de uma explicação religiosa para tal fenômeno. Conseguimos perceber a inquietação desses alunos quando colocamos nossas perguntas motivadoras. Foram feitas perguntas bastante simples e que estavam correlacionadas com o mundo vivencial desses indivíduos como, por exemplo, “Por que aparecem arco-íris próximos a cachoeiras?”, “Por que, quando sai água da mangueira, se forma (aparece) um arco-íris?”, “Por que, em dias nublados e antes de chover, aparece um arco-íris?”, etc.

Após as perguntas, os alunos surdos executaram um experimento fazendo uso de um borrifador desses utilizados por cabeleireiros. Os alunos ficaram de costas para o sol e começaram a ejetar água do borrifador, e conseguiram observar o aparecimento de um pequeno arco-íris, como ilustra na Figura 9.

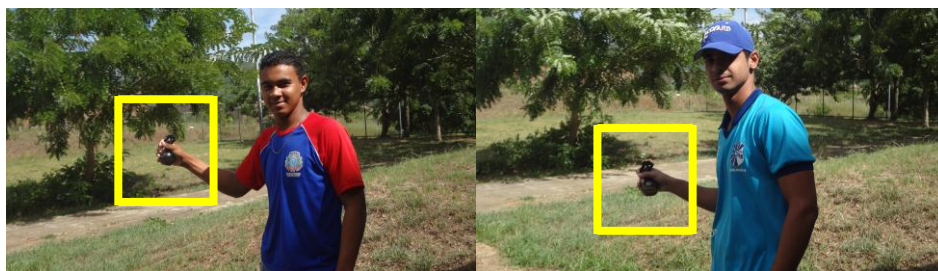


Figura 9: Alunos participando do experimento com o uso do borrifador (em destaque).

Como o arco-íris reproduzido por eles não era tão intenso não foi possível fazer o registro com a câmera utilizada.

A aula didática foi dividida em três momentos pedagógicos, como já foi citado, o primeiro momento é o momento de diagnosticar os subsunçores dos alunos sobre conceitos relacionados à Óptica. A partir desse diagnóstico, começamos a organizar o pouco conhecimento que os alunos surdos apresentavam de tal forma que eles conseguissem interpretar o fenômeno da refração corretamente. No terceiro momento, avaliamos como se deu o aprendizado dos alunos portadores de surdez após a aula didática, cujos “slides” estão dispostos na Figura 10.



(b)

- Por que, quando sai água da mangueira, se forma (aparece) um arco-íris?



(c)

- Por que, em dias nublados e antes de chover, aparece um arco-íris?

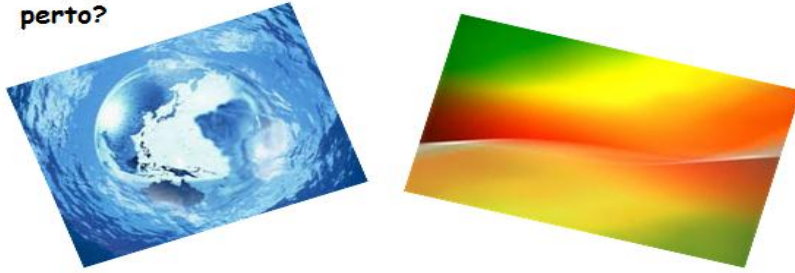


(d)

- As cores estão na água ou na luz?



- Por que, sempre que vemos um arco-íris, tem água por perto? (e)



Porque ocorre o que chamamos de **REFRAÇÃO!**

E a água pode ser comparada a um **PRISMA!**

- Você sabe o que é um prisma e para que serve?
- O que é a **refração** da luz?

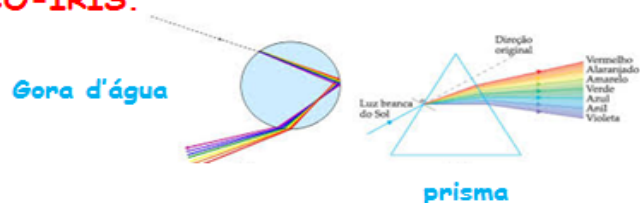
O arco-íris

(g)

O arco-íris é um fenômeno óptico resultado da **refração** (**dispersão ou difração**) da luz do sol nas gotas de chuva.

(h)

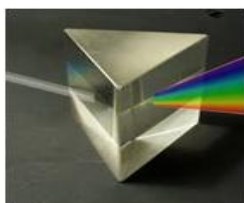
A refração **separa a luz do sol**, que é branca, em **várias cores**; surge, assim, um espectro colorido, que chamamos de **ARCO-ÍRIS**.



Podemos reproduzir esse fenômeno natural usando um prisma.

(i)

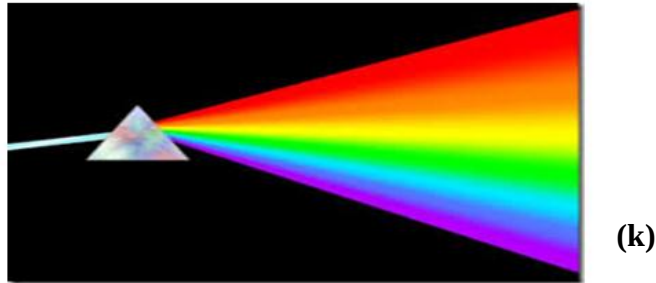
Prismas



(j)



A partir dessa experiência podemos concluir que a **luz branca** (sol) tem todas as cores.



(l)

Cada cor está associada a uma propriedade chamada de índice de refração.

Todos os objetos possuem um índice de refração específico; as gotas de chuva também. As gotinhas de chuva funcionam como um prisma, mas é preciso que elas tenham o tamanho e o formato certos para que um arco-íris se forme.

O índice de refração é definido pela razão entre a velocidade da luz no vácuo (3×10^8 m/s) e a velocidade da luz no meio de propagação.

(m)

Tabela de índice de Refração

(n)

Meio material	Índice de refração (n)
ar	1,00
água	1,33
vidro	1,50
glicerina	1,90
álcool etílico	1,36
diamante	2,42
acrílico	1,49

O que é a refração?

(o)

A refração é um processo que ocorre quando a luz é separada ao passar de um meio material para outro. Por exemplo: a luz passando do ar para as gota d'água; quando isso acontece a luz sofre um atraso.

Com isso um lado da onda de luz se movimenta mais rápido que o outro e assim a luz branca do sol é separada em cores de acordo com a **frequência**

É a propriedade que mede "como vibra cada cor" do espectro, ou arco-íris.

(p)

Referencias bibliográficas

(q)

HALLIDAY D. RESNICK R. e WALKER J. *Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna*, Volume 4. 8ª edição, Editora LTC (2010).

CHIQUETTO, M. J. *Física na Escola de Hoje*, Volume 2, Editora Scipione (1987).

GASPAR, A. *Física*, Volume Único, 1º edição, Editora Ática (2003).

Figura 10: Slides de suporte da aula didática em Libras (a) – (q) sobre a natureza da luz, a refração e a formação do arco-íris.

Para efetuar tal avaliação utilizamos as mesmas perguntas feitas antes da aula didática; deste modo vamos utilizar as respostas dos mesmos três alunos mencionados na Figura 1. Podemos observar esses extratos na Figura 11. Os questionários originais estão contidos no Apêndice deste trabalho.

ALUNO A	
1- O que é um arco-íris?	
O arco-íris é a refração.	
2- Por que aparece arco-íris próximos a cachoeiras?	
Por que a gota de água da cachoeira separa a luz.	
3- Por que quando sai água da mangueira, se forma (aparece) um arco-íris?	
As gotas de água separa.	(a)

ALUNO B
1- O que é um arco-íris? O arco-íris é a refração. 2- Por que aparece arco-íris próximos a cachoeiras? Por que a gota de água da cachoeira separa a luz. 3- Por que quando sai água da mangueira, se forma (aparece) um arco-íris? As gotas de água separa. (b)

ALUNO C
1- O que é um arco-íris? O arco-íris é a refração. 2- Por que aparece arco-íris próximos a cachoeiras? Por que a gota de água da cachoeira separa a luz. 3- Por que quando sai água da mangueira, se forma (aparece) um arco-íris? As gotas de água separa. (c)

Figura 11: Extrato de respostas dos alunos para o segundo teste.

De acordo com os questionários foi detectado o aprendizado da maioria desses alunos. Nota-se claramente que, após a aula, os alunos começaram a relacionar o fenômeno do arco-íris com a refração da luz. Como já citado anteriormente, esses alunos encontram certa dificuldade para utilizar o português; deste modo a avaliação das suas respostas deve ser feita de uma maneira cautelosa, uma vez que suas frases muitas vezes não apresentam conexão entre uma palavra e outra.

4. CONCLUSÕES

- A comunidade surda que está inserida na escola de Alagoa Grande-PB encontra-se carente de conteúdos sobre Óptica;
- Durante o desenvolvimento da aula didática houve divergência na comunicação do mediador com os alunos, uma vez que eles não tinham conhecimentos de alguns sinais utilizados para explicar a fenomenologia do arco-íris;
- Experimentos simples sobre refração auxiliaram de maneira significativa para que houvesse uma boa aprendizagem dos alunos surdos sobre conceitos básicos de óptica;
- É preciso que esses estudantes tenham oportunidade aliada a uma didática de ensino para que sejam inseridos na comunidade acadêmica e desempenhem um papel positivo dentro dela;
- Os alunos que apresentam surdez possuem capacidade mental plena para estudar e se aprofundar em suas carreiras acadêmicas.

5. APÊNDICES: QUESTIONÁRIOS PROPOSTOS E RESPONDIDOS DOS ALUNOS

Abaixo se encontram os questionários propostos e respondidos pelos estudantes surdos antes da aula didática.



Universidade Estadual da Paraíba
Centro de Ciências e Tecnologia
Departamento de Física

aluno A

Questionário 1

1- O que é um arco-íris?

Sinal De Deus Triste Faz iris

2- Por que aparecem arco-íris próximos a cachoeiras?

não sei

3- Por que, quando sai água da mangueira, se forma (aparece) um arco-íris?

não sei

4- Por que, quando colocamos um CD contra a luz, nele aparece um arco-íris?

não sei

5- As cores estão na água ou na luz?

não sei

6- O que é difração?

não sei

7- O que é um prisma e para que serve?

não sei

Questionário 1

- 1- O que é um arco-íris?
verde, azul, vermelho, amarelo, cores
- 2- Por que aparecem arco-íris próximos a cachoeiras?
Não sei
- 3- Por que, quando sai água da mangueira, se forma (aparece) um arco-íris?
Não sei
- 4- Por que, quando colocamos um CD contra a luz, nele aparece um arco-íris?
Sol DVD
- 5- As cores estão na água ou na luz?
Nas duas água
- 6- O que é difração?
Nas duas água
- 7- O que é um prisma e para que serve?
Não sei

Questionário 1

1- O que é um arco-íris?

Sinal de deus triste faz
arco-íris

2- Por que aparecem arco-íris próximos a cachoeiras?

Não sei

3- Por que, quando sai água da mangueira, se forma (aparece) um arco-íris?

Não sei

4- Por que, quando colocamos um CD contra a luz, nele aparece um arco-íris?

Não sei

5- As cores estão na água ou na luz?

Não sei

6- O que é difração?

Não sei

7- O que é um prisma e para que serve?

Não sei

A seguir são mostradas as respostas dos alunos surdos aos mesmos questionários anteriores, porém preenchidos após a aula didática com o objetivo de compará-los e analisar a evolução da aprendizagem dos estudantes.

Questionário 2

1- O que é um arco-íris?

Arco-íris = refração LUZ

2- Por que aparecem arco-íris próximos a cachoeiras?

Por que a gota de água calhara
separa LUZ

3- Por que, quando sai água da mangueira, se forma (aparece) um arco-íris?

gota água br

4- Por que, quando colocamos um CD contra a luz, nele aparece um arco-íris?

LUZ girar calhara

5- As cores estão na água ou na luz?

Cor tem luz

6- O que é difração?

Separar Luz pela

7- O que é um prisma e para que serve?

prisma separar Luz

Questionário 2

1- O que é um arco-íris?

Arco-íris = REFRAÇÃO LUZ

2- Por que aparecem arco-íris próximos a cachoeiras?

Porque a gota de água
cachoeira separa luz

3- Por que, quando sai água da mangueira, se forma (aparece) um arco-íris?

Porque quando água um arco íris refração
luz

4- Por que, quando colocamos um CD contra a luz, nele aparece um arco-íris?

Porque no CD arco íris ver tudo refração
DA luz

5- As cores estão na água ou na luz?

cor tem luz

6- O que é difração?

separar luz pela água

7- O que é um prisma e para que serve?

Prisma cor separar luz refração

Questionário 2

1- O que é um arco-íris?

Arco íris = Refração LUZ

2- Por que aparecem arco-íris próximos a cachoeiras?

Por que a gota de água
cachoeira Refração LUZ

3- Por que, quando sai água da mangueira, se forma (aparece) um arco-íris?

Por que Refração Tem

4- Por que, quando colocamos um CD contra a luz, nele aparece um arco-íris?

Refração

5- As cores estão na água ou na luz?

luz

6- O que é difração?

separar luz pela água

7- O que é um prisma e para que serve?

Prisma separa luz

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[BÍBLIA SAGRADA, 2004] BÍBLIA SAGRADA. Edição Pastoral, São Paulo: Paulus, 2004.

[BOYER, 1959] Boyer, C. B. *The rainbow: from myth to mathematics*. London: Thomas Youseloff (1959).

[DELIZOICOV, 2002] DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M.. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

[MEC, 2006] EDUCAÇÃO INFANTIL : *saberes e práticas da inclusão : dificuldades de comunicação e sinalização : surdez*. [4. ed.] / elaboração profª Daisy Maria Collet de Araujo Lima –Secretaria de Estado da Educação do Distrito Federal... [et. al.]. – Brasília : MEC, Secretaria de Educação Especial, 89 p. : il (2006).

[GIL, 2007] GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas (2007)

[HALLIDAY, 1996] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*, volume 2, Gravitação, Ondas e Termodinâmica; tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi, LTC, Rio de Janeiro (1996).

[HALLIDAY, 2010] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*, volume 4, óptica e física moderna; tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi, LTC, Rio de Janeiro (2010).

[JANAÍNA, 2008] JANAÍNA, M. S. Uma Proposta Bilíngue de atendimento educacional para o surdo. in: *Tecendo os fios da inclusão: caminhos do saber e do fazer*. Eduardo Gomes Onofre, Maria Lindaci Gomes de Sousa (orgs.). João Pessoa: Editora Universidade da UFPB, pp. 61-71 (2008).

[KARNOPP, 2010] KARNOPP, L. B. *Produções culturais de surdos: análise da literatura surda*. Cadernos de Educação (UFPel), v. Ano 19, p. 155-174 (2010).

[KARNOPP, 2002] KARNOPP, L. B. *Língua de sinais e língua portuguesa: em busca de um diálogo*. In: Letramento e minorias. Ana Cláudia B. Lodi, Kathryn M. P. Harrisom, Sandra R. L. Ottmar Teske (ogs.). Porto Alegre: Mediação (2002)

[KOZEN, 20011] KOZEN, A. A. et al. (cood). *Pela Justiça na Educação*. Brasília: MEC. FUNDESCOLA, 2000 Disponível em: . Acesso em: 07.out (2011).

[LODI, 2005] LODI, Ana Claudia Balieiro. *Plurilinguismo e surdez: uma leitura bakhtiniana da história da educação dos surdos*. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 409-424, set./dez. 2005.

[LUZ, 2006] LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga, FÍSICA. Vol. 2; 1ª ed. São Paulo: Editora Scipione, 2008.

[NUSSENZVEIG, 1998] NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física Básica*, 4a edição. Edgar Blucher, São Paulo (1998).

[PERLIN, 2006] PERLIN, GLADIS; STROBEL, KARIN. *Fundamentos Da Educação De Surdos*. FLORIANÓPOLIS, Disponível em: <
<http://sistemachaplin.com.br/dados/arquivo/arquivo0000003.pdf>>. Acesso em: 27/ 01/ 2015às 23h: 11 (2006).

[QUADROS, 2005] QUADROS, Ronice Muller de. O ‘BI’ em bilinguismo na educação de surdos. In: *Surdez e Bilinguismo*. Eulália Fernandes (organizadora). Porto Alegre: Mediação (2005).

[ROSITO, 2008] ROSITO, B. A. O Ensino de Ciências e a Experimentação. In: MORAES, R. (org.). *Construtivismo e Ensino de Ciências: Reflexões Epistemológicas e Metodológicas*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

[STROBEL, 2008] STROBEL, K. *As imagens do outro sobre a cultura surda*. Karin Strobel. Florianópolis: Ed. Da UFSC (2008).

[TESCH, 1990.]TESCH, Renata. *Qualitative research: analysis types and software tools*. Basingstoke: The Falmer Press, 1990.

[VIGOTSKI, 1998] Vigotski, Lev Semenovich, 1896-1934, *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores/* L.S. Vigostki; organizadores Michael Cole...[et al.] tradução José Cipolla Neto, Luiz Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 6º edição, São Pulo (1998).

[CARDOSO, 2010] CARDOSO, F. C. BOTAN, E. FERREIRA, M. R. *Sinalizando a Física - 1 - Vocabulário de Mecânica / - Sinop: Projeto "Sinalizando a Física" (2010).*